

**TUGAS AKHIR - RE 184804**

**PERENCANAAN SISTEM PENYALURAN AIR LIMBAH  
DAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH  
DOMESTIK DI KELURAHAN MEDOKAN AYU,  
SURABAYA**

**MARGARET ELVIRA KUSUMA**  
NRP 03211840000050

Dosen Pembimbing  
**Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE., M.Sc., Ph.D.**  
NIP 19600308 198903 1 001

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2022





**TUGAS AKHIR - RE 184804**

**PERENCANAAN SISTEM PENYALURAN AIR LIMBAH  
DAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH  
DOMESTIK DI KELURAHAN MEDOKAN AYU,  
SURABAYA**

**MARGARET ELVIRA KUSUMA**  
NRP 03211840000050

Dosen Pembimbing  
**Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE., M.Sc., Ph.D.**  
NIP 19600308 198903 1 001

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2022





**FINAL PROJECT - RE 184804**

**DESIGN OF SEWERAGE SYSTEM AND INSTALLATION  
OF DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT IN  
MEDOKAN AYU VILLAGE, SURABAYA**

**MARGARET ELVIRA KUSUMA**  
NRP 03211840000050

Advisor

**Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE., M.Sc., Ph.D.**  
NIP 19600308 198903 1 001

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2022



## LEMBAR PENGESAHAN

### PERENCANAAN SISTEM PENYALURAN AIR LIMBAH DAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK DI KELURAHAN MEDOKAN AYU, SURABAYA

#### TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : **MARGARET ELVIRA KUSUMA**

NRP. 03211840000050

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE., M.Sc., Ph.D.
2. Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.
3. Alfian Purnomo, S.T., M.T.
4. I D A A Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D.

Pembimbing

Penguji

Penguji

Penguji



*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa / NRP : Margaret Elvira Kusuma / 03211840000050  
Departemen : Teknik Lingkungan FT-SPK – ITS  
Dosen Pembimbing / NIP : Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE., M.Sc., Ph.D. /  
196003081989031001

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Medokan Ayu, Surabaya” adalah karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Mengetahui  
Dosen Pembimbing



Ir. Eddy S. Soedjono, Dipl.SE., M.Sc., Ph.D.  
NIP. 19600308 198903 1 001

Surabaya, 26 Juli 2022

Mahasiswa,



Margaret Elvira Kusuma  
NRP.03211840000050

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **PERENCANAAN SISTEM PENYALURAN AIR LIMBAH DAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK DI KELURAHAN MEDOKAN AYU, SURABAYA**

Nama Mahasiswa / NRP : Margaret Elvira Kusuma / 03211840000050  
Departemen : Teknik Lingkungan FT-SPK – ITS  
Dosen Pembimbing : Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE., M.Sc., Ph.D.

### **Abstrak**

Kelurahan Medokan Ayu merupakan salah satu kelurahan yang terletak di Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya yang memiliki tingkat risiko tinggi terkait dengan permasalahan sanitasi. Setiap harinya, masyarakat Kelurahan Medokan Ayu membuang air limbah non-kakus (*grey water*) yang dihasilkan langsung ke dalam saluran drainase tanpa diolah terlebih dahulu. Sementara itu, masyarakat sudah memiliki SPALD-S berupa tangki septik untuk menangani air limbah kakus (*black water*). Hal ini tentu saja akan menimbulkan dampak yang buruk baik bagi badan air maupun bagi kualitas lingkungan sekitar. Dalam menangani masalah air limbah domestik, Kelurahan Medokan Ayu merupakan salah satu kelurahan yang belum memiliki SPALD-T. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah (SPAL) dan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

Pada perencanaan kali ini, penduduk Kelurahan Medokan Ayu yang terlayani SPAL dan IPAL sebanyak 49.038 orang, yang terbagi menjadi 11 blok. Sistem penyaluran air limbah yang digunakan yaitu sistem konvensional yang mengalirkan campuran kedua jenis air limbah dikarenakan cocok dengan daerah kepadatan penduduk tinggi dan dapat membawa kotoran. Terdapat beberapa alternatif unit pengolahan yang dapat digunakan seperti *Anaerobic Baffled Reactor*, *Anaerobic Filter*, *Moving Bed Biofilm Reactor*, *Constructed Wetland*, dan klorinasi. Dari beberapa teknologi tersebut harus dilakukan kajian yang sesuai dengan daerah perencanaan.

SPAL direncanakan menggunakan pipa HDPE dengan diameter berkisar antara 125–900 mm dengan penanaman pipa SPAL berada dibawah pipa PDAM. Berdasarkan hasil kajian dari beberapa aspek, IPAL yang digunakan merupakan kombinasi MBBR, *constructed wetland*, dan klorinasi. Lahan yang tersedia seluas 2 ha dan lahan yang dibutuhkan untuk IPAL seluas 2.053,53 m<sup>2</sup> atau 0,21 ha. Anggaran biaya inventasi yang dibutuhkan sebesar Rp39.778.668.000. Anggaran biaya operasi dan pemeliharaan dibutuhkan sebesar Rp 7.000/Kepala Keluarga setiap bulan.

**Kata Kunci:** air limbah kakus, air limbah non-kakus, *Moving Bed Biofilm Reactor*, *Constructed Wetland*, air limbah non-kakus, Kelurahan Medokan Ayu.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **DESIGN OF SEWERAGE SYSTEM AND INSTALLATION OF DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT IN MEDOKAN AYU VILLAGE, SURABAYA**

Student Name / NRP : Margaret Elvira Kusuma / 03211840000050  
Department : Environmental Engineering FT-SPK - ITS  
Advisor : Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE., M.Sc., Ph.D.

### **Abstract**

Medokan Ayu Village is one of the villages located in Rungkut Sub-district, Surabaya City which has a high level of risk related to sanitation problems. Every day, the people of Medokan Ayu Village dispose of the produced non-latrine wastewater (grey water) directly into the drainage channel without being treated first. On the other hand, the community already has an individual Wastewater Treatment Plan (WWTP) in the form of a septic tank to handle latrine wastewater (black water). Naturally, this will have a negative impact on both water bodies and the quality of the surrounding environment. Medokan Ayu Village is one of the villages that does not yet have a Domestic Wastewater Treatment Plan (WWTP) to deal with domestic wastewater problems. Consequently, it is necessary to plan a wastewater distribution system or SPAL and a Wastewater Treatment Plant (WWTP) or IPAL.

In this formulated plan, all residents of Medokan Ayu Village, as many as 49,038 people, which are divided into 11 blocks are served by SPAL and IPAL. The wastewater distribution system being used is a conventional system that channels a mixture of both types of wastewaters because this system is suitable for areas with high population density and can carry sewage. There are several alternative processing units that can be used, such as Anaerobic Baffled Reactor, Anaerobic Filter, Moving Bed Biofilm Reactor, Constructed Wetland, and chlorination. Further studies must be carried out in accordance with the planning area for some of these technologies.

The wastewater distribution system (SPAL) is designed using HDPE pipes with a diameter of 125–900 mm with the SPAL pipe planted under the PDAM pipe. Based on the results of the further studies for this area from several aspects, the WWTP used is a combination of Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR), constructed wetland, and chlorination. The available land area is 2 ha and the land needed for WWTP is 2,053.53 m<sup>2</sup> or 0.21 ha. The required investment budget is Rp39,778,668,000. The operating and maintenance budget required is Rp 7,000/Head of Family every month.

**Key Words: Wastewater Distribution System, Wastewater Treatment Plan, Moving Bed Biofilm Reactor, Constructed Wetland, Chlorination.**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmatNya, maka saya dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Medokan Ayu, Surabaya” dapat berjalan dengan lancar. Penyusunan laporan ini untuk juga untuk meningkatkan kemampuan pemahaman di bidang Teknik lingkungan. Penyusunan perencanaan ini tidak terlepas dari partisipasi dan bimbingan dari semua pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat -Nya.
2. Orang tua, keluarga, dan Karina, yang telah memberikan semangat, doa, serta motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE., M.Sc., Ph.D., selaku dosen pembimbing tugas akhir saya, terima kasih atas bimbingan, totalitas, dan kesabarannya dalam membimbing saya untuk menyelesaikan tugas ini.
4. Bapak Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng., Bapak Alfian Purnomo, S.T., M.T., dan Ibu I D A A Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen penguji, terima kasih atas saran dan masukan yang telah diberikan.
5. Fauzi, Wanda, Priscilia, Yusita, Adhiola serta teman-teman Teknik Lingkungan ITS angkatan 2018, terima kasih atas segala bantuan dan dukungannya.

Penyusunan laporan ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kekurangan. Untuk itu, penulis berharap adanya kritik dan saran yang bisa disampaikan kepada penulis.

Surabaya, 26 Juli 2022

Penulis

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan .....	2
1.4. Ruang Lingkup.....	3
1.5. Manfaat .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1. Air Limbah.....	5
2.2. Air Limbah Domestik .....	6
2.2.1. Pengertian Air Limbah Domestik.....	6
2.2.2. Sumber Air Limbah Domestik .....	6
2.2.3. Karakteristik Air Limbah Domestik .....	6
2.2.4. Baku Mutu Air Limbah Domestik.....	7
2.3. Area Pelayanan .....	8
2.4. Proyeksi Penduduk.....	8
2.4.1. Nilai Korelasi.....	8
2.4.2. Metode Proyeksi .....	9
2.5. Proyeksi Kebutuhan Air.....	10
2.5.1. Kebutuhan Air Minum.....	10
2.5.2. Kebutuhan Air Minum Domestik .....	10
2.5.3. Kehilangan Air .....	11
2.5.4. Fluktuasi Kebutuhan Air Minum.....	12
2.5.5. Proyeksi Kebutuhan Air Minum.....	13
2.6. Debit Air Limbah.....	13
2.6.1. Debit Air Limbah Rata Rata.....	13
2.6.2. Debit Air Limbah Minimum dan Puncak .....	14
2.6.3. Debit Infiltrasi.....	14
2.7. Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik.....	15
2.7.1. SPALD Setempat.....	15
2.7.2. SPALD Komunal.....	15
2.7.3. Pemilihan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik .....	17
2.7.4. Bangunan Pelengkap .....	17
2.8. Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik .....	21
2.8.1. Sistem Penyaluran Air Limbah.....	21
2.8.2. Kecepatan dan Kemiringan Pipa .....	23
2.8.3. Jaringan Pipa Air Limbah.....	23
2.8.4. Diameter Pipa Air Limbah .....	23
2.8.5. Penanaman Pipa Air Limbah.....	24

2.9.	Teknologi Pengolahan Air Limbah .....	25
2.9.1.	Sumur Pengumpul.....	26
2.9.2.	Saringan Sampah ( <i>Screen</i> ).....	26
2.9.3.	Bak Penangkap Lemak.....	27
2.9.4.	<i>Moving Bed Biofilm Reactor</i> (MBBR).....	27
2.9.5.	<i>Constructed Wetlands</i> .....	29
2.9.6.	Disinfeksi .....	31
2.10.	Penelitian dan Perencanaan Terdahulu .....	32
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI .....</b>	<b>37</b>
3.1.	Gambaran Umum .....	37
3.2.	Kerangka Perencanaan .....	37
3.3.	Tahap Perencanaan.....	39
3.3.1.	Ide Perencanaan .....	39
3.3.2.	Rumusan Masalah .....	39
3.3.3.	Studi Literatur .....	39
3.3.4.	Pengumpulan Data .....	40
3.3.5.	Analisis Data dan Pembahasan .....	41
3.3.6.	Kesimpulan dan Saran .....	42
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>43</b>
4.1.	Gambaran Umum Wilayah Perencanaan .....	43
4.1.1.	Kependudukan .....	43
4.1.2.	Kondisi Sanitasi Wilayah Perencanaan.....	44
4.1.3.	Lokasi Perencanaan IPAL.....	45
4.2.	Proyeksi Penduduk.....	45
4.2.1.	Penentuan Metode Proyeksi.....	45
4.2.2.	Perhitungan Proyeksi Penduduk .....	48
4.3.	Proyeksi Kebutuhan Air Bersih.....	49
4.4.	Area Pelayanan.....	50
4.5.	Debit Air Limbah .....	51
4.6.	Saluran Air Limbah.....	53
4.6.1.	Pembebanan Pipa Air Limbah .....	54
4.6.2.	Dimensi Pipa Air Limbah .....	55
4.6.3.	Penanaman Pipa Air Limbah .....	58
4.7.	Bangunan Pelengkap .....	59
4.7.1.	Manhole .....	59
4.7.2.	Pompa.....	59
4.8.	Profil Hidrolis SPAL .....	60
4.9.	Instalasi Pengolahan Air Limbah .....	60
4.10.	Karakteristik Air Limbah.....	61
4.11.	Alternatif Pengolahan .....	61
4.11.1.	Pemilihan Berdasarkan Perhitungan Efisiensi Penyisihan.....	63
4.11.2.	Pemilihan Berdasarkan Keuntungan dan Kerugian .....	66
4.11.3.	Pemilihan Berdasarkan Kebutuhan Lahan .....	67
4.12.	Dimensi Unit Pengolahan .....	76
4.12.1.	Sumur Pengumpul, Saringan Sampah, dan Pompa .....	76
4.12.2.	Bak Penangkap Lemak.....	78
4.12.3.	<i>Moving Bed Biofilm Reactor</i> (MBBR).....	79
4.12.4.	<i>Constucted Wetlands</i> .....	84
4.12.5.	Bak Disinfeksi .....	85

4.13.	<i>Bill of Quantity</i> (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) .....	86
4.13.1.	<i>Bill of Quantity</i> (BOQ) SPAL.....	86
4.13.2.	<i>Bill of Quantity</i> (BOQ) IPAL.....	91
4.13.3.	Rencana Anggaran Biaya SPAL.....	92
4.13.4.	Rencana Anggaran Biaya IPAL.....	93
4.14.	Analisis Pembiayaan .....	95
4.14.1.	Sarana Sanitasi dan Sumber Air .....	96
4.14.2.	Kesehatan Masyarakat .....	97
4.14.3.	Sikap Masyarakat.....	97
4.14.4.	Pembahasan Hasil Survei.....	99
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>100</b>
5.1.	Kesimpulan .....	100
5.2.	Saran .....	100
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>102</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>107</b>
<b>BIODATA PENULIS .....</b>		<b>395</b>

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Nilai Faktor Peak .....	14
Gambar 2.2 Nilai Faktor Infiltrasi untuk Saluran Pembuangan Baru .....	15
Gambar 2.3 <i>Manhole</i> .....	19
Gambar 2.4 Sketsa Sambungan Rumah .....	21
Gambar 2.5 <i>Geometric</i> dan <i>Hydraulic Ratio</i> .....	24
Gambar 2.6 Kriteria Perencanaan Sumur Pengumpul .....	27
Gambar 2.7 Koefisien Jenis dan Bentuk Saringan .....	27
Gambar 2.8 Kriteria Perencanaan Moving Bed Biofilm Reactor .....	29
Gambar 2.9 <i>Constructed Wetlands</i> .....	29
Gambar 2.10 <i>Free Water Surface Constructed Wetlands</i> .....	30
Gambar 2.11 <i>Subsurface Horizontal Flow Constructed Wetlands</i> .....	30
Gambar 2.12 <i>Vertical Flow Constructed Wetlands</i> .....	30
Gambar 2.13 Kriteria Perencanaan <i>Constructed Wetlands</i> .....	31
Gambar 2.14 Unit Disinfeksi .....	32
Gambar 3.1 Skema Penelitian .....	39
Gambar 4.1 Batas Wilayah Kelurahan Medokan Ayu (Gambar Tanpa Skala) .....	43
Gambar 4.2 Kondisi Eksisting Pengelolaan Air Limbah Domestik Kelurahan Medokan Ayu .....	45
Gambar 4.3 Lokasi Perencanaan IPAL Kelurahan Medokan Ayu .....	45
Gambar 4.4 Penentuan Faktor Peak .....	52
Gambar 4.5 Penentuan Faktor Peak Infiltrasi .....	52
Gambar 4.6 Hydraulic Elements for Circular Sewer .....	57
Gambar 4.7 Alternatif Pengolahan 1 .....	63
Gambar 4.8 Alternatif Pengolahan 2 .....	63
Gambar 4.9 Alternatif Pengolahan 3 .....	63
Gambar 4.10 Ukuran Pipa HDPE .....	86
Gambar 4.11 Tipikal Galian pada Tanah Stabil .....	87
Gambar 4.12 Bentuk Galian yang Direncanakan .....	88
Gambar 4.13 Jenis Pekerjaan Responden .....	96
Gambar 4.14 Kisaran Pendapatan Responden .....	96
Gambar 4.15 Jumlah Responden yang Pernah Terjangkit Diare .....	97
Gambar 4.16 Kesiediaan Responden Dibangun IPAL di Kelurahan Medokan Ayu .....	98
Gambar 4.17 Kesiediaan Responden untuk Membayar Biaya Retribusi .....	98
Gambar 4.18 Kemampuan Responden untuk Membayar Biaya Retribusi .....	99

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Air Limbah Domestik Perumahan di Kota Surabaya .....	7
Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Domestik Berdasarkan Permen LHK No. 68 Tahun 2016 ..	8
Tabel 2.3 Kriteria Perencanaan Air Bersih.....	11
Tabel 2.4 Jarak antar Manhole pada Jalur Lurus .....	18
Tabel 2.5 Dimensi Lubang Inspeksi .....	20
Tabel 2.6 Kriteria Perencanaan Sistem Penyaluran <i>Conventional Sewer</i> .....	21
Tabel 2.7 Kriteria Perencanaan Sistem Penyaluran <i>Shallow Sewer</i> .....	22
Tabel 2.8 Kriteria Perencanaan Sistem Penyaluran <i>Small Bore Sewer</i> .....	22
Tabel 2.9 Koefisien Kekasaran Pipa.....	23
Tabel 2.10 Karakteristik Pengolahan Aerobik dan Anaerobik.....	25
Tabel 2.11 Koefisien Suhu untuk Konstanta Laju.....	31
Tabel 2.12 Penelitian dan Perencanaan Terdahulu.....	32
Tabel 4.1 Jumlah Penduduk Kelurahan Medokan Ayu .....	43
Tabel 4.2 Nilai Korelasi Metode Aritmatika .....	46
Tabel 4.3 Nilai Korelasi Metode Geometri .....	46
Tabel 4.4 Nilai Korelasi Metode <i>Least-Square</i> .....	47
Tabel 4.5 Perbandingan Nilai Koefisien Korelasi (r) .....	48
Tabel 4.6 Hasil Proyeksi Penduduk Kelurahan Medokan Ayu Tahun 2023-2043 .....	48
Tabel 4.7 Hasil Proyeksi Kebutuhan Air Minum Kelurahan Medokan Ayu Tahun 2023-2043 .....	50
Tabel 4.8 Luas Wilayah Blok Pelayanan.....	51
Tabel 4.9 Debit Air Limbah .....	53
Tabel 4.10 Panjang Saluran Air Limbah .....	53
Tabel 4.11 Pembebanan Saluran Air Limbah.....	54
Tabel 4.12 Diameter Pipa PE Vinilon .....	56
Tabel 4.13 Jumlah Manhole .....	59
Tabel 4.14 Jalur Jaringan Pipa SPAL.....	60
Tabel 4.15 Kualitas Air Limbah Domestik .....	61
Tabel 4.16 Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Unit Pengolahan.....	61
Tabel 4.17 Efisiensi Penyisihan Unit Pengolahan.....	62
Tabel 4.18 Perhitungan Alternatif Pengolahan 1.....	64
Tabel 4.19 Perhitungan Alternatif Pengolahan 2.....	64
Tabel 4.20 Perhitungan Alternatif Pengolahan 3.....	65
Tabel 4.21 Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Alternatif Pengolahan .....	66
Tabel 4.22 Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Unit Pengolahan.....	66
Tabel 4.23 Perbandingan Kebutuhan Luas Lahan Alternatif Pengolahan.....	74
Tabel 4.24 Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Alternatif Pengolahan 3 .....	75
Tabel 4.25 Jumlah Kebutuhan Pipa.....	86
Tabel 4.26 Standar Urugan Galian .....	87
Tabel 4.27 BOQ Pembangunan SPAL .....	90
Tabel 4.28 Volume Pekerjaan IPAL.....	91
Tabel 4.29 BOQ Pembangunan IPAL .....	92
Tabel 4.30 RAB Pembangunan SPAL .....	93
Tabel 4.31 RAB Pembangunan IPAL .....	93
Tabel 4.32 Profil Umur Responden.....	95

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Proyeksi Kebutuhan Air Kelurahan Medokan Ayu Tahun 2023-2043 .....	107
Lampiran 2 Debit Air Limbah .....	109
Lampiran 3 Panjang Saluran Air Limbah.....	111
Lampiran 4 Pembebanan Saluran Air Limbah .....	115
Lampiran 5 Dimensi Pipa Air Limbah .....	131
Lampiran 6 Kedalaman Penanaman Pipa Air Limbah .....	155
Lampiran 7 Jumlah Manhole .....	178
Lampiran 8 Head Pompa .....	191
Lampiran 9 BOQ Penanaman Pipa Air Limbah.....	193
Lampiran 10 BOQ Pembuatan Manhole Lurus .....	217
Lampiran 11 BOQ Pembuatan Manhole Belok.....	217
Lampiran 12 BOQ Pembuatan Drop Manhole-Pertigaan.....	219
Lampiran 13 BOQ Pembuatan Manhole Pertigaan .....	223
Lampiran 14 BOQ Pembuatan Drop Manhole-Perempatan.....	224
Lampiran 15 BOQ Tenaga Kerja dan Peralatan untuk Penanaman Pipa .....	225
Lampiran 16 BOQ Tenaga Kerja dan Peralatan untuk Pembuatan Manhole.....	251
Lampiran 17 BOQ Pembangunan Unit Pengolahan.....	277
Lampiran 18 Harga Satuan Pokok Kegiatan .....	279
Lampiran 19 RAB Pipa .....	281
Lampiran 20 RAB Manhole .....	282
Lampiran 21 RAB Sumur Pengumpul.....	282
Lampiran 22 RAB Bak Penangkap Lemak .....	282
Lampiran 23 RAB MBBR.....	283
Lampiran 24 RAB Constructed Wetlands .....	284
Lampiran 25 RAB Disinfeksi .....	284
Lampiran 26 Lembar Asistensi.....	385
Lampiran 27 Berita Acara 1 .....	387
Lampiran 28 Berita Acara 2 .....	389
Lampiran 29 Berita Acara 3 .....	391
Lampiran 30 Berita Acara 4 .....	393

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Pelaksanaan pembangunan di suatu daerah selalu berdampak pada sektor lain seperti sektor pendidikan, sektor kesehatan, sektor ekonomi, dan lain sebagainya. Dengan meningkatnya pembangunan infrastruktur di suatu wilayah, hal ini akan berdampak pada pertumbuhan penduduk di wilayah sekitarnya (Rochaida, 2016). Menurut Malthus (1820), pertumbuhan penduduk dapat diperkirakan secara geometris sedangkan ketersediaan pangan dapat diperkirakan secara aritmatik. Ketersediaan kebutuhan dasar seperti pangan, lahan, dan air bersih ini, berbanding terbalik dengan pertumbuhan penduduk. Pertumbuhan penduduk tidak sebanding dengan pertumbuhan sarana dan prasarana melainkan berbanding lurus dengan peningkatan kebutuhan air dan timbulan air limbahnya. Selain berasal dari industri, air limbah domestik merupakan kontributor utama polusi air (Wijaya dan Soedjono, 2018). Hal ini tentunya berdampak negatif, baik pada kualitas hidup masyarakat maupun kualitas lingkungan itu sendiri.

Kota Surabaya merupakan Ibukota Provinsi Jawa Timur dan merupakan kota terbesar kedua di Indonesia. Sebagai Ibukota Provinsi Jawa Timur, perlu suatu upaya pengendalian secara terpadu agar perkembangan dan pembangunan kota dapat lebih terarah dan bermanfaat. Berdasarkan Laporan Status Lingkungan Hidup Kota Surabaya tahun 2014, indeks pencemaran air di Surabaya mencapai 57,24 dimana parameter yang memenuhi baku mutu badan air hanya parameter TSS, sedangkan parameter yang memenuhi baku mutu air laut hanya parameter BOD. Berdasarkan Evaluasi Kementerian PUPR (2017), banyaknya tangki septik yang masih tidak sesuai SNI, rendahnya minat masyarakat untuk menghubungkan pipa pembuangan dengan pipa pengumpul air limbah, serta pembuangan air limbah sembarangan merupakan permasalahan air limbah domestik yang masih terjadi hingga saat ini. Selain itu, menurut Direktur Jenderal Cipta Karya tahun 2016 hingga 2020, hanya 13 kota besar yang memiliki IPAL sebagai pengolahan air limbah terpusat yaitu Bali, Balikpapan, Bandung, Banjarmasin, Batam Cirebon, Jakarta, Manado, Medan, Prapat, Surakarta, Tangerang, serta Yogyakarta.

Sanitasi Lingkungan adalah status kesehatan suatu lingkungan yang mencakup perumahan, pembuangan kotoran, penyediaan air bersih dan sebagainya. Beberapa faktor kesehatan lingkungan seperti pembuangan limbah dan kotoran yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan berbagai macam penyakit dan menimbulkan pencemaran (Notoatmodjo, 1997). Lingkungan menjadi salah satu faktor yang berperan dalam menentukan derajat kesehatan masyarakat yang optimal di samping faktor kualitas pelayanan kesehatan, dan perilaku hidup bersih dan sehat masyarakat. Mengacu pada Permen Kesehatan No. 3 Tahun 2014, perubahan perilaku masyarakat dapat dilakukan salah satunya dengan menghentikan Buang Air Besar Sembarangan (BABs) serta pengamanan sampah dan limbah cair rumah tangga. Selain itu, rumah tangga dengan sanitasi yang layak didefinisikan sebagai rumah tangga yang dilengkapi dengan jenis kloset leher angsa atau plengsengan dengan tutup dan memiliki tangki tempat pembuangan akhir tinja (tangki septik) atau Sistem Pengolahan Air Limbah (SPAL). Berdasarkan Data Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Surabaya (2022), Kelurahan Medokan Ayu merupakan Kelurahan dengan penduduk terbesar di Kecamatan Rungkut dimana penduduknya mencapai 28.623 jiwa. Mengacu pada Permen PUPR No. 4 Tahun 2017, daerah berpenduduk minimal 50 orang wajib memiliki SPALD baik setempat maupun terpusat. Saat ini, penanganan hal hal yang berkaitan dengan sanitasi dilakukan oleh beberapa pihak. Menurut Ketua Informasi Masyarakat Kelurahan Medokan Ayu (2022), masyarakat sudah 100% menggunakan suplai air bersih dari PDAM Surya Sembada Kota Surabaya dan penanganan limbah padat dilakukan oleh DKRTH Kota Surabaya. Untuk limbah cair terdiri dari 2 jenis yaitu air limbah kakus (*black water*) dan air limbah non-kakus

(grey water). Penanganan setiap air limbah ini berbeda dimana masyarakat Kelurahan Medokan Ayu sudah 100% memiliki SPALD-S berupa tangki septik untuk mengolah air limbah kakus, yang kemudian ditangani oleh pihak swasta hingga ke IPLT. Sedangkan masyarakat Kelurahan Medokan Ayu tidak melakukan penanganan lebih lanjut untuk air limbah non-kakus dan langsung dibuang ke dalam saluran drainase. Hal ini dapat menyebabkan kualitas sanitasi menurun. Buruknya kondisi sanitasi akan berdampak negatif pada banyak aspek kehidupan, mulai dari turunnya kualitas lingkungan hidup masyarakat, tercemarnya sumber air minum bagi masyarakat, meningkatnya jumlah beberapa penyakit berbasis lingkungan.

Penyakit berbasis lingkungan masih menjadi salah satu masalah Kesehatan hingga saat ini. Penyebab penyebaran penyakit ini tidak lain karena kondisi sanitasi lingkungan yang tidak sesuai (Utami dan Nawangsari, 2016). Menurut Arumsari *et al.*, (2014), diare menjadi salah satu penyakit penyumbang angka kesakitan (morbiditas) dan angka kematian (mortalitas) bagi anak-anak dunia, khususnya pada negara berkembang. Selaras dengan pernyataan tersebut, Profil Kota Surabaya Tahun 2018 dan 2019 menunjukkan bahwa salah satu penyakit yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia, terutama di Kota Surabaya yaitu penyakit diare. Penyakit ini merupakan penyakit endemis di Indonesia dan juga merupakan penyakit potensial Kejadian Luar Biasa (KLB) yang sering disertai dengan kematian. Menurut Profil Kota Surabaya Tahun 2018 dan 2019, salah satu penyakit yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia, terutama di Kota Surabaya yaitu penyakit diare. Penyakit ini merupakan penyakit endemis di Indonesia dan juga merupakan penyakit potensial Kejadian Luar Biasa (KLB) yang sering disertai dengan kematian. Di Kota Surabaya, terdapat 78.463 kasus yang terjadi pada tahun 2018 dan meningkat menjadi 114.219 kasus pada tahun 2019. Pada tahun 2018, terdapat 948 kasus pada semua umur yang terjadi di Puskesmas Kalirungkut dan Medokan Ayu, sedangkan pada tahun 2019, terdapat 1.335 kasus pada semua umur dan 287 kasus pada balita. Oleh karena terus meningkatnya angka penderita penyakit ini, limbah dan kotoran yang dihasilkan harus dikelola sebaik mungkin serta perlu direncanakan sistem yang terintegrasi untuk mengatasi dan mencegah permasalahan yang ada sehingga dapat menciptakan lingkungan hidup yang lebih sehat dan berkualitas.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari perencanaan ini yaitu

- a. Bagaimana kualitas dan kuantitas air limbah domestik eksisting di Kelurahan Medokan Ayu, Surabaya?
- b. Bagaimana rencana sistem penyaluran air limbah domestik di Kelurahan Medokan Ayu, Surabaya?
- c. Bagaimana pengolahan yang tepat untuk air limbah domestik di Kelurahan Medokan Ayu, Surabaya?
- d. Berapa biaya yang diperlukan untuk membangun fasilitas penyaluran dan pengolahan air limbah?

## **1.3. Tujuan**

Tujuan dari perencanaan ini yaitu

- a. Menganalisis kualitas dan kuantitas air limbah domestik eksisting di Kelurahan Medokan Ayu, Surabaya.
- b. Merencanakan Sistem Penyaluran Air Limbah (SPAL) domestik di Kelurahan Medokan Ayu, Surabaya.
- c. Merencanakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik di Kelurahan Medokan Ayu, Surabaya.
- d. Mendapatkan nilai *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rekapitulasi Anggaran Biaya (RAB).

#### 1.4. Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari perencanaan ini yaitu

- a. Perencanaan dilakukan di Kelurahan Medokan Ayu, Kecamatan Rungkut, Surabaya.
- b. Waktu perencanaan dimulai dari bulan Januari sampai Juni 2021.
- c. Aspek yang dikaji yaitu aspek teknis dan finansial.
- d. Jenis data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder.
- e. Perencanaan air limbah meliputi air limbah non-kakus (*grey water*) dan air limbah kakus (*black water*) yang akan dialirkan melalui saluran perpipaan.
- f. Sistem penyaluran air limbah menggunakan sistem terpisah yakni antara air limbah dan air hujan tidak dialirkan dalam satu pipa yang sama.
- g. Jenis penyaluran yang didesain yaitu *conventional sewer*.
- h. Perencanaan saluran perpipaan hingga *house inlet*.
- i. Baku mutu yang digunakan yaitu Permen LHK no. 68 tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- j. Parameter yang diolah adalah BOD, COD, TSS, pH, amonia, total koliform, minyak dan lemak.
- k. Perhitungan *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pembangunan sistem IPAL mengacu pada Harga Satuan Pokok (HSPK) Kota Surabaya Tahun 2019.

#### 1.5. Manfaat

Manfaat dari perencanaan ini yaitu

- a. Memberikan solusi mengenai perencanaan SPAL dan IPAL yang dapat dipergunakan masyarakat di Kelurahan Medokan Ayu, Surabaya.
- b. Memberikan rekomendasi kepada masyarakat, *stakeholder*, dan instansi terkait mengenai sistem sanitasi terintegrasi yang tepat dan rencana pembiayaan untuk direalisasikan guna menciptakan lingkungan hidup yang sehat dan berkualitas.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Air Limbah**

Air limbah adalah air yang telah digunakan manusia dalam berbagai aktivitasnya. Air limbah tersebut dapat berasal dari aktivitas rumah tangga, perkantoran, pertokoan, fasilitas umum, industri maupun dari tempat-tempat lain. Selain itu, air limbah juga diartikan sebagai air bekas yang tidak terpakai yang dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia dalam memanfaatkan air bersih (Supriyatno, 2000). Sedangkan menurut Permen LHK No. 68 Tahun 2016, air limbah adalah air sisa dari suatu hasil usaha dan/atau kegiatan. Air limbah dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis. Jenis jenis air limbah dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu air limbah berdasarkan asalnya dan air limbah berdasarkan sumbernya. Air limbah berdasarkan asalnya dikelompokkan menjadi dua yaitu

a. **Limbah Organik**

Limbah ini terdiri atas bahan-bahan yang bersifat organik seperti dari kegiatan rumah tangga, kegiatan industri. Limbah bisa dengan mudah diuraikan melalui proses yang alami, misalnya dari pestisida, begitu pula dengan pemupukan yang berlebihan. Limbah ini mempunyai sifat kimia yang stabil sehingga zat tersebut akan mengendap kedalam tanah, dasar sungai, danau, serta laut dan selanjutnya akan mempengaruhi organisme yang hidup didalamnya. Sedangkan limbah rumah tangga berupa seperti kertas, plastik dan air cucian. Limbah tersebut mempunyai racun yang tinggi misalnya : sisa obat, baterai bekas, dan air aki. Limbah tersebut tergolong (B3) yaitu bahan berbahaya dan beracun, sedangkan limbah air cucian, limbah kamar mandi, dapat mengandung bibit-bibit penyakit atau pencemaran biologis seperti bakteri, jamur, virus dan sebagainya.

b. **Limbah Anorganik**

Limbah ini terdiri atas limbah industri atau limbah pertambangan. Limbah anorganik berasal dari sumber daya alam yang tidak dapat diuraikan, tidak dapat diperbaharui. Air limbah industri dapat mengandung berbagai jenis bahan anorganik, zat-zat tersebut adalah:

- Garam anorganik seperti magnesium sulfat, magnesium klorida yang berasal dari kegiatan pertambangan dan industri,
- Asam anorganik seperti asam sulfat yang berasal dari industri pengolahan biji logam dan bahan bakar fosil,
- Adapula limbah anorganik yang berasal dari kegiatan rumah tangga seperti botol plastik, botol kaca, tas plastik, kaleng dan aluminium.

Menurut Metcalf & Eddy (2014), air limbah berdasarkan sumbernya dapat berasal dari

- a. **Air Limbah Domestik:** air limbah yang dihasilkan dari perumahan dan dari fasilitas umum, institusional, dan publik.
- b. **Air Limbah Industri:** air limbah yang dihasilkan dari proses produksi industri.
- c. **Air Infiltrasi/Aliran Masuk:** air yang terkumpul dalam saluran pengumpul yang berasal baik dari sumber langsung maupun tidak langsung. Air infiltrasi dapat berasal dari kebocoran, retakan, dan pecahan saluran. Sedangkan aliran masuk dapat berasal dari air hujan terkumpul dalam saluran drainase, talang, pondasi, dan saluran bawah tanah, atau melalui *manhole*.
- d. **Air Hujan:** air yang berasal dari limpasan air hujan dan lelehan salju.

## **2.2. Air Limbah Domestik**

### **2.2.1. Pengertian Air Limbah Domestik**

Menurut Permen LHK No. 68 Tahun 2016, air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air. Sedangkan menurut Metcalf & Eddy (2003), air limbah adalah kombinasi dari cairan dan sampah cair yang berasal dari pemukiman, perdagangan, perkantoran, dan industri bersama-sama dengan air tanah, air permukaan, dan air hujan yang mungkin ada.

### **2.2.2. Sumber Air Limbah Domestik**

Menurut Permen PUPR No. 4 Tahun 2017, air limbah domestik berasal dari air limbah kakus (*black water*) dan air limbah non-kakus (*grey water*). Air limbah kakus yaitu air limbah yang berasal dari WC dan umumnya ditampung dalam tangki septik, sedangkan air limbah non-kakus yaitu air limbah yang berasal dari kegiatan mencuci dan mandi, yang langsung dibuang ke saluran drainase maupun perairan umum (Umar, 2011).

### **2.2.3. Karakteristik Air Limbah Domestik**

Menurut Metcalf & Eddy (2003), air limbah baik domestik maupun non-domestik memiliki beberapa karakteristik sesuai dengan sumbernya, karakteristik air limbah dapat digolongkan berdasarkan karakteristik fisik, kimia, dan biologi sebagai berikut:

#### **a. Karakteristik Fisik**

- Total Solid (TS), padatan terdiri dari bahan padat organik maupun anorganik yang dapat larut, mengendap atau tersuspensi. Bahan ini pada akhirnya akan mengendap di dasar air sehingga menimbulkan pendangkalan pada dasar badan air penerima
- Total Suspended Solid (TSS), jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada didalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron.
- Temperatur, parameter yang sangat penting dikarenakan efeknya terhadap reaksi kimia, laju reaksi, kehidupan organisme air dan penggunaan air untuk berbagai aktivitas sehari-hari.
- Bau, udara yang dihasilkan pada proses dekomposisi materi atau penambahan substansi pada limbah.
- Warna, pada dasarnya air bersih tidak berwarna, tetapi seiring dengan waktu dan meningkatnya kondisi anaerob, warna limbah berubah dari yang abutabu menjadi kehitaman.
- Kekeruhan, disebabkan oleh zat padat tersuspensi, baik yang bersifat organik maupun anorganik, serta menunjukkan sifat optis air yang akan membatasi pencahayaan kedalam air.

#### **b. Karakteristik Kimia**

- *Biological Oxygen Demand* (BOD) atau kebutuhan oksigen biologis, jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam air lingkungan untuk memecah atau mendegradasi atau mengoksidasi limbah organik yang terdapat didalam air.
- *Chemical Oxygen Demand* (COD), jumlah kebutuhan oksigen dalam air untuk proses reaksi secara kimia guna menguraikan unsur pencemar yang ada. COD dinyatakan dalam ppm (part per milion).
- Derajat keasaman (pH), air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan mempunyai pH sekitar 6,5 t 7,5. Air akan bersifat asam atau basa tergantung besar kecilnya pH. Bila pH di bawah pH normal, maka air tersebut bersifat asam, sedangkan air yang mempunyai pH di atas pH normal bersifat basa.



- Karbohidrat, antara lain: gula, pati, selulosa dan benang-benang kayu terdiri dari unsur C, H, dan O. Gula dalam limbah cair cenderung terdekomposisi oleh enzim dari bakteribakteri tertentu dan ragi menghasilkan alkohol dan gas CO<sub>2</sub> melalui proses fermentasi.
  - Protein, bagian yang penting dari makhluk hidup, termasuk di dalamnya tanaman, dan hewan bersel satu. Di dalam limbah cair, protein merupakan unsur penyebab bau, karena adanya proses pembusukan dan peruraian oleh bakteri.
  - Minyak dan Lemak, bahan pencemar yang banyak ditemukan di berbagai perairan, salah satu sumber pencemarnya adalah dari agroindustri.
  - Detergen, bahan organik yang sangat banyak digunakan untuk keperluan rumah tangga, hotel, dan rumah sakit. Fungsi utama deterjen adalah sebagai pembersih dalam pencucian, sehingga tanah, lemak dan lainnya dapat dipisahkan.
- c. Karakteristik Biologis

Karakteristik biologi digunakan untuk mengukur kualitas air terutama air yang dikonsumsi sebagai air minum dan air bersih. Parameter yang biasa digunakan adalah banyaknya mikroorganisme yang terkandung dalam air limbah. Pengolahan air limbah secara biologis dapat didefinisikan sebagai suatu proses yang melibatkan kegiatan mikroorganisme dalam air untuk melakukan transformasi senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam air menjadi bentuk atau senyawa lain. Mikroorganisme mengkonsumsi bahan-bahan organik membuat biomassa sel baru serta zat-zat organik dan memanfaatkan energi yang dihasilkan dari reaksi oksidasi untuk metabolismenya.

Berdasarkan penelitian Kadariswan (2008), air limbah domestik memiliki karakteristik yang berbeda dengan air limbah lainnya. Karakteristik air limbah domestik perumahan di Kota Surabaya selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Karakteristik Air Limbah Domestik Perumahan di Kota Surabaya

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6,7
BOD	mg/L	45,33
COD	mg/L	93,67
TSS	mg/L	43,67
Amonia	mg/L	148,65
Fosfat	mg/L	4,65
Total Koliform	Jumlah/100 mL	15,16 x 10 <sup>6</sup>

Sumber: Kadariswan (2008)

#### 2.2.4. Baku Mutu Air Limbah Domestik

Menurut Permen LHK No. 68 Tahun 2016, baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha dan atau kegiatan. Baku mutu air limbah domestik yang akan digunakan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Domestik Berdasarkan Permen LHK No. 68 Tahun 2016

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak dan Lemak	mg/L	5
Amonia	mg/L	10
Total Koliform	Jumlah/100 mL	3000
Debit	L/orang/hari	100

Sumber: Permen LHK No. 68 Tahun 2016

### 2.3. Area Pelayanan

Daerah pelayanan dibagi menjadi blok-blok pelayanan untuk mempermudah pelayanan. Blok pelayanan ditentukan berdasarkan kepadatan penduduk, sehingga diusahakan debit yang mengalir di setiap blok tidak jauh berbeda. Selain itu, blok juga diupayakan tidak melalui rel kereta api, jalan raya besar atau juga sungai besar, karena bisa menyebabkan mahalnya biaya pembangunan saluran air limbah. Pembagian blok tersebut memperhatikan beberapa hal diantaranya yaitu

- Kepadatan penduduk dari luas daerah terbangun pada tiap desa/kelurahan.
- Topografi yang ada (untuk memudahkan dalam membuat jaringan pipa yang ada).
- Tata guna lahan dari tiap desa/kelurahan tersebut (diwakili oleh luas daerah terbangun pada tiap desa/kelurahan).
- Batas wilayah desa/kelurahan juga diperhatikan, karena dalam 1 blok belum tentu mencakup 100% persen dari tiap desa/kelurahan yang ingin dilayani saja.

### 2.4. Proyeksi Penduduk

Dalam merencanakan suatu sistem penyaluran air limbah domestik (SPALD), diperlukan beberapa kriteria dasar dan acuan perencanaan. Tujuan dari beberapa kriteria perencanaan yaitu untuk mendapatkan suatu hasil perencanaan yang sesuai dengan kondisi daerah perencanaan. Sehingga dalam perencanaannya mempertimbangkan beberapa aspek diantaranya jumlah penduduk serta kebutuhan air bersih. Dengan demikian diperlukan perhitungan dari masing masing aspek tersebut, sehingga dapat diperkirakan jumlah kebutuhan air serta dapat memudahkan dalam merencanakan pemasangan sistem penyaluran air limbahnya. Proyeksi ini akan dilakukan dalam kurun waktu 20 tahun, mulai dari tahun 2023 sampai tahun 2043.

#### 2.4.1. Nilai Korelasi

Menurut Ariesmayana dan Hanurdin (2018), perhitungan proyeksi penduduk dapat dilakukan dengan tiga metode yaitu metode aritmatika, metode geometri, dan metode *least square*. Untuk menentukan metode proyeksi yang akan digunakan, terlebih dahulu mencari nilai koefisien korelasi ( $r$ ) untuk setiap metode. Untuk keseusaian analisa, dipilih metode yang mempunyai nilai koefisien korelasi yang mendekati 1. Persamaan untuk menghitung nilai koefisien korelasi selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$r = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2\}\{n(\sum X^2) - (\sum X)^2\}}} \quad (2.1)$$

Dimana:

$r$  : koefisien korelasi

- n : jumlah data  
 X : jumlah penduduk setiap tahun dari tahun awal  
 Y : jumlah penduduk tiap tahun hasil proyeksi

(Ardiansyah *et al.*, 2012)

a. Metode Aritmatika

Persamaan untuk menghitung nilai koefisien korelasi untuk metode aritmatika selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$X = 1, 2, \dots, n \quad (2.2)$$

$$Y = \text{populasi}_{\text{tahun } (x+1)} - \text{populasi}_{\text{tahun } x} \quad (2.3)$$

b. Metode Geometri

Persamaan untuk menghitung nilai koefisien korelasi untuk metode geometri selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$Y = \ln(\text{populasi penduduk}) \quad (2.4)$$

c. Metode *Least-Square*

Persamaan untuk menghitung nilai koefisien korelasi untuk metode *least-square* selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$Y = \text{populasi penduduk} \quad (2.5)$$

#### 2.4.2. Metode Proyeksi

Metode proyeksi penduduk untuk menghitung pertambahan jumlah penduduknya dibagi menjadi tiga, sebagai berikut.

a. Metode Aritmatika

Metode ini dapat digunakan untuk menghitung daerah yang memiliki pertambahan penduduk yang konstan dalam kurun waktu yang pendek. Persamaan untuk menghitung proyeksi penduduk menggunakan metode aritmatika selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$P_n = P_0 + r(n) \quad (2.6)$$

Dimana:

- P<sub>n</sub> : jumlah penduduk pada akhir tahun proyeksi  
 P<sub>0</sub> : jumlah penduduk pada awal tahun proyeksi  
 R : rata rata pertambahan penduduk setiap tahun  
 n : kurun waktu proyeksi

(Ariesmayana dan Hanuurdin, 2018)

b. Metode Geometri

Metode ini menganggap bahwa pertambahan penduduk secara otomatis menjadi dua kali lipat lebih banyak dari tahun sebelumnya. Persamaan untuk menghitung proyeksi penduduk menggunakan metode geometri selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$P_n = P_0 \times (1 + r)^n \quad (2.7)$$

Dimana:

- P<sub>n</sub> : jumlah penduduk pada akhir tahun proyeksi  
 P<sub>0</sub> : jumlah penduduk pada awal tahun proyeksi  
 r : rata rata pertambahan penduduk setiap tahun  
 n : kurun waktu proyeksi

(Ariesmayana dan Hanuurdin, 2018)

c. Metode *Least-Square*

Metode ini digunakan dengan membuat garis regresi linier yang menunjukkan bahwa perkembangan penduduk di masa lalu menggambarkan kecenderungan garis linier meskipun penduduk tidak selalu bertambah. Persamaan untuk menghitung proyeksi penduduk menggunakan metode *least-square* selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$Pn = a + (b \times n) \quad (2.8)$$

Dimana:

$$a = \frac{\{(\Sigma Y \times \Sigma X^2) - (\Sigma Y \times \Sigma XY)\}}{n(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2} \quad (2.9)$$

$$b = \frac{\{(n \times \Sigma XY) - (\Sigma Y \times \Sigma X)\}}{n(\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2} \quad (2.10)$$

Pn : jumlah penduduk pada akhir tahun proyeksi  
 X : tahun ke-  
 Y : jumlah penduduk tahun ke-  
 n : kurun waktu proyeksi

(Ariesmayana dan Hanuurdin, 2018)

## 2.5. Proyeksi Kebutuhan Air

### 2.5.1. Kebutuhan Air Minum

Setiap wilayah memiliki pemakaian air yang berbeda-beda pada setiap jam dan hari sebagai fluktuasi pemakaian air. Dengan pemakaian air yang berbeda-beda, maka sistem penyediaan air membutuhkan suplai air yang berbeda pula, sesuai dengan fluktuasi pemakaian air tiap wilayah. Dengan mengetahui fluktuasi pemakaian air, maka operasi sistem penyediaan air minum dapat direncanakan untuk memenuhi kebutuhan air (Prasasti dan Samudro, 2018).

Kebutuhan air merupakan jumlah air yang diperlukan bagi kebutuhan dasar/suatu unit konsumsi air, dimana kehilangan air dan kebutuhan air untuk pemadam kebakaran juga diperhitungkan. Kebutuhan dasar dan kehilangan tersebut berfluktuasi dari waktu ke waktu, dengan skala jam, hari, minggu, bulan selama kurun waktu satu tahun. Besarnya konsumsi air yang digunakan, dipengaruhi oleh:

- a. Ketersediaan air, baik dari segi kuantitas, kualitas dan kontinuitas,
- b. Kebiasaan penduduk setempat,
- c. Pola dan tingkat kehidupan,
- d. Harga air,
- e. Faktor teknis ketersediaan air, seperti:
  - Fasilitas distribusi,
  - Fasilitas penyambungan limbah yang dapat memperngaruhi kualitas air bersih,
  - Kemudahan dalam mendapatkannya,
  - Keadaan sosial ekonomi setempat.

Kementerian PUPR (2018)

### 2.5.2. Kebutuhan Air Minum Domestik

Kebutuhan domestik adalah kebutuhan air bersih untuk pemenuhan kegiatan sehari-hari atau rumah tangga seperti untuk minum, memasak, kesehatan individu (mandi, cuci dan sebagainya), menyiram tanaman, halaman, pengangkutan air buangan (buangan dapur dan toilet) (Mashuri *et al.*, 2015). Besarnya kebutuhan air bersih pada tiap kategori kota selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.3 Kriteria Perencanaan Air Bersih

No	Uraian	Kategori Kota Berdasarkan Jumlah Penduduk (Jiwa)				
		>1.000.000	500.000 s/d 1.000.000	100.000 s/d 500.000	20.000 s/d 100.000	<20.000
		Kota Metropolitan	Kota Besar	Kota Sedang	Kota Kecil	Desa
1	Konsumsi unit sambungan rumah (SR) (L/orang/hari)	>150	120-150	90-120	80-120	60-80
2	Konsumsi unit hidran umum (HU) (L/orang/hari)	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40
3	Konsumsi unit non domestik (L/orang.hari)					
	Niaga Kecil	600-900	600-900		600-900	
	Niaga Besar	1000-5000	1000-5000		1000-5000	
	Industri Besar	0.2-0.8	0.2-0.8		0.2-0.8	
	Pariwisata	0.1-0.3	0.1-0.3		0.1-0.3	
4	Kehilangan air (%)	20-30	20-30	20-30	20-30	20-30
5	Faktor hari maksimum	1.15-1.25	1.15-1.25	1.15-1.25	1.15-1.25	1.15-1.25
6	Faktor jam puncak	1.75-2.0	1.75-2.0	1.75-2.0	1.75-2.0	1.75-2.0
7	Jumlah jiwa per SR	5	5	5	5	5
8	Jumlah jiwa per HU	100	100	100	100	100
9	Sisa tekan di penyediaan distribusi (meter)	10	10	10	10	10
10	Jam operasi	24	24	24	24	24
11	Volume reservoir (% <i>max day demand</i> )	15-25	15-25	15-25	15-25	15-25
12	SR:HR	50:50 - 80:20	50:50 - 80:20	80:20	70:30	70:30
13	Cakupan Pelayanan (%)	90	90	90	90	70

Sumber: Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Kementerian PUPR (1996)

### 2.5.3. Kehilangan Air

Kehilangan air merupakan tidak sampainya air yang diproduksi kepada pelanggan dimana batasan dari faktor kehilangan air yang diperbolehkan tidak melebihi angka toleransi sebesar 20% dari kapasitas debit produksi (Silvia, 2016). Kehilangan air pada umumnya disebabkan karena adanya kebocoran air pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan

dalam pembacaan meter (Naway, 2013). Pengertian mengenai kehilangan air ada tiga macam, yaitu:

- a. Kehilangan air rencana  
Kehilangan air rencana dialokasikan untuk kelancaran operasidan pemeliharaan fasilitas penyediaan air bersih. Kehilangan air ini akan diperhitungkan dalam penetapan harga air, yang mana biayanya akan dibebankan pada pemakai air (konsumen).
- b. Kehilangan air percuma  
Kehilangan air percuma menyangkut aspek penggunaan fasilitas penyediaan air bersih dan pengelolaannya. Hal ini sngat tidak diharapkan, dan harus diusahakan untuk ditekan dengan cara penggunaan dan pengelolaan fasilitas air bersih secara baik dan benar. Kehilangan air percuma ini terbagi dua, yaitu leakage dan wastage. Leakage adalah kehilangan air percuma pada komponen fasilitas yang tidak dikendalikan dengan baik oleh pengelola, sedangkan wastage adalah kehilangan air percuma pada saat pemakaian fasilitas oleh konsumen.
- c. Kehilangan air insidental  
Kehilangan air insidental adalah kehilangan air diluar kekuasaan manusia, seperti bencana alam.

Dalam perhitungan perencanaan penyediaan air bersih, dipakai istilah kehilangan air rencana dengan anggapan bahwa kehilangan air percuma dan insidental telah termasuk di dalamnya. Besarnya kehilangan air rencana ini diperkirakan sebanyak 15% sampai 25% dari total kebutuhan air domestik. Dalam perencanaan ini besarnya kehilangan air diambil sebanyak 25% dari kebutuhan air total (kebutuhan domestik + kebutuhan non-domestik).

#### 2.5.4. Fluktuasi Kebutuhan Air Minum

Pada umumnya masyarakat Indonesia melakukan aktivitas penggunaan air pada pagi dan sore hari dengan konsumsi lebih banyak daripada waktu-waktu lainnya. Dari keseluruhan aktivitas dan konsumsi sehari itu dapat diketahui pemakaian rata-rata air. Dengan memasukkan besarnya faktor kehilangan air kedalam kebutuhan dasar, maka selanjutnya dapat disebut sebagai fluktuasi kebutuhan air. Dalam perhitungan, kebutuhan air didasarkan pada kebutuhan air hari maksimum dan kebutuhan air jam maksimum dengan referensi kebutuhan air rata-rata.

- a. Kebutuhan air rata rata  
Kebutuhan air rata rata adalah banyaknya air yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan domestik, non domestik, dan ditambah dengan kehilangan air. Di mana besarnya pemakaian air harian rata-rata ini diperoleh dari jumlah pemakaian air bersih selama satu tahun dibagi jumlah hari dalam satu tahun.
- b. Kebutuhan air harian maksimum  
Kebutuhan air hari maksimum adalah banyaknya air terbesar yang diperlukan pada suatu hari dalam satu tahun. Faktor hari maksimum umumnya berkisar antara 1,1 – 1,3. Untuk menghitung kebutuhan air harian maksimum diperlukan faktor fluktuasi kebutuhan air maksimum. Persamaan untuk menghitung kebutuhan air harian maksimum selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$Q_{h\ max} = F_{hm} \times Q_{rata\ rata} \quad (2.11)$$

Dimana:

$F_{hm}$  : faktor harian maksimum (115 – 125%)

- c. Kebutuhan air jam puncak  
Kebutuhan air jam puncak adalah banyaknya air terbesar yang diperlukan pada jam tertentu dalam satu hari. Faktor jam puncak umumnya berkisar antara 1,5 – 1,75. Untuk menghitung kebutuhan air jam puncak diperlukan faktor fluktuasi kebutuhan air jam

puncak. Persamaan untuk menghitung kebutuhan air jam puncak selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$Q_{j \text{ puncak}} = F_{jp} \times Q_{rata \text{ rata}} \quad (2.12)$$

Dimana:

$F_{jp}$  : faktor jam puncak (175 – 200%)

(Ardiansyah *et al.*, 2012; Sari, 2011)

### 2.5.5. Proyeksi Kebutuhan Air Minum

Kebutuhan air minum Kelurahan Medokan Ayu hanya kebutuhan air domestik. Kebutuhan air domestik dihitung berdasarkan jumlah pelanggan Sambungan Rumah dan Hidran Umum.

#### a. Sambungan Rumah (SR)

Fasilitas ini ditempatkan di daerah kota, dengan mempertimbangkan pola tingkat sosial ekonomi masyarakat. Biasanya fasilitas sambungan rumah ini langsung menuju ke pelanggan. Penentuan persentase pelayanan sambungan rumah tiap wilayah berbeda-beda tergantung pada kepadatan penduduk di wilayah tersebut.

#### b. Kran Umum (KU)

Fasilitas ini ditempatkan di daerah yang tidak terlalu padat dengan tetap memperhatikan tingkat sosial ekonomi masyarakat. Biasanya pada fasilitas ini, satu fasilitas umum akan mampu melayani beberapa orang pelanggan. Dalam perencanaan ini, yang mendapat pelayanan kran umum merupakan sisa dari yang tidak mendapat pelayanan sambungan rumah.

Karena di daerah Kelurahan Medokan Ayu bukan termasuk daerah yang padat dan juga mempertimbangkan persentase pelayanan PDAM, maka pada tugas perencanaan ini, penggunaan kran umum dihilangkan karena masyarakat di Kelurahan Medokan Ayu sudah terlayani hingga ke tiap rumah.

Berdasarkan jumlah penduduk menurut Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya PU Tahun 1996, jika Kelurahan Medokan Ayu dianggap sebagai suatu kota, maka Kelurahan Medokan Ayu termasuk dalam kategori kota kecil dengan jumlah penduduknya berada pada rentang 20.000 – 100.000 orang, maka kebutuhan air minum untuk tiap orang sekitar 80-120 L/orang.hari untuk sambungan rumah. Besarnya persentase pelayanan di awal tahun proyeksi menggunakan perbandingan persentase pelayanan PDAM di tahun tahun sebelumnya yaitu sebesar 100% dan kebocoran diasumsikan 25% dari kebutuhan air domestik dan non domestik. Adapun persamaan untuk mencari debit kebutuhan air rata-rata adalah sebagai berikut.

$$Q_{rata \text{ rata}} = Q_{domestik} + Q_{kebocoran} \quad (2.13)$$

## 2.6. Debit Air Limbah

### 2.6.1. Debit Air Limbah Rata Rata

Besarnya air bersih yang akan menjadi air limbah diperkirakan sebesar 70% hingga 80% dari total kebutuhan air bersih. Sebelum menghitung debit air limbah, perlu diketahui total penggunaan rata-rata air bersih daerah pelayanan. Persamaan untuk menghitung debit air limbah rata-rata selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$Q_{ave \text{ air bersih}} = \text{kebutuhan air bersih tiap orang} \times \text{jumlah penduduk} \quad (2.14)$$

$$Q_{ave \text{ air limbah}} = 70\% - 80\% \times Q_{ave \text{ air bersih}} \quad (2.15)$$

Dimana:

$Q_{ave \text{ air bersih}}$  : debit air bersih (L/hari)

$Q_{ave \text{ air limbah}}$  : debit air limbah (L/hari)

### 2.6.2. Debit Air Limbah Minimum dan Puncak

Debit air limbah minimum dan puncak sangat tergantung dari pola konsumsi air bersih masyarakat setempat. Penggunaan air mencapai titik puncak ketika manusia akan melakukan aktivitas sehari-harinya, seperti bekerja, sekolah, dan beribadah. Sedangkan, debit air minimum akan terjadi saat manusia sedang beristirahat dan tidak melakukan aktivitas yang melibatkan penggunaan air, seperti tidur malam. Persamaan untuk menghitung debit minimum dan puncak air limbah selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$Q_{min} = 1/5 \times \left( \frac{\text{jumlah penduduk}}{1000} \right)^{0,2} \times Q_{ave} \quad (2.16)$$

$$Q_{peak} = Q_{ave} \times f_{peak} \quad (2.17)$$

Dimana:

$Q_{min}$  : debit minimum air limbah (m<sup>3</sup>/detik)

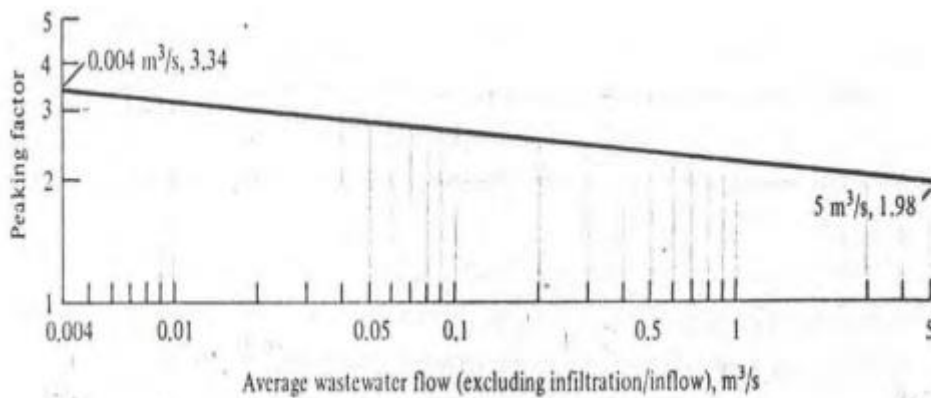
P : jumlah penduduk (jiwa)

$Q_{ave}$  : debit air bersih (m<sup>3</sup>/hari)

$Q_{peak}$  : debit puncak air limbah (m<sup>3</sup>/detik)

$f_{peak}$  : faktor puncak

Nilai faktor puncak dapat dicari selengkapnya pada gambar berikut.



Gambar 2.1 Nilai Faktor Peak

### 2.6.3. Debit Infiltrasi

Debit infiltrasi berasal dari infiltrasi air tanah dan air hujan. Persamaan untuk menghitung debit infiltrasi selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$Q_{ave inf} = \frac{\text{luas area} \times f_{inf}}{86400} \quad (2.18)$$

$$Q_{peak inf} = Q_{ave inf} \times f_{peak inf} \quad (2.19)$$

Dimana:

$Q_{ave inf}$  : debit rata-rata infiltrasi (m<sup>3</sup>/hari)

$f_{inf}$  : faktor infiltrasi (m<sup>3</sup>/ha.hari)

$f_{peak inf}$  : faktor puncak infiltrasi (m<sup>3</sup>/ha.hari)

Nilai faktor infiltrasi dan nilai faktor puncak infiltrasi dapat dicari selengkapnya pada gambar berikut.



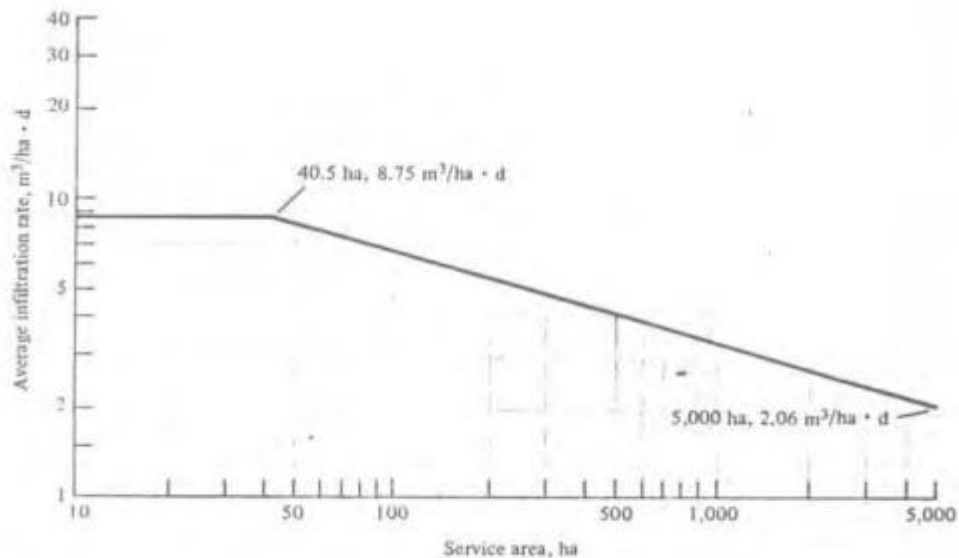


Figure 3-1 Average infiltration rate allowance for new sewers. Note:  $\text{ha} \times 2.4711 = \text{acre}$ ;  $\text{m}^3/\text{ha} \cdot \text{d} \times 106.9 = \text{gal}/\text{acre} \cdot \text{d}$ .

Gambar 2.2 Nilai Faktor Infiltrasi untuk Saluran Pembuangan Baru

## 2.7. Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik

Menurut Permen PUPR No. 4 Tahun 2017, sistem pengelolaan air limbah domestik (SPALD) adalah serangkaian kegiatan pengelolaan air limbah domestik dalam satu kesatuan dengan prasarana dan sarana pengelolaan air limbah domestik. Sistem ini terdiri dari 2 sistem yaitu SPALD Setempat dan SPALD Terpusat.

### 2.7.1. SPALD Setempat

SPALD setempat (SPALD-S) adalah sistem pengelolaan yang dilakukan dengan mengolah air limbah domestik di lokasi sumber, yang selanjutnya lumpur hasil olahan diangkut dengan sarana pengangkut ke sub-sistem pengolahan lumpur tinja. Cakupan pelayanan SPALD-S sendiri terdiri dari

- Skala individu yang diperuntukkan untuk 1 rumah, dan
- Skala komunal yang diperuntukkan untuk 2-10 rumah atau mandi cuci kakus (MCK).

Pengolahan air limbah domestik yang dimaksud dilakukan dengan pengolahan biologis. Lalu lumpur tinja dipindahkan menggunakan prasarana dan sarana Sistem Pengangkutan ke Sistem Pengolahan Lumpur Tinja menggunakan kendaraan pengangkut yang dilengkapi dengan tangki penampung dan alat penyedot lumpur tinja serta diberi tanda pengenal khusus. Kemudian lumpur tinja diolah pada IPLT.

### 2.7.2. SPALD Komunal

SPALD terpusat (SPALD-T) adalah sistem pengelolaan yang dilakukan dengan mengalirkan air limbah domestik dari sumber secara kolektif ke sub-sistem pengolahan terpusat untuk diolah sebelum dibuang ke badan air permukaan. Cakupan pelayanan SPALD-T sendiri terdiri dari

- Skala permukiman yang diperuntukkan untuk 50 sampai 20.000 jiwa,
- Skala perkotaan yang diperuntukkan untuk minimal 20.000 jiwa, serta
- Skala kawasan tertentu yang diperuntukkan untuk kawasan komersial dan kawasan rumah susun.

Lalu air limbah domestik disalurkan menggunakan prasarana dan sarana Sistem Pelayanan ke Sistem Pengumpulan sebelum diolah di Sistem Pengolahan Terpusat. Penyaluran ini menggunakan beberapa sarana seperti

- a. pipa tinja;
- b. pipa non tinja;
- c. bak perangkap lemak dan minyak dari dapur;
- d. pipa persil;
- e. bak kontrol; dan
- f. lubang inspeksi.

Sedangkan pengumpulan ini menggunakan beberapa sarana seperti

- a. pipa retikulasi (pipa lateral dan pipa servis) dimana pipa lateral berfungsi sebagai saluran pengumpul air limbah domestik dari Sistem Pelayanan ke pipa servis dan pipa servis berfungsi sebagai saluran pengumpul air limbah domestik dari pipa lateral ke pipa induk;
- b. pipa induk berfungsi untuk mengumpulkan air limbah domestik dari pipa retikulasi dan menyalurkan ke Sistem Pengolahan Terpusat.; dan
- c. prasarana dan sarana pelengkap: lubang kontrol (manhole); bangunan penggelontor; terminal pembersihan (clean out); pipa perlintasan (siphon); dan stasiun pompa.

Sistem pengumpulan air limbah terdiri dari beberapa sistem. Sebelum memilih sistem yang akan digunakan, penting untuk mengetahui perbedaan setiap sistem. Sistem sistem pengumpulan air limbah terdiri dari

- a. Sistem Pengumpulan Terpisah merupakan sistem dimana air buangan disalurkan tersendiri dalam jaringan riol tertutup, sedangkan limpasan air hujan disalurkan tersendiri dalam saluran drainase khusus untuk air yang tidak tercemar (Fajarwati, 2000).
- b. Sistem Pengumpulan Tercampur merupakan sistem dimana air buangan tercampur dengan air limpasan hujan. Sistem ini sering digunakan pada daerah pelayanan yang padat dan sangat terbatas untuk membangun saluran air buangan yang terpisah dengan saluran air hujan (Sugiharto, 1987).
- c. Sistem Pengumpulan Kombinasi merupakan sistem dimana air buangan dan air hujan disalurkan bersama-sama sampai tempat tertentu baik melalui saluran terbuka atau tertutup, tetapi sebelum mencapai lokasi instalasi antara air buangan dan air hujan dipisahkan dengan bangunan regulator. Air buangan dimasukkan ke saluran pipa induk untuk disalurkan ke lokasi pembuangan akhir, sedangkan air hujan langsung dialirkan ke badan air penerima. Pada musim kemarau air buangan akan masuk seluruhnya ke pipa induk dan tidak akan mencemari badan air penerima (Hardjosuprpto dan Masduki, 2000).

Setelah air limbah melalui pengolahan awal, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan pembuangannya agar aliran air limbah dapat melaju dengan lancar. Berikut ini prinsip-prinsip penyaluran air limbah:

- a. Air disalurkan ke dalam saluran tertutup dan harus rapat air.
- b. Jalur salurannya disesuaikan sedemikian rupa sehingga sedapat mungkin melalui daerah pelayanan (*service area*) sebanyak banyaknya, sehingga seluruh jalurnya sambung-menyambung dari saluran awal (lateral), menuju saluran cabang-cabangnya, yang kemudian menuju saluran-saluran induk. Air yang berasal dari saluran induk tersebut, kemudian dibuang ke pembuangan akhir yang aman dengan dan/atau tanpa diolah dalam bangunan pengolahan air limbah tertentu dengan tingkat pengolahan sesuai dengan karakteristik air limbahnya dan tempat pembuangan akhir sehingga badan air

setelah bercampur dengan air limbah memenuhi persyaratan-persyaratan kualitas tertentu.

- c. Aliran air limbah harus mampu membawa kotoran-kotorannya (*self-cleansing velocity*) dan tidak boleh merusak saluran.
- d. Kedalaman aliran air limbah harus mampu dipakai berenangnyanya benda-benda yang ada di dalamnya dan juga tidak boleh penuh, kecuali pengaliran yang memerlukan pemompaan.
- e. Sedapat mungkin aliran air limbah dapat terusmenerus membawa benda-benda yang terhenti atau mengendap di dalam jalur salurannya. Bila terjadi pembusukan di dalam saluran akan timbul gas yang berbahaya dan beracun.

### **2.7.3. Pemilihan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik**

Menurut Permen PUPR No. 4 Tahun 2017, beberapa hal yang menjadi bahan pertimbangan pemilihan SPALD yaitu

- a. Kepadatan Penduduk  
Berikut merupakan hal yang menjadi pertimbangan dalam menentukan SPALD:
  - a. Kepadatan Penduduk, kepadatan yang biasa digunakan dalam perencanaan SPALD yaitu 150 (seratus lima puluh) jiwa/Ha.
  - b. Kedalaman Muka Air Tanah, kedalaman muka air tanah digunakan sekitar lebih kecil dari 2 (dua) meter atau jika air tanah sudah tercemar, digunakan SPALD-T.
  - c. Kemiringan Tanah, sesuai jika kemiringan tanah sama dengan atau lebih dari 2% (dua persen), sedangkan *shallow sewer* dan *small bore sewer* dapat digunakan pada berbagai kemiringan tanah.
  - d. Permeabilitas Tanah, sangat mempengaruhi penentuan jenis SPALD, khususnya untuk penerapan Sub-sistem Pengolahan Setempat (cubluk maupun tangki septik dengan bidang resapan). Untuk mengetahui besar kecilnya permeabilitas tanah dapat diperkirakan dengan memperhatikan jenis tanah dan angka infiltrasi tanah atau berdasarkan tes perkolasi tanah. Permeabilitas yang efektif yaitu  $5 \times 10^{-4}$  m/detik dengan jenis tanah pasir halus sampai dengan pasir yang mengandung lempung.
  - e. Kemampuan Pembiayaan, dapat mempengaruhi pemilihan jenis SPALD, terutama kemampuan Pemerintah Daerah dalam membiayai pengoperasian dan pemeliharaan SPALD-T.

Dasar pertimbangan yang utama dalam pemilihan teknologi SPALD yaitu kepadatan penduduk. Kepadatan penduduk lebih dari 150 jiwa/ha ( $15.000$  jiwa/ $\text{km}^2$ ) dapat menerapkan sistem SPALD-T, sedangkan untuk kepadatan penduduk kurang dari 150 jiwa/ha masih terdapat beberapa pertimbangan lainnya, seperti sumber air yang ada, kedalaman air tanah, permeabilitas tanah, kemiringan tanah, ketersediaan lahan, termasuk kemampuan membiayai. Berikut merupakan gambar diagram alir pemilihan jenis SPALD. Oleh karena itu, perlu direncanakan instalasi pengolahan yang dapat mengatasi masalah pencemaran yang terjadi di Kelurahan Medokan Ayu.

### **2.7.4. Bangunan Pelengkap**

Bangunan pelengkap berfungsi untuk memudahkan penyaluran air limbah dalam pipa dan memudahkan perawatan saluran. Beberapa bangunan pelengkap yang sering digunakan dalam sistem perpipaan air limbah yaitu

- a. Manhole  
Manhole merupakan lubang yang digunakan untuk memeriksa, memelihara dan memperbaiki aliran air yang tersumbat. Lokasi penempatan manhole antara lain:

- Pada jalur saluran yang lurus, dengan jarak tertentu tergantung diameter saluran namun perlu disesuaikan juga terhadap panjang peralatan pembersihan yang akan dipakai.
- Pada setiap perubahan kemiringan saluran, perubahan diameter, dan perubahan arah aliran, baik vertikal maupun horizontal.
- Pada lokasi sambungan, persilangan atau percabangan (intersection) dengan pipa atau bangunan lain. Jarak antar manhole berdasarkan diameter pipa selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.4 Jarak antar Manhole pada Jalur Lurus

Diameter (mm)	Jarak antar Manhole (m)
20-50	50-75
50-75	75-125
100-150	125-150
150-200	150-200
1000	100-150

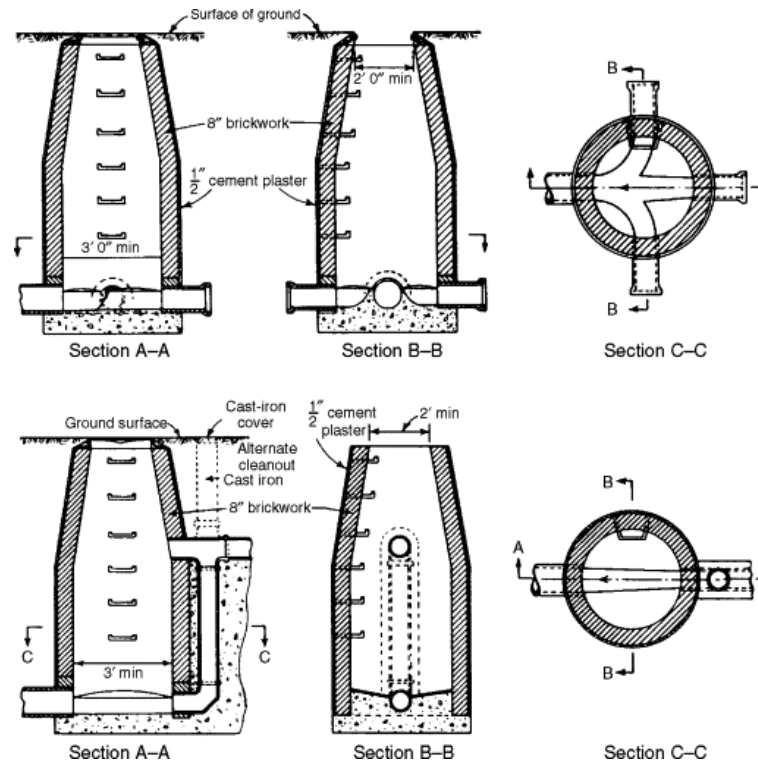
Sumber: Permen PUPR No. 4 Tahun 2017

Pada umumnya, manhole berbentuk empat persegi panjang, kubus ataupun bulat. Manhole didesain agar orang bisa masuk ke dalamnya. Hal ini bertujuan untuk memudahkan perawatan saluran. Dalam materi I bidang air limbah (2013), manhole dikasifikasikan menjadi 3, yaitu:

- Manhole dangkal: kedalaman 0,75-0,9 meter dengan cover kedap;
- Manhole normal: kedalaman 1,5 meter dengan cover berat;
- Manhole dalam: kedalaman diatas 1,5 meter dengan cover berat.

Sedangkan untuk dimensi manhole disesuaikan dengan kedalaman manhole itu sendiri. Adapun ketentuan dimensi manhole adalah sebagai berikut:

- Dimensi horizontal harus cukup untuk melakukan pemeriksaan dan pembersihan dengan masuk ke dalam saluran. Dimensi vertikal bergantung pada kedalamannya.
- Lubang masuk (access shaft), minimal 50 cm x 50 cm atau berdiameter 60 cm.
- Dimensi minimal disebelah bawah lubang masuk dengan kriteria sebagai berikut:
  - 1) Untuk kedalaman manhole sampai 0,8 meter, dimensi yang digunakan adalah 75 cm x 75 cm.
  - 2) Untuk kedalaman manhole 0,8-2,1 meter, dimensi yang digunakan adalah 120 cm x 90 cm atau diameter 120 cm.
  - 3) Untuk kedalaman manhole 2,1 meter, dimensi yang digunakan adalah 120 cm x 90 cm atau diameter 140 cm.



Gambar 2.3 Manhole

Sumber: Weiner dan Matthews (2003)

- b. Bangunan Penggelontor
 

Bangunan penggelontor terletak di setiap garis pipa dimana kecepatan pembersihan (*self-cleansing*) tidak tercapai akibat kemiringan tanah/pipa yang terlalu landai atau kurangnya kapasitas aliran.
- c. Syphon
 

Sebagai bangunan perlintasan seperti pada sungai/ kali, jalan kereta api, atau depressed highway. Adapun komponen struktur syphon adalah sebagai berikut:

  - Inlet dan Outlet: sebagai pengendali debit dan fasilitas pembersihan
  - Depressed sewer:
    - 1) Berfungsi sebagai perangkat sehingga kecepatan pengaliran harus cukup tinggi, diatas 1 m/detik pada saat debit rata-rata.
    - 2) Terdiri dari minimal 3 unit (ruas) pipa syphon dengan dimensi yang berbeda, minimal 150 mm. pipa ke 1 didesain dengan  $Q_{min}$ , pipa ke 2 didesain dengan  $(Q_r - Q_{min})$  dan pipa ke 3 didesain dengan  $(Q_p - Q_r)$ .
- d. Terminal Clean Out
 

Berfungsi sebagai pengganti manhole yang letaknya berada pada ujung saluran terutama pipa lateral yang pendek dengan jarak dari manhole
- e. Stasiun Pompa
 

Beberapa fungsi dari stasiun pompa adalah:

  - Sebagai stasiun angkat (lift station), dipasang pada setiap jarak tertentu pada jaringan perpipaan yang sudah cukup dalam.
  - Sebagai booster station, untuk menyalurkan air limbah yang tidak memerlukan pengaliran secara gravitasi.
- f. Sambungan Rumah
 

Untuk mengalirkan air limbah yang berasal dari sumbernya ke pipa induk, diperlukan beberapa sambungan pipa, diantaranya adalah:

  - Pipa dari kloset (black water)

- 1) Diameter pipa minimal 75 mm.
  - 2) Bahan dari PVC atau asbes semen.
  - 3) Kemiringan pipa 1-3%.
- Pipa untuk pengaliran air limbah non tinja (grey water)
    - 1) Diameter pipa minimal 50 mm.
    - 2) Bahan dari PVC atau asbes semen.
    - 3) Kemiringan 0,5-1%. d. Khusus air limbah dari dapur harus dilengkapi dengan unit perangkap lemak (grease trap).
  - Pipa persil ke HI
    - 1) Dimensi dibuat sama atau lebih besar daripada dimensi pipa plambing utama. Biasanya sebesar 100-150 mm yang menuju ke Inspection Chamber.
    - 2) Kemiringan dipasang selurus mungkin, dengan kemiringan minimal 2%
  - Perangkat Pasir/ Lemak
    - 1) Untuk mencegah penyumbatan akibat masuknya lemak dan pasir ke dalam pipa persil dan lateral dalam jumlah besar.
    - 2) Disarankan dipasang pada dapur, tempat cuci, atau pada daerah dengan pemakaian air rendah.
    - 3) Lokasinya sedekat mungkin dengan sumbernya.
  - Private Boxes (bak kontrol pekarangan)
    - 1) Luas permukaan minimal 40 cm x 40 cm (bagian dalam) dan diberi tutup plat beton yang mudah di buka.
    - 2) Kedalaman bak minimal 30 cm, disesuaikan dengan kebutuhan kemiringan pipa-pipa yang masuk/ keluar bak.
    - 3) Dinding bagian atas dipasang 10 cm lebih tinggi daripada muka tanah agar dapat dicegah masuknya limpasan air hujan.
    - 4) Bahan dinding dan dasar dari batu bata kedap atau beton. Tutup dari beton bertulang atau plat baja yang bisa dibuka tutup.
  - House Inlet (Bak kontrol terakhir sambungan rumah)
    - 1) Luas permukaan minimal 50 cm x 50 cm (bagian dalam) dan diberi tutup plat beton yang mudah dibuka-tutup.
    - 2) Kedalaman bak 40-60 cm, disesuaikan dengan kebutuhan kemiringan pipa persil yang masuk.
    - 3) Dinding bagian atas dipasang 10 cm lebih tinggi daripada muka tanah agar dapat dicegah masuknya limpasan air hujan.
    - 4) Bahan dinding dan dasar dari batu bata kedap atau beton. tutup dari beton bertulang atau plat baja yang bisa dibuka tutup.
  - Lubang Inspeksi/Inspection Chamber (IC)
    - 1) Jarak antar dua IC dan HI  $\leq 40$  m.
    - 2) Ada 3 tipe IC untuk kedalaman hingga 2 m. Apabila kedalaman  $\geq 2,5$  m, gunakan manhole yang dipakai pada sistem konvensional.
    - 3) Dimensinya tergantung pada tipe dan bentuk penampang IC, serta kedalaman pipa. Bentuk empat persegi panjang dipilih bila akan dilakukan pembersihan pipa dengan bambu atau besi beton. Dimensi IC berdasarkan tipe dan bentuk penampang selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

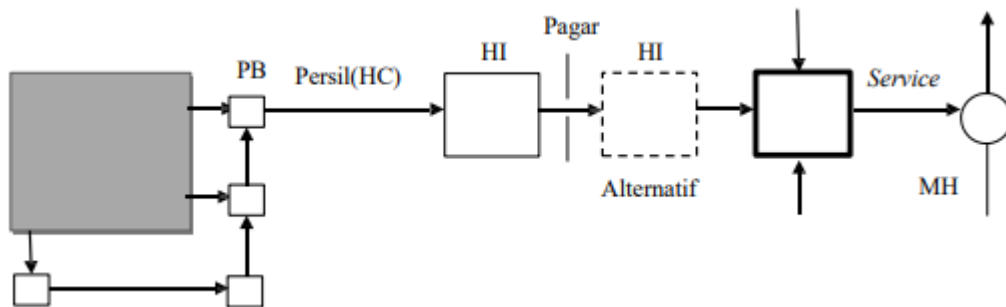
Tabel 2.5 Dimensi Lubang Inspeksi

Tipe IC	Kedalaman Pipa (m)	Dimensi IC (m <sup>2</sup> )	
		Bujur Sangkar	Persegi Panjang
IC-1	$\leq 0,75$	0,4 x 0,4	0,4 x 0,6
IC-2	0,75-1,35	0,7 x 0,7	0,6 x 0,8

Tipe IC	Kedalaman Pipa (m)	Dimensi IC (m <sup>2</sup> )	
		Bujur Sangkar	Persegi Panjang
IC-3	1,35-2,5	-	0,8 x 1,2

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013)

- 4) Bila kedalaman IC  $\geq 1$  m, maka bagian dalam dilengkapi tangga dari mild steel ukuran 20 mm yang di tancapkan ke dinding sedalam 20 cm dengan panjang 75 cm. Bagian tangga teratas berada 45 cm dari bawah tutup, dan yang terbawah 30 cm diatas benching.
- 5) Bahan lantai IC terdiri dari beton tanpa tulangan dan pasangan batu untuk dinding. Tutupnya terbuat dari beton atau plat baja yang dapat dibuka tutup.
- 6) Level tutup IC 10 cm diatas level muka tanah agar dapat mencegah masuknya limpasan air hujan.



SR

Sewerage System

Gambar 2.4 Sketsa Sambungan Rumah  
Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013)

## 2.8. Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik

### 2.8.1. Sistem Penyaluran Air Limbah

#### a. Perpipaan Air Limbah Konvensional (*Conventional Sewer*)

Menurut Permen PUPR No.4 Tahun 2017, sistem penyaluran *conventional sewer* menyalurkan air limbah secara gravitasi, namun apabila kondisi topografi tidak memungkinkan dapat menggunakan sistem pemompaan. Perpipaan air limbah domestik dangkal bergantung pada pembilasan air limbah untuk mengangkut buangan padat (*self-cleansing*). Sistem penyaluran *conventional sewer* ini dipertimbangkan untuk yang sebagian besar penduduknya sudah memiliki suplai air bersih dan kamar mandi pribadi. Sistem ini melayani air limbah domestik dari kamar mandi, cucian, pipa servis, pipa lateral serta dilengkapi dengan pengolahan air limbah. Kriteria perencanaan sistem penyaluran *conventional sewer* selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.6 Kriteria Perencanaan Sistem Penyaluran *Conventional Sewer*

No	Parameter	Keterangan
1	Suplai air bersih	Tersedia suplai air bersih untuk keperluan gelontor
2	Diameter pipa	Minimal 100 mm, karena membawa padatan
3	Aliran dalam pipa	Aliran seragam
4	Kecepatan pengaliran minimal ( <i>self-cleansing</i> )	0,6 m/detik

No	Parameter	Keterangan
5	Kecepatan pengaliran maksimal	3 m/detik

Sumber: Permen PUPR No.4 Tahun 2017

b. Perpipaan Air Limbah Dangkal (*Shallow Sewer*)

Menurut Permen PUPR No.4 Tahun 2017, sistem penyaluran *shallow sewer* menyalurkan air limbah skala kecil, dengan kemiringan pipa yang lebih landai jika dibandingkan dengan sistem penyaluran konvensional. Perpipaan air limbah domestik dangkal tidak bergantung pada pembilasan air limbah untuk mengangkut buangan padat jika dibandingkan dengan cara konvensional yang mengandalkan *self-cleansing*. Sistem penyaluran *shallow sewer* ini dipertimbangkan untuk daerah perkampungan dengan kepadatan penduduk tinggi yang sebagian besar penduduknya sudah memiliki suplai air bersih dan kamar mandi pribadi. Sistem ini melayani air limbah domestik dari kamar mandi, cucian, pipa servis, pipa lateral serta dilengkapi dengan pengolahan air limbah. Kriteria perencanaan sistem penyaluran *shallow sewer* selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.7 Kriteria Perencanaan Sistem Penyaluran *Shallow Sewer*

No	Parameter	Keterangan
1	Kepadatan Penduduk	>15.000 jiwa/km <sup>2</sup>
2	Suplai Air Bersih	>60%
3	Muka Air Tanah	<1,5 m
4	Kemiringan Tanah	<2% ( $\pm 1\%$ )
5	Diameter Basah Maksimum	0,8 diameter pipa
6	Diameter Basah Minimum	0,2 diameter pipa
7	Kemiringan Hidrolis	0,006
8	Kedalaman Pipa Minimum	0,4 m

Sumber: Permen PUPR No.4 Tahun 2017

c. Perpipaan Air Limbah Diameter Kecil (*Small Bore Sewer*)

Menurut Permen PUPR No.4 Tahun 2017, sistem penyaluran *small bore sewer* didesain untuk menerima air limbah rumah tangga setelah diolah dalam tangki septik dan dari air limbah kamar mandi, cuci dapur sehingga bebas dari zat padat. Outlet tangki septik harus lebih tinggi dari Sub-sistem Pengumpulan. Lumpur tinja yang terakumulasi dalam tangki septik akan harus secara periodik. Saluran ini tidak dirancang untuk *self-cleansing*. Pipa yang dipasang hanya pipa persil dan servis menuju Sub-sistem Pengolahan. Pipa lateral dan pipa induk digunakan dalam sistem ini apabila sistem ini diterapkan di daerah perencanaan dengan kepadatan penduduk sangat tinggi. Kriteria perencanaan sistem penyaluran *small bore sewer* selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.8 Kriteria Perencanaan Sistem Penyaluran *Small Bore Sewer*

No	Parameter	Keterangan
1	Diameter pipa minimal	100 mm (tidak membawa padatan)
2	Kecepatan maksimum (aliran dalam pipa tidak harus memenuhi kecepatan <i>self-cleansing</i> , karena tidak membawa padatan)	3 m/detik

Sumber: Permen PUPR No.4 Tahun 2017



### 2.8.2. Kecepatan dan Kemiringan Pipa

Kecepatan dan kemiringan pipa merupakan dua unsur yang saling mendukung agar di dalam pipa terjadi *self-cleansing* sehingga tidak terdapat endapan pada dasar pipa. Kecepatan aliran maksimum dalam pipa pada umumnya adalah 2-3 m/detik, tergantung dari jenis pipa yang digunakan. Sedangkan kecepatan minimumnya harus lebih besar dari 0,6 m/detik. Koefisien kekasaran pipa selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.9 Koefisien Kekasaran Pipa

No	Jenis Saluran	Koefisien Kekasaran Manning (n)
1	Pipa besi tanpa lapisan	0,012-0,015
a	Dengan lapisan semen	0,012-0,013
b	Pipa berlapis gelas	0,011-0,017
2	Pipa asbestos semen	0,010-0,015
3	Saluran pasangan batu bata	0,012-0,017
4	Pipa beton	0,012-0,016
5	Pipa baja spiral dan pipa kelingan	0,013-0,017
6	Pipa plastic halus (PVC)	0,002-0,012
7	Pipa tanah liat ( <i>vitrifiedclay</i> )	0,011-0,015

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum (2013)

### 2.8.3. Jaringan Pipa Air Limbah

Jaringan pipa air limbah terdiri dari

- a. Pipa retikulasi:
  - Pipa lateral: saluran pengumpul air limbah domestik dari beberapa bangunan ke pipa servis.
  - Pipa servis: saluran pengumpul air limbah domestik dari pipa lateral ke pipa induk
- b. Pipa induk: saluran pengumpul air limbah domestik dari pipa retikulasi ke bangunan pengolahan air limbah domestik.

Permen PUPR No. 4 Tahun 2017

### 2.8.4. Diameter Pipa Air Limbah

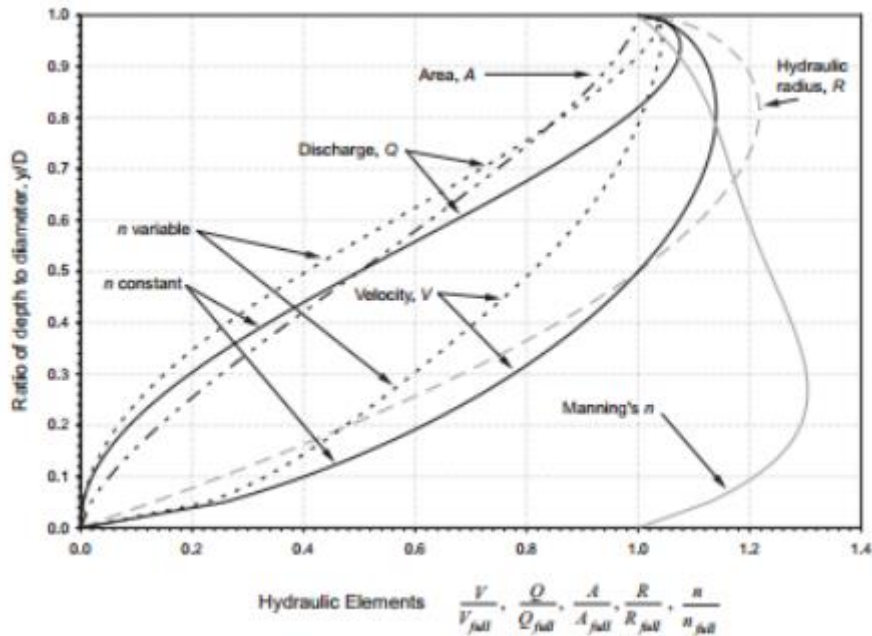
Perpipaan air limbah domestik dangkal tergantung pada pembilasan air limbah untuk mengangkut buangan padat jika dibandingkan dengan cara konvensional yang mengandalkan *self-cleansing*. Sistem penyaluran harus dipertimbangkan untuk daerah perkampungan dengan kepadatan penduduk tinggi yang penduduknya sudah memiliki suplai air bersih dan kamar mandi pribadi. Sistem ini harus melayani air limbah domestik dari kamar mandi, cucian, pipa servis, pipa lateral, serta dilengkapi dengan pengolahan air limbah. Persamaan untuk menghitung dimensi pipa selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$v = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (2.20)$$

Dimana:

- v : kecepatan aliran air dalam pipa (m/s)  
n : koefisien kekasaran manning  
R : jari jari hidraulik (m)  
S : slope pipa (m/m)

Pada perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah juga harus ditentukan tinggi muka air pada pipa SPAL saat debit maksimum dan saat debit minimum. Saat debit maksimum tinggi renang maksimum (d/D) maksimal 80% dari diameter pipa sedangkan debit minimum tinggi renang minimum (d/D) minimal 20% dari diameter pipa, nilai tersebut dapat dicari selengkapnya pada gambar berikut.



Gambar 2.5 Geometric dan Hydraulic Ratio

Sumber: Metcalf & Eddy (2003)

Persamaan untuk menghitung debit penuh selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$Q_{full} = 0,312 \times \frac{1}{n} \times D^{2,67} \times S^{1/2} \quad (2.21)$$

Dimana:

$Q_{full}$  : debit pipa saat keadaan penuh ( $m^3/s$ )

$n$  : koefisien kekasaran manning

$D$  : diameter (m)

$S$  : slope pipa (m/m)

### 2.8.5. Penanaman Pipa Air Limbah

Penanaman pipa mengikuti slope medan/pipa yang telah ditetapkan sebelumnya. Slope tersebut diusahakan sedapat mungkin mengikuti slope medan dan diusahakan sedemikian rupa sehingga pemompaan tidak diperlukan. Pompa digunakan apabila penanaman pipa telah mencapai 7 meter. Untuk beberapa pipa yang memiliki slope lebih landai daripada slope muka tanah dan juga mempunyai beda ketinggian lebih dari 1 meter dapat digunakan drop manhole. Penanaman pipa harus memperhatikan perubahan diameter, dikarenakan perbesaran dan pengecilan pipa mempengaruhi cara perhitungan.

#### a. Elevasi Pipa Pertama

Persamaan untuk elevasi pipa selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$\text{Elevasi atas awal} = \text{Elevasi tanah awal} - 1 \quad (2.22)$$

$$\text{Elevasi atas akhir} = \text{Elevasi atas awal} - \text{headloss} \quad (2.23)$$

$$\text{Elevasi dasar awal} = \text{Elevasi atas awal} - \text{diameter} \quad (2.24)$$

$$\text{Elevasi dasar akhir} = \text{Elevasi dasar awal} - \text{headloss} \quad (2.25)$$

#### b. Elevasi Pipa dengan Diameter Sama atau Lebih Besar

Persamaan untuk elevasi pipa dengan diameter yang sama atau lebih besar selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$\text{Elevasi atas awal} = \text{Elevasi atas akhir pipa sebelumnya} \quad (2.26)$$

$$\text{Elevasi atas akhir} = \text{Elevasi atas awal} - \text{headloss} \quad (2.27)$$

$$\text{Elevasi dasar awal} = \text{Elevasi atas awal} - \text{diameter} \quad (2.28)$$

$$\text{Elevasi dasar akhir} = \text{Elevasi dasar awal} - \text{headloss} \quad (2.29)$$

c. Elevasi Pipa dengan Diameter Lebih Kecil  
 Persamaan untuk elevasi pipa dengan diameter lebih kecil selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$\text{Elevasi atas awal} = \text{Elevasi dasar awal} + \text{diameter} \quad (2.30)$$

$$\text{Elevasi atas akhir} = \text{Elevasi atas awal} - \text{headloss} \quad (2.31)$$

$$\text{Elevasi dasar awal} = \text{Elevasi dasar akhir pipa sebelumnya} \quad (2.32)$$

$$\text{Elevasi dasar akhir} = \text{Elevasi dasar awal} - \text{headloss} \quad (2.33)$$

d. Kedalaman Penanaman Pipa

Persamaan untuk kedalaman penanaman pipa selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$\text{Kedalaman penanaman awal} = \text{Elv tanah awal} - \text{elv dasar pipa awal} \quad (2.34)$$

$$\text{Kedalaman penanaman akhir} = \text{Elv tanah akhir} - \text{elv dasar pipa akhir} \quad (2.35)$$

$$\text{Kedalaman punggung pipa awal} = \text{Elv tanah awal} - \text{elv atas pipa awal} \quad (2.36)$$

$$\text{Kedalaman punggung pipa akhir} = \text{Elv tanah akhir} - \text{elv atas pipa akhir} \quad (2.37)$$

## 2.9. Teknologi Pengolahan Air Limbah

Menurut Metcalf & Eddy (2003), pengolahan yang paling sering digunakan untuk menghilangkan kandungan fisik dalam air limbah disebut dengan unit operasi sedangkan untuk kandungan kimia dan biologis disebut dengan unit proses. Lambat laun, unit operasi dan unit proses tersebut kemudian digabung dan dibedakan menjadi beberapa tahap pengolahan sesuai dengan tingkatan pencemar yang terkandung dalam air limbah. Tahapan pengolahan air limbah yaitu:

- Preliminary*: untuk menghilangkan material-material besar yang terdapat dalam air limbah seperti kain, batang, material yang mengapung, pasir, serta lemak yang dapat menyebabkan masalah pada pompa, pengoperasian, serta perawatan pada pengolahan selanjutnya. Unit-unit pengolahan preliminary yaitu bak ekualisasi, screen, communitor, grit chamber, bak pre-aeration, dan kemungkinan klorinasi.
- Primary*: untuk menghilangkan partikel tersuspensi, partikel yang mengendap, dan material organik dari air limbah. Pengolahan ini identik dengan bak pengendap pertama. Unit ini dapat menghilangkan kandungan partikel tersuspensi sebesar 50%-70% dan 25%-40% BOD.
- Secondary*: untuk menghilangkan partikel organik yang bersifat *biodegradable*, partikel terlarut, dan partikel tersuspensi. Pengolahan pada tahap ini merupakan pengolahan biologis yang memanfaatkan mikroorganisme untuk mendegradasi partikel terlarut dan partikel organik yang ada dalam air limbah. Pengolahan ini dapat dibagi menjadi 2 kelompok yaitu *attached growth* dengan unit pengolahan seperti trickling filter, rotating biological contactors (RBC), serta sand filter, dan *suspended growth* dengan unit pengolahan seperti kolam aerasi, *sequencing batch reactor*, aerobik dan anaerobik digester, *anaerobic baffled reactor*, anaerobik filter, kolam stabilisasi, dan aerated lagoon. Pengolahan ini dapat menghilangkan BOD<sub>5</sub> dan TSS sebesar 85% namun, kurang efektif untuk menghilangkan kandungan nutrient seperti N dan P, logam berat, material yang bersifat *non-biodegradable* bakteri, virus, dan mikroorganisme lainnya. Selain itu, pengolahan ini juga dapat dibedakan berdasarkan kebutuhan oksigen. Karakteristik pengolahan aerobik dan anaerobik selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.10 Karakteristik Pengolahan Aerobik dan Anaerobik

No	Parameter	Aerobik	Anaerobik
1	Kebutuhan Energi	Tinggi	Rendah

No	Parameter	Aerobik	Anaerobik
2	Tingkat Pengolahan	60-90%	95%
3	Produksi Lumpur	Tinggi	Rendah
4	Stabilitas Proses Terhadap Toksik Dan Perubahan Beban	Sedang sampai tinggi	Rendah sampai sedang
5	Kebutuhan Nutrien	Tinggi	Rendah
6	Bau	Tidak terlalu berpotensi menimbulkan bau	Berpotensi menimbulkan bau
7	Produksi Biogas	Tidak ada	Ada (dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi)
8	Start-Up Time	2-4 minggu	2-4 bulan

Sumber: Eckenfelder *et al.*, (1988)

- d. *Tertiary*: untuk menghilangkan sisa dari partikel tersuspensi dari secondary treatment dengan menggunakan microscreen atau filter granular. Selain itu, pengolahan ini juga digunakan untuk menghilangkan nutrien.
- e. *Advance*: untuk menghilangkan material terlarut dan tersuspensi setelah pengolahan biologis yang dimaksudkan untuk berbagai jenis pemanfaatan air. Klorinasi, ultrafiltration, nitrifikasi dan denitrifikasi, ion exchange dan wetland merupakan contoh dari pengolahan *advance*.

### 2.9.1. Sumur Pengumpul

Berdasarkan Panduan Perencanaan Teknik Terinci Sub-Sistem Pengolahan Terpusat (2018), bangunan bak atau sumur pengumpul merupakan salah satu bangunan pendukung yang berfungsi untuk mengumpulkan air limbah domestik dari sub-sistem pengumpulan. Bangunan ini penting karena umumnya posisi sub-sistem pengumpulan yang menuju ke sub-sistem pengolahan terpusat pada elevasi di bawah permukaan tanah sehingga memerlukan upaya pemompaan untuk menaikkan elevasi air agar dapat dialirkan secara gravitasi ke setiap unit pengolahan.

Perencanaan bak atau sumur pengumpul bergantung pada tipe, konfigurasi, dan kontrol (konstan atau variabel kecepatan atau elevasi muka air) pompa yang digunakan. Sumur pengumpul direncanakan dengan kapasitas yang cukup besar untuk mencegah kerja pompa yang terus menerus. Namun, kapasitas sumur pengumpul juga harus memerhatikan waktu detensi yang tidak terlalu lama sehingga berpotensi mengakibatkan terjadi proses biologi yang menimbulkan bau berlebihan. Oleh karena itu, menurut Permen PUPR No.4 Tahun 2017, waktu detensi yang dapat digunakan dalam sumur pengumpul yaitu < 10 menit. Penentuan volume dapat dilakukan dengan menghitung waktu detensi yang telah ditetapkan dengan debit air limbah yang masuk ke dalam sumur pengumpul.

### 2.9.2. Saringan Sampah (Screen)

Berdasarkan Panduan Perencanaan Teknik Terinci Sub-Sistem Pengolahan Terpusat (2018), saringan sampah merupakan unit pengolahan air limbah domestik yang diletakan di awal pengolahan. Unit ini berfungsi untuk menyisihkan material kasar seperti sampah-sampah yang ikut terbawa di dalam jaringan pipa sub-sistem pengumpulan. Penyisihan material kasar ini penting karena berpotensi dapat mengganggu sistem kerja peralatan seperti pompa dan penyumbatan pada pipa. Prinsip kerjanya yaitu menyaring material atau padatan berukuran besar masuk ke dalam pengolahan air limbah. Saringan sampah seringkali dilengkapi dengan kawat-kawat, kisi-kisi, plat berlubang, ataupun memanfaatkan lubang pada pipa. Selanjutnya, sampah diangkut menuju ke penampungan untuk dibuang ke tempat pembuangan sampah.

Letak unit saringan sampah dapat disesuaikan dengan tipe pompa yang digunakan dalam bangunan inlet. Jika pompa yang digunakan adalah pompa ulir atau screw pump maka unit saringan sampah dapat diletakkan setelah pompa. Kriteria perencanaan serta koefisien jenis dan bentuk saringan selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut.

Parameter	U.S. customary units			SI units		
	Unit	Cleaning method		Unit	Cleaning method	
		Manual	Mechanical		Manual	Mechanical
Bar size						
Width	in.	0.2–0.6	0.2–0.6	mm	5–15	5–15
Depth	in.	1.0–1.5	1.0–1.5	mm	25–38	25–38
Clear spacing between bars	in.	1.0–2.0	0.6–3.0	mm	25–50	15–75
Slope from vertical	deg	30–45	0–30	deg	30–45	0–30
Approach velocity						
Maximum	ft/s	1.0–2.0	2.0–3.25	m/s	0.3–0.6	0.6–1.0
Minimum	ft/s		1.0–1.6	m/s		0.3–0.5
Allowable headloss	in.	6	6–24	mm	150	150–600

Gambar 2.6 Kriteria Perencanaan Sumur Pengumpul  
Sumber: Metcalf & Eddy, (2014)

Bar Type	$\beta$
Sharp-edged rectangular	2.42
Rectangular with semicircular upstream face	1.83
Circular	1.79
Rectangular with semicircular upstream and downstream faces	1.67
Tear shape	0.76

Gambar 2.7 Koefisien Jenis dan Bentuk Saringan  
Sumber: Qasim & Zhu, (2018)

### 2.9.3. Bak Penangkap Lemak

Bak penangkap lemak digunakan untuk mencegah penyumbatan saluran akibat masuknya minyak dan lemak dalam jumlah besar ke dalam saluran. Bak penangkap lemak dapat digunakan pada dapur atau tempat cuci dan diletakkan sedekat mungkin dengan sumbernya. Adapun pemakaian bak penangkap lemak ini perlu diperhatikan karena bak penangkap lemak memerlukan pembersihan scum secara berkala dan kebutuhan lahan yang cukup besar apabila debit airnya besar. Berdasarkan Panduan Perencanaan Teknik Terinci Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja (2018), bak penangkap lemak terdiri dari dua kompartemen, yaitu kompartemen pertama dengan panjang sekitar 2/3 dari total panjang dan kompartemen kedua dengan panjang sekitar 1/3 dari total panjang. Selain itu, bak penangkap lemak harus dilengkapi dengan lubang kontrol (manhole) dengan diameter minimum 0,6 m.

### 2.9.4. Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)

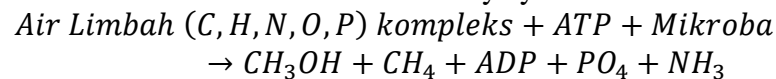
Proses MBBR adalah jenis proses pengolahan air limbah dengan sistem pertumbuhan mikroba terlekat (attached growth) pada media, seperti yang terjadi pada sistem Tricking Filter (TF) dan Rotating-Biological Contactor (RBC). Pada sistem pengolahan dengan pertumbuhan mikroba terlekat konvensional, seperti TF dan RBC, mikroba akan melekat pada media dengan posisi yang tidak berubah (fixed place) dan membutuhkan luas permukaan media yang besar. Namun pada sistem MBBR, media dijaga untuk tetap terendam dan bergerak dalam air limbah dengan diffuser atau mixer. Pengolahan MBBR umumnya dapat menggunakan reaktor yang

berbentuk hampir sama dengan reaktor lumpur aktif konvensional. Proses MBBR tidak memerlukan resirkulasi lumpur, namun bisa dilakukan resirkulasi nitrit apabila terdapat proses denitrifikasi. Kunci parameter desain dari proses MBBR adalah Surface Area Removal Flux (SARF) atau Surface Area Loading Rate (SALR) dengan satuan massa per luas per waktu (umumnya g/m<sup>2</sup>/hari). Debit pengolahan akan dibagi dengan SARF untuk menemukan luas permukaan media. Luas permukaan media merepresentasikan jumlah media yang dibutuhkan bukan luas permukaan reaktor. Luas permukaan media akan dibagi dengan luas spesifik untuk mendapatkan volume reaktor yang dibutuhkan.

Unit pengolahan MBBR dapat digunakan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya eutrofikasi. Penyebab utama dari eutrofikasi adalah kehadiran zat fosfat (P) dan zat nitrogen (N) terlarut dalam air dengan jumlah tinggi. Maka, unit pengolahan perlu didesain agar dapat mengurangi zat P dan N. Penghilangan kandungan P dan N dapat dilakukan dengan proses sistem A2O. Skenario penghilangan kandungan P dan N pada sistem A2O dijelaskan dengan persamaan reaksi biokimia berikut.

a. Zona anaerobik

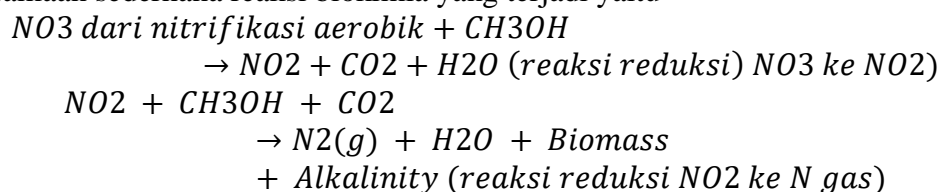
Pada zona anaerobik, terjadi proses hidrolisis air limbah (hidrokarbon kompleks) oleh mikroba membentuk metanol dan gas metana. Proses ini juga disebut sebagai proses metagenesis. Proses metabolisme mikroba untuk proses hidrolisis di zona anaerobik adalah dengan mengambil ATP (memerlukan energi) dan melepas ADP dan PO<sub>4</sub>. Persamaan sederhana reaksi biokimianya yaitu



Reaksi diatas hanyalah gambaran skenario reaksi yang terjadi dan belum diberi koefisien stoikiometrik. Konsentrasi fosfat pada zona anaerobik akan mengalami peningkatan. CH<sub>4</sub> yang dihasilkan dapat diolah kembali menjadi sumber energi baru terbarukan.

b. Zona anoksik

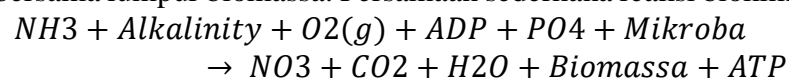
Di dalam suasana anoxic, akan terjadi proses denitrifikasi. Air limbah yang mengandung NO<sub>3</sub> dari proses nitrifikasi pada zona aerobik akan dialirkan kembali kedalam reaktor zona anoxic untuk mereduksi NO<sub>3</sub> menjadi nitrogen gas. Persamaan sederhana reaksi biokimia yang terjadi yaitu



Reaksi diatas hanyalah gambaran skenario reaksi yang terjadi dan belum diberi koefisien stoikiometrik.

c. Zona aerobik

Pada zona aerobik, akan terjadi beberapa proses, diantaranya nitrifikasi (oksidasi ammonia), pengambilan ADP dan PO<sub>4</sub>, dan pembentukan biomassa baru. Proses metabolisme mikroba di zona aerobik adalah dengan mengambil ADP dan PO<sub>4</sub> sebagai sumber nutrient untuk menghasilkan energi (ATP). PO<sub>4</sub> akan menjadi presipitat bersama lumpur biomassa. Persamaan sederhana reaksi biokimianya yaitu



Reaksi diatas hanyalah gambaran skenario reaksi yang terjadi dan belum diberi koefisien stoikiometrik. NO<sub>3</sub> yang dihasilkan akan diresirkulasi ke zona anoxic untuk direduksi menjadi Nitrogen gas. Sedangkan lumpur biomassa sebagian akan

di resirkulasi ke zona anaerobik untuk menjaga konsentrasi mikroba yang akan melakukan proses methanogenesis.

Kriteria perencanaan selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut.

No.	Kriteria	Satuan	Keterangan
1.	HRT anoksik	jam	0,5–2
2.	HRT aerobik	jam	–4
3.	Luas permukaan biofilm elemen pembawa	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	500–1.200
4.	Biomassa per unit luas permukaan	g TS/m <sup>2</sup>	5–25
5.	BOD SALR	g/m <sup>2</sup> .hari	7,5–25
6.	COD SALR	g/m <sup>2</sup> .hari	15–50
7.	NH <sub>4</sub> -N SALR	g/m <sup>2</sup> .hari	0,45–1

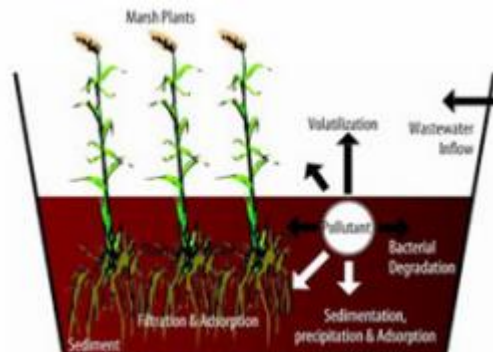
Gambar 2.8 Kriteria Perencanaan Moving Bed Biofilm Reactor

Sumber: Panduan Perencanaan Teknik Terinci Sub-Sistem Pengolahan Terpusat, (2018)

### 2.9.5. *Constructed Wetlands*

Wetland atau lahan basah merupakan salah satu metode pengolahan air limbah domestik yang dapat digunakan dengan memanfaatkan peran tanaman. Metode ini memanfaatkan tanaman untuk menyisihkan polutan yang terkandung di dalam air limbah domestik baik organik maupun anorganik. Constructed wetland dirancang untuk mengolah air limbah domestik (kaku atau non-kaku) dan/atau air limbah industri yang memiliki rasio BOD/COD > 0,3 (mengindikasikan biodegradable). Sistem ini umumnya digunakan sebagai pengolahan lanjutan setelah proses pengolahan tahap kedua atau ketiga. Pada unit pengolahan ini, terdapat beberapa proses yang terjadi di dalam pengolahan menggunakan wetland. Adapun proses tersebut, yakni:

- filtrasi dan penyisihan kontaminan
- pengendapan padatan tersuspensi
- presipitasi, adsorpsi, dan penyerapan logam; dan
- dekomposisi organik karbon oleh mikroorganisme. Ilustrasi proses pengolahan air limbah domestik di dalam wetland dapat dilihat pada

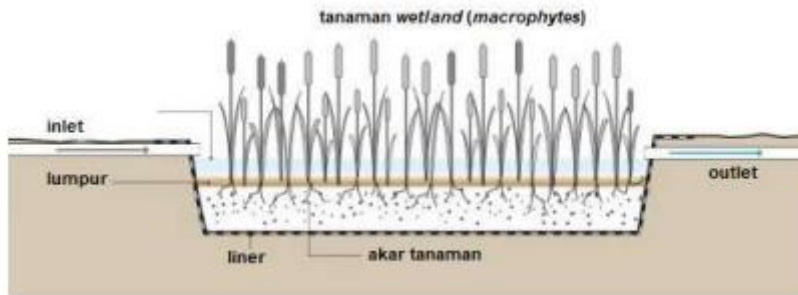


Gambar 2.9 *Constructed Wetlands*

Sumber: Panduan Perencanaan Teknik Terinci Sub-Sistem Pengolahan Terpusat, (2018)

Adapun metode ini terbagi menjadi beberapa jenis yaitu

- Free Water Surface Constructed Wetland  
Jenis ini terdiri dari sebuah kolam yang dangkal dan berisi tanah atau media lainnya sebagai tempat tumbuh vegetasi. Jenis ini digunakan untuk mensimulasikan lahan basah alami, di mana air mengalir di atas permukaan tanah dengan ketinggian air dijaga sekitar 10-45 cm.

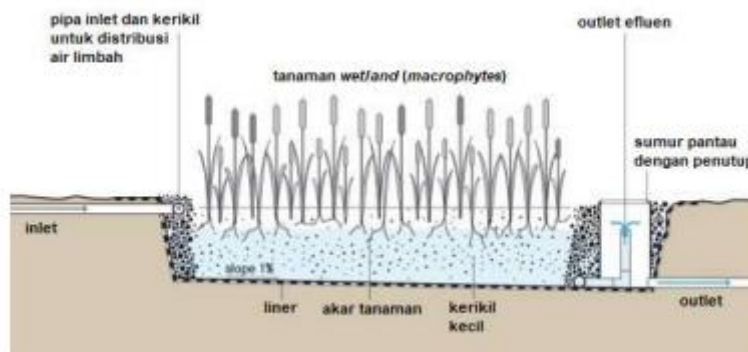


Gambar 2.10 *Free Water Surface Constructed Wetlands*

Sumber: Panduan Perencanaan Teknik Terinci Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja, (2018)

b. **Subsurface Horizontal Flow Constructed Wetland**

Jenis ini untuk membuat air mengalir horizontal di bawah permukaan media melalui media yang dapat dilalui air (permeable) agar proses pengolahan tetap terjadi di bawah permukaan dan agar tidak menimbulkan bau. Media yang seringkali digunakan yaitu tanah, pasir, dan kerikil, dimana pemilihan media ini sangat mempengaruhi sistem hidraulik. Umumnya ketinggian air dijaga pada 5-15 cm dan apabila menggunakan media kerikil, jenis yang digunakan berdiameter 3-32 mm untuk mengisi kolam dengan kedalaman 0,5-1 m.

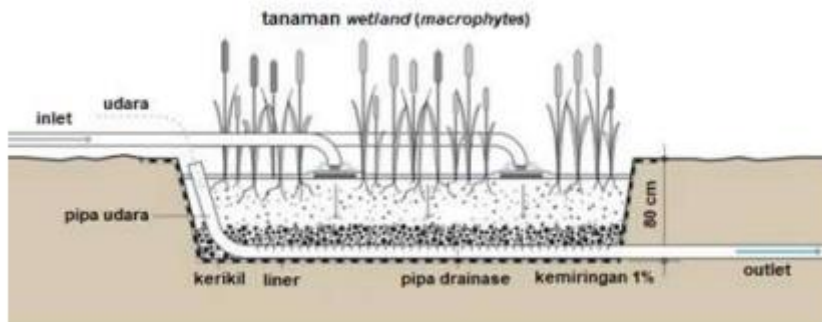


Gambar 2.11 *Subsurface Horizontal Flow Constructed Wetlands*

c. Sumber: Panduan Perencanaan Teknik Terinci Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja, (2018)

d. **Vertical Flow Constructed Wetland**

Jenis ini hampir sama dengan sistem sub surface horizontal flow. Yang membedakan yaitu pengaliran air tidak dilakukan secara kontinyu, melainkan intermiten. Air dialirkan dari atas ke bawah melewati akar dan media untuk proses filtrasi hingga akhirnya keluar melalui sistem perpipaan pada dasar kolam. Nutrien dan material organik diabsorpsi oleh mikroorganisme. Jeda pengisian akan membentuk fase di mana biomassa mengalami waktu lapar sehingga pertumbuhannya menurun dan porositas meningkat.



Gambar 2.12 *Vertical Flow Constructed Wetlands*

Sumber: Panduan Perencanaan Teknik Terinci Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja, (2018)



Kriteria perencanaan selengkapnya dapat dilihat pada gambar dan tabel berikut.

Parameter	Satuan	Nilai
Waktu detensi (untuk menyisihkan polutan terlarut)	hari	5-14
Waktu detensi (untuk menyisihkan polutan tersuspensi)	hari	0,5-3
Laju beban BOD <sub>5</sub> maksimum	kg/ha.hari	80-112
Laju beban hidraulik	m/hari	0,01-0,05
Luas permukaan dibutuhkan	ha/m <sup>3</sup> .hari	0,002-0,014
Rasio panjang : lebar	-	4:1-6:1
Kedalaman air - kondisi rerata	m	0,1-0,5
Rasio kemiringan dasar	-	3:1-10:1

Gambar 2.13 Kriteria Perencanaan *Constructed Wetlands*

Sumber: Panduan Perencanaan Teknik Terinci Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja, (2018)

Tabel 2.11 Koefisien Suhu untuk Konstanta Laju

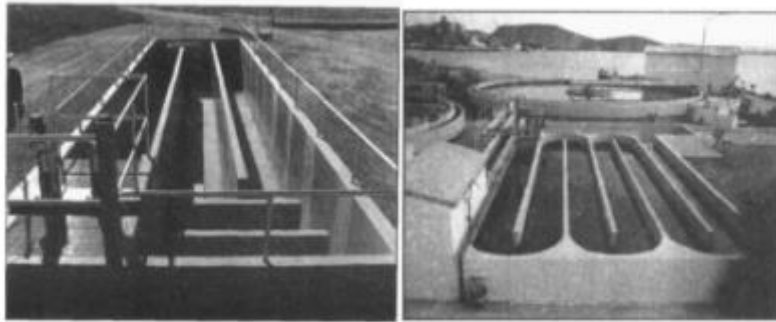
Parameter	Penyisihan BOD	Nitrifikasi (NH <sub>4</sub> )	Denitrifikasi (NH <sub>3</sub> )	Penyisihan Patogen
T (°C)	20	20	20	20
Residu (mg/l)	6	0.2	0.2	-
FWS				
KR (/hari)	0.678	0.2187	1	2.6
θR	1.06	1.048	1.15	1.15
SSFW				
KR (/hari)	1.104	KNH	1	2.6
θR	1.06	1.048	1.15	1.19

Sumber: Panduan Perencanaan Teknik Terinci Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja, (2018)

Metode pengolahan ini relatif murah, memiliki efektifitas yang cukup baik, dan tidak rumit dalam pengoperasian dan perawatan. Namun, pengolahan dengan metode ini membutuhkan waktu detensi yang relatif lama sehingga untuk mengolah air limbah domestik dengan volume yang besar membutuhkan lahan yang besar pula (Panduan Perencanaan Teknik Terinci Sub-Sistem Pengolahan Terpusat, 2018).

### 2.9.6. Disinfeksi

Unit disinfeksi merupakan bak untuk mengkontakan air limbah hasil olahan dengan disinfektan berupa gas klor. Hal ini diperlukan untuk membunuh mikroba patogen yang masih tersisa didalam air limbah olahan. Selain itu, unit ini juga sebagai bak kontrol air hasil olahan sebelum dibuang ke badan air. Untuk menghindari adanya dead zone, unit perlu dibuat menjadi kanal bersekat (seperti unit flokulasi hidrolis). Adapun kriteria perencanaan dari bak disinfeksi yaitu waktu kontak sekitar 40 menit serta kecepatan pengaliran sekitar 2-4,5 m/menit. Gambaran bak disinfeksi selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.14 Unit Disinfeksi  
Sumber: Metcalf & Eddy (2014)

## 2.10. Penelitian dan Perencanaan Terdahulu

Perencanaan sistem penyaluran dan instalasi pengolahan air limbah domestik sudah banyak dilakukan. Namun, belum ada perencanaan sistem penyaluran dan instalasi pengolahan air limbah domestik yang dilakukan secara spesifik di Kelurahan Medokan Ayu. Penelitian dan perencanaan sebelumnya lebih banyak dilakukan dengan skala Kecamatan atau apabila dilakukan dengan skala Kelurahan, penelitian dan perencanaan dilakukan di Kelurahan lainnya. Beberapa alternatif dan teknologi yang pernah direncanakan selengkapnyanya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.12 Penelitian dan Perencanaan Terdahulu

No	Penulis	Judul	Hasil Penelitian dan Perencanaan
1	Rifai dan Nugroho, 2007	Kajian Pendahuluan Kelayakan Penerapan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik secara Komunal di Permukiman Kota Bogor	Air limbah yang diolah yaitu air limbah kakuks dan non-kakuks. Unit pengolahan yang dipilih yaitu <i>upflow anaerobic sludge blanket</i> dan <i>down flow hanging sponge</i> .
2	A., Rahmawati <i>et al.</i> , 2013	<i>Detail Engineering Desain</i> (Ded) Sistem Penyaluran Air Limbah dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Kawasan Industri BSB City, Mijen Kota Semarang	Air limbah yang diolah yaitu air limbah kakuks dan non-kakuks. Alternatif 1 unit pengolahan yaitu <i>bar screen</i> , <i>grit chamber</i> , bak ekualisasi, BP I, <i>activated sludge</i> , BP II, dan SDB. Alternatif 2 unit pengolahan yaitu <i>bar screen</i> , <i>grit chamber</i> , bak ekualisasi, <i>rotating biological contactor</i> , BP I, BP II, dan SDB. Alternatif 3 unit pengolahan yaitu <i>bar screen</i> , <i>grit chamber</i> , bak ekualisasi, BP I, <i>trickling filter</i> , BP II, dan SDB. Alternatif yang dipilih yaitu alternatif 1.
3	Wulandari, 2014	Perencanaan Pengolahan Air Limbah Sistem Terpusat (Studi Kasus di Perumahan PT. Pertamina Unit Pelayanan III Plaju-Sumatera Selatan)	Air limbah yang diolah yaitu air limbah non-kakuks. Unit pengolahan yang dipilih yaitu BP I dan kombinasi <i>anaerobic-aerobic filter</i> .
4	Fanggi <i>et al.</i> , 2015	Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Komunal pada Daerah Pesisir di Kelurahan Metina	Air limbah yang diolah yaitu air limbah non-kakuks. Unit pengolahan yang dipilih yaitu <i>grease trap</i> , bak ekualisasi, BP I, <i>anaerobic biofilter</i> , dan BP II.

No	Penulis	Judul	Hasil Penelitian dan Perencanaan
		Kecamatan Lobalain Kabupaten Rote-Ndao	
5	Pratiwi, 2015	Perencanaan Pengelolaan Air Limbah Domestik di Kelurahan Keputih Surabaya	Air limbah yang diolah yaitu air limbah kaku dan non-kaku. Alternatif unit pengolahan biologis yaitu <i>anaerobic baffled reactor</i> , <i>anaerobic filter</i> , <i>anaerobic digester</i> , dan kolam aerasi. Alternatif yang dipilih yaitu <i>screening</i> , sumur pengumpul, dan ABR.
6	Santoso, 2015	Perencanaan Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Alternatif Media Biofilter (Studi Kasus: Kejawan Gebang Kelurahan Keputih Surabaya)	Air limbah yang diolah yaitu air limbah kaku dan non-kaku. Unit pengolahan yang dipilih yaitu bak ekualisasi, BP I, dan <i>anaerobic biofilter</i> .
7	Ajakima dan Soedjono, 2016	Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal di Kelurahan Kedung Cowek sebagai Upaya Revitalisasi Kawasan Pesisir Kota Surabaya	Air limbah yang diolah yaitu air limbah kaku dan non-kaku. Unit pengolahan yang dipilih yaitu ABR dan <i>aerobic filter</i> .
8	Damayanti, 2016	Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya	Air limbah yang diolah yaitu air limbah kaku dan non-kaku. Alternatif unit pengolahan biologis yaitu <i>anaerobic baffled reactor</i> , <i>anaerobic filter</i> , dan <i>aerobic filter</i> . Alternatif yang dipilih yaitu ABR.
9	Januarita <i>et al.</i> , 2016	Perencanaan Sistem Penyaluran dan Pengolahan Air Limbah Domestik di Sempadan Sungai Pepe Segmen 1 Kota Surakarta	Air limbah yang diolah yaitu air limbah kaku dan non-kaku. Alternatif 1 unit pengolahan yaitu <i>settler</i> , <i>anaerobic baffle</i> reaktor, bak pengumpul. Alternatif 2 unit pengolahan yaitu <i>settler</i> , <i>anaerobic filter</i> , bak pengumpul. Alternatif 3 unit pengolahan yaitu <i>settler</i> , <i>horizontal subsurface constructed wetland</i> , bak pengumpul. Alternatif 4 unit pengolahan yaitu <i>settler</i> , biofilter anaerob-aerob, bak pengumpul. Alternatif yang dipilih yaitu alternatif 3.
10	Mubin <i>et al.</i> , 2016	Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Istiqlal Kota Manado	Air limbah yang diolah yaitu air limbah non-kaku. Unit pengolahan yang dipilih yaitu bak pemisah lemak, bak ekualisasi, BP I, kombinasi <i>anaerobic-aerobic filter</i> , dan BP II.
11	Siswanto, 2016	Perencanaan Instalasi Pengolahan <i>Greywater</i> di Kecamatan Rungkut Kota Surabaya	Air limbah yang diolah yaitu air limbah non-kaku. Alternatif unit pengolahan biologis yaitu <i>anaerobic baffled reactor</i> , <i>anaerobic filter</i> , kolam aerasi, dan <i>up-flow anaerobic sludge blanket</i> .

No	Penulis	Judul	Hasil Penelitian dan Perencanaan
			Alternatif yang dipilih yaitu ABR.
12	Rahmanissa, 2017	Perencanaan Sistem Penyaluran dan Pengolahan Air Limbah Domestik Kecamatan Semarang Barat Kota Semarang	Air limbah yang diolah yaitu air limbah kaku dan non-kaku. Unit pengolahan yang dipilih yaitu ABR dan <i>anaerobic filter</i> .
13	Riolanda, 2017	Perencanaan Pengolahan Air Limbah Domestik secara Komunal di Kelurahan Kapasari Kecamatan Genteng Surabaya	Air limbah yang diolah yaitu air limbah kaku dan non-kaku. Unit pengolahan yang dipilih yaitu ABR.
14	Destio, 2018	Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Putat Jaya, Surabaya	Air limbah yang diolah yaitu air limbah kaku dan non-kaku. Alternatif 1 unit pengolahan yaitu sumur pengumpul, bak distribusi, <i>grease trap</i> , ABR, AF, dan <i>constructed wetlands</i> . Alternatif 2 unit pengolahan yaitu sumur pengumpul, bak distribusi, <i>grease trap</i> , ABR, AF, dan disinfeksi. Alternatif 3 unit pengolahan yaitu sumur pengumpul, bak distribusi, <i>grease trap</i> , dan <i>anaerobic-aerobic filter</i> . Alternatif yang dipilih yaitu alternatif 2.
15	Darmawan, 2018	Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Bulak Banteng, Kota Surabaya	Air limbah yang diolah yaitu air limbah kaku dan non-kaku. Alternatif 1 unit pengolahan yaitu <i>bar screen</i> , <i>grease trap</i> , BP I, <i>aerated lagoon</i> , BP II, dan disinfeksi. Alternatif 2 unit pengolahan yaitu <i>bar screen</i> , <i>grease trap</i> , BP I, <i>oxidation ditch</i> , BP II, dan disinfeksi. Alternatif 3 unit pengolahan yaitu <i>bar screen</i> , <i>grease trap</i> , BP I, <i>trickling filter</i> , BP II, dan disinfeksi. Alternatif yang dipilih yaitu alternatif 2.
16	Utami, 2018	Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Rumah Susun Sederhana Sewa Selagalas Kota Mataram	Air limbah yang diolah yaitu air limbah non-kaku. Unit pengolahan yang dipilih yaitu <i>grease trap</i> , ABR, dan <i>aerobic filter</i> .
17	Danika, 2019	Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah dan Bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Perumahan Puri Persada Indah	Air limbah yang diolah yaitu air limbah non-kaku. Unit pengolahan yang dipilih yaitu sumur pengumpul, <i>grease trap</i> , bak ekualisasi, tangki septik yang terintegrasi dengan <i>anaerobic filter</i> , dan bak kontrol.
18	Dewi dan Slamet, 2020	Perencanaan Sistem Penyaluran dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Rangkah, Kecamatan Tambaksari, Kota Surabaya	Air limbah yang diolah yaitu air limbah non-kaku. Unit pengolahan yang dipilih yaitu ABR dan <i>aerobic biofilter</i> .

No	Penulis	Judul	Hasil Penelitian dan Perencanaan
19	Priambodo, 2020	Perencanaan Sistem Penyaluran dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kecamatan Tambaksari Kota Surabaya	Air limbah yang diolah yaitu air limbah non-kakus. Unit pengolahan yang dipilih yaitu ABR dan <i>anaerobic biofilter</i> .
20	Ayu dan Pangesti, 2021	Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik dengan Metode <i>Constructed Wetland</i> di Perumahan Bumi Ciruas Permai 1 Kabupaten Serang	Air limbah yang diolah yaitu air limbah kakus dan non-kakus. Unit pengolahan yang dipilih yaitu bak ekualisasi, <i>subsurface flow constructed wetland</i> , dan bak penampung.

a. Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Pengolahan Biologis

Penelitian dan perencanaan yang dilakukan Damayanti (2016), terdapat 3 alternatif unit pengolahan biologis yang direncanakan yaitu *anaerobic baffled reactor*, *anaerobic filter*, dan *aerobic filter*. Penelitian dan perencanaan yang dilakukan Siswanto (2016), terdapat 4 alternatif unit pengolahan biologis yang direncanakan yaitu *anaerobic baffled reactor*, *anaerobic filter*, kolam aerasi, dan *up-flow anaerobic sludge blanket*. Penelitian dan perencanaan yang dilakukan Riolanda (2017), terdapat 1 alternatif unit pengolahan biologis yang direncanakan yaitu ABR. Dari semua penelitian dan perencanaan tersebut, unit pengolahan yang dipilih untuk mengolah air limbah domestik yaitu ABR.

Penelitian dan perencanaan yang dilakukan Rifai dan Nugroho (2007), terdapat 1 alternatif rangkaian unit pengolahan biologis yang direncanakan yaitu kombinasi UASB dan *down flow hanging sponge* (DHS). Selain itu, penelitian dan perencanaan yang dilakukan Rahmanissa (2017) dan Priambodo (2020), terdapat 1 alternatif rangkaian unit pengolahan biologis yang direncanakan yaitu kombinasi ABR dan *anaerobic filter*. Sedangkan penelitian dan perencanaan yang dilakukan Ajakima dan Soedjono (2016) serta Dewi dan Slamet (2020), terdapat 1 alternatif rangkaian unit pengolahan biologis yang direncanakan yaitu kombinasi ABR dan *aerobic filter*.

b. Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Kombinasi Pengolahan Fisik dan Biologis

Penelitian dan perencanaan yang dilakukan Wulandari (2014), terdapat 1 rangkaian alternatif unit pengolahan yang direncanakan yaitu BP I dan kombinasi *anaerobic-aerobic filter*. Penelitian dan perencanaan yang dilakukan Fanggi *et al.* (2015), terdapat 1 rangkaian alternatif unit pengolahan yang direncanakan yaitu *grease trap*, bak ekualisasi, BP I, *anaerobic biofilter*, dan BP II. Penelitian dan perencanaan yang dilakukan Pratiwi (2015), terdapat 4 alternatif unit pengolahan biologis yang direncanakan yaitu *anaerobic baffled reactor*, *anaerobic filter*, *anaerobic digester*, dan kolam aerasi. Dari semua alternatif tersebut, rangkaian unit pengolahan yang dipilih untuk mengolah air limbah domestik yaitu *screening*, sumur pengumpul, dan ABR.

Penelitian dan perencanaan yang dilakukan Santoso (2015), terdapat 1 alternatif rangkaian unit pengolahan yang direncanakan yaitu bak ekualisasi, BP I, dan *anaerobic biofilter*. Penelitian dan perencanaan yang dilakukan Mubin *et al.* (2016), terdapat 1 rangkaian alternatif unit pengolahan yang direncanakan yaitu bak pemisah lemak, bak ekualisasi, BP I, kombinasi *anaerobic-aerobic filter*, dan BP II. Penelitian dan perencanaan yang dilakukan Utami (2018), terdapat 1 rangkaian alternatif unit pengolahan yang direncanakan yaitu *grease trap*, ABR, dan *aerobic filter*. Penelitian dan perencanaan yang dilakukan Danika (2019), terdapat 1 rangkaian alternatif unit pengolahan yang direncanakan yaitu sumur pengumpul, *grease trap*, bak ekualisasi, tangki septik yang terintegrasi dengan *anaerobic filter*, dan bak kontrol.

Penelitian dan perencanaan yang dilakukan Januarita *et al.* (2016), terdapat 4 alternatif unit pengolahan yang direncanakan. Alternatif 1 unit pengolahan tersebut yaitu *settler*, *anaerobic baffle* reaktor, dan bak pengumpul. Alternatif 2 unit pengolahan tersebut yaitu *settler*, *anaerobic filter*, dan bak pengumpul. Alternatif 3 unit pengolahan tersebut yaitu *settler*, *horizontal subsurface constructed wetland*, dan bak pengumpul. Alternatif 3 unit pengolahan tersebut yaitu *settler*, biofilter anaerob-aerob, dan bak pengumpul. Kemudian, alternatif unit pengolahan yang dipilih untuk mengolah air limbah domestik yaitu alternatif 3. Sedangkan penelitian dan perencanaan yang dilakukan Ayu dan Pangesti (2021), terdapat 1 rangkaian alternatif unit pengolahan yang direncanakan yaitu bak ekualisasi, *subsurface flow constructed wetland*, dan bak penampung.

c. Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Kombinasi Pengolahan Fisik, Kimia, dan Biologis

Penelitian dan perencanaan yang dilakukan Darmawan (2018), terdapat 3 alternatif unit pengolahan yang direncanakan. Alternatif 1 unit pengolahan tersebut yaitu *bar screen*, *grit chamber*, bak ekualisasi, BP I, *activated sludge*, BP II, dan SDB. Alternatif 2 unit pengolahan tersebut yaitu *bar screen*, *grit chamber*, bak ekualisasi, *rotating biological contactor*, BP I, BP II, dan SDB. Alternatif 3 unit pengolahan tersebut yaitu *bar screen*, *grit chamber*, bak ekualisasi, BP I, *trickling filter*, BP II, dan SDB. Kemudian, alternatif unit pengolahan yang dipilih untuk mengolah air limbah domestik yaitu alternatif 1.

Penelitian dan perencanaan yang dilakukan Destio (2018), terdapat 3 alternatif unit pengolahan yang direncanakan. Alternatif 1 unit pengolahan tersebut yaitu sumur pengumpul, bak distribusi, *grease trap*, ABR, AF, dan *constructed wetlands*. Alternatif 2 unit pengolahan tersebut yaitu sumur pengumpul, bak distribusi, *grease trap*, ABR, AF, dan disinfeksi. Alternatif 3 unit pengolahan tersebut yaitu sumur pengumpul, bak distribusi, *grease trap*, dan *anaerobic-aerobic filter*. Kemudian, alternatif unit pengolahan yang dipilih untuk mengolah air limbah domestik yaitu alternatif 2.

Penelitian dan perencanaan yang dilakukan A., Rahmawati *et al.* (2013), terdapat 3 alternatif unit pengolahan yang direncanakan. Alternatif 1 unit pengolahan tersebut yaitu *bar screen*, *grease trap*, BP I, *aerated lagoon*, BP II, dan disinfeksi. Alternatif 2 unit pengolahan tersebut yaitu *bar screen*, *grease trap*, BP I, *oxidation ditch*, BP II, dan disinfeksi. Alternatif 3 unit pengolahan tersebut yaitu *bar screen*, *grease trap*, BP I, *trickling filter*, BP II, dan disinfeksi. Kemudian, alternatif unit pengolahan yang dipilih untuk mengolah air limbah domestik yaitu alternatif 2.

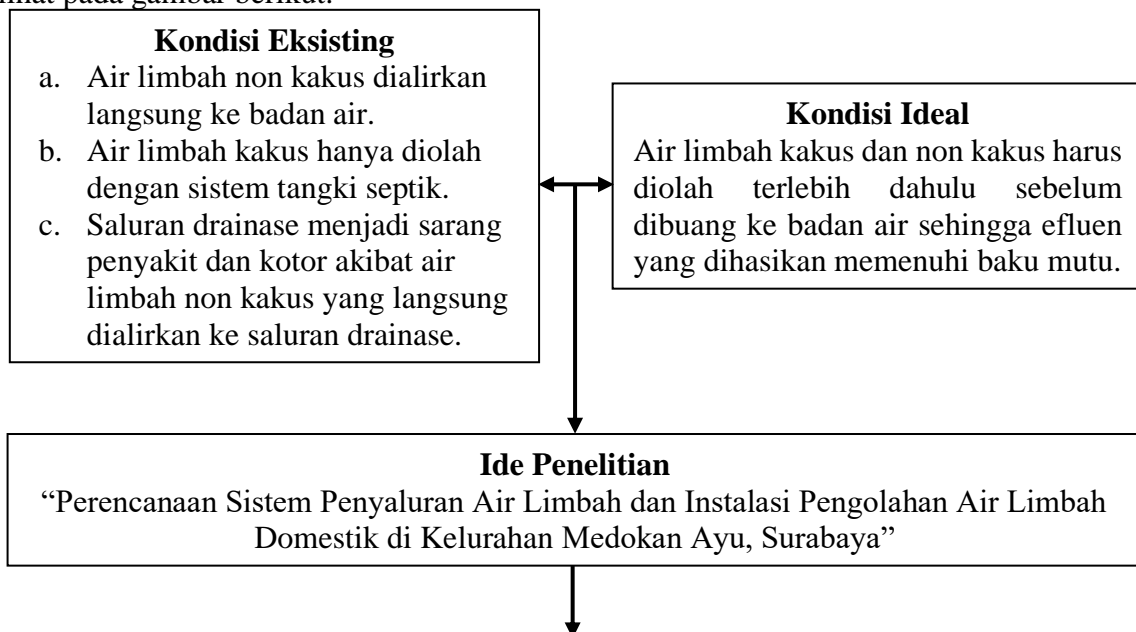
## BAB III METODOLOGI

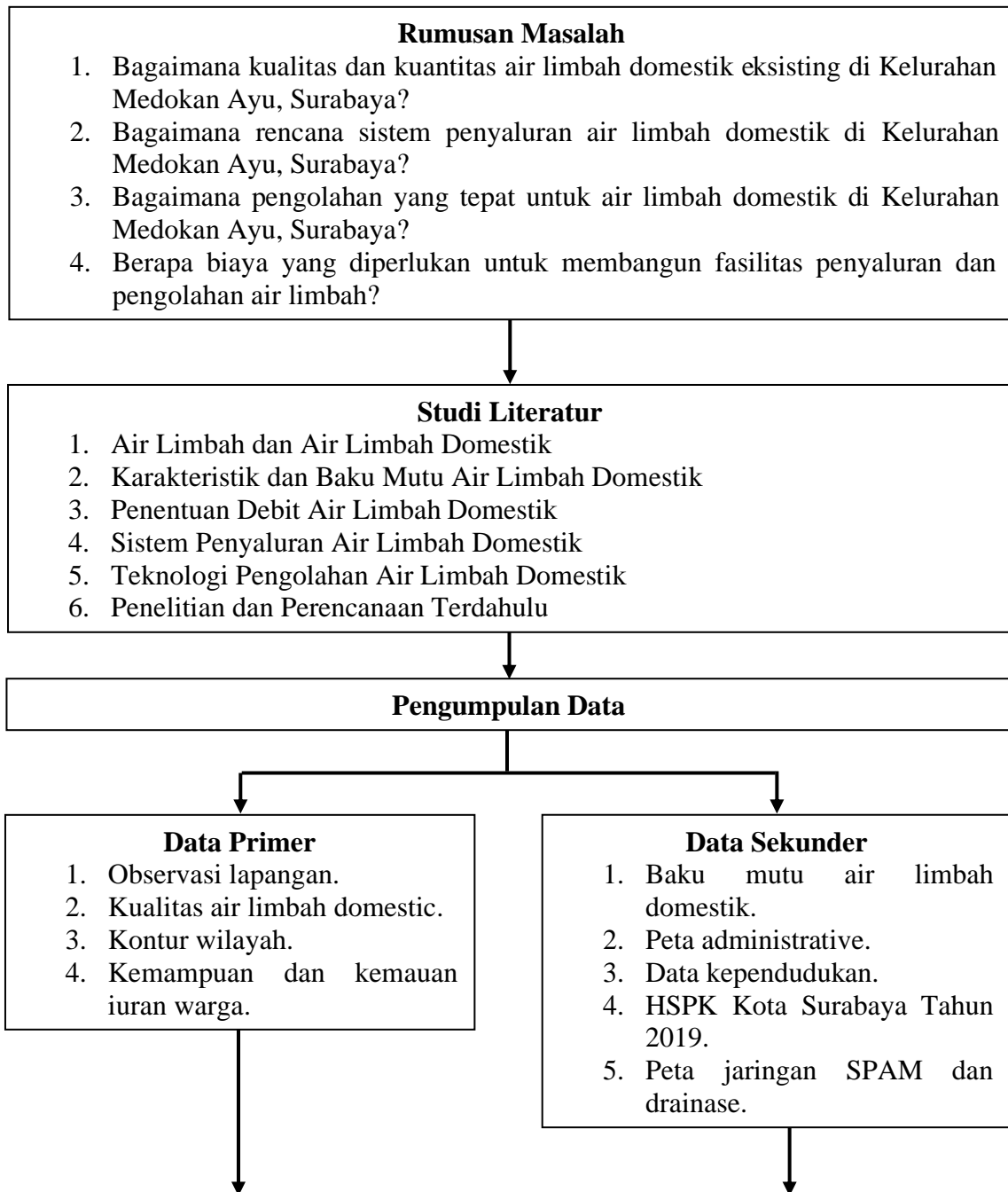
### 3.1. Gambaran Umum

Pada tugas akhir ini, dilakukan perencanaan sistem penyaluran air limbah (SPAL) dan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) di Kelurahan Medokan Ayu, Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya. Rencananya akan menggunakan shallow sewer untuk sistem penyaluran air limbahnya (SPAL) sedangkan untuk instalasi pengolahan air limbah (IPAL) akan dilakukan kajian terlebih dahulu dari beberapa aspek, sehingga IPAL yang akan digunakan sesuai dengan kondisi eksisting maupun kemampuan pembiayaan dari masyarakat Kelurahan Medokan Ayu. Metode perencanaan ini disusun sebagai pedoman dalam melaksanakan proses perencanaan. Proses perencanaan dimulai dari pengumpulan data primer dan sekunder, penentuan IPAL, perencanaan SPAL dan IPAL, perhitungan rencana anggaran biaya SPAL dan IPAL, serta analisis ekonomi terhadap SPAL dan IPAL. Perencanaan ini menggunakan dua aspek yakni aspek teknis dan aspek finansial. Parameter perencanaan mengacu pada Peraturan Menteri LHK No.68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Perencanaan ini meliputi perhitungan Detail Engineering Design (DED) unit-unit SPAL dan IPAL. Perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) digunakan untuk merealisasikan unit-unit IPAL, termasuk biaya operasi dan pemeliharaan serta analisis ekonominya. Acuan perhitungan RAB adalah Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kota Surabaya tahun 2019.

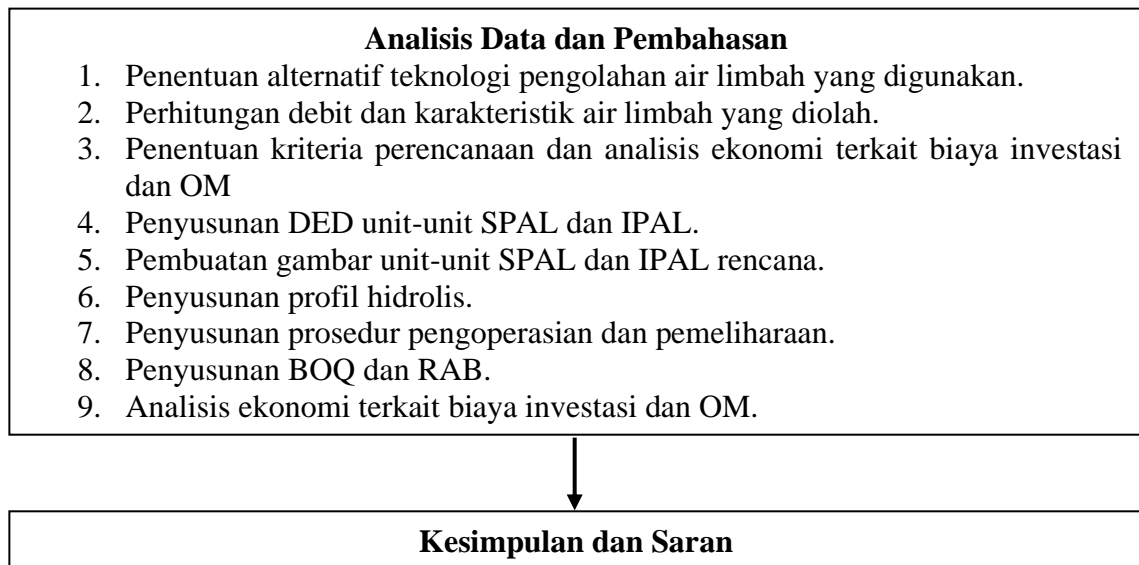
### 3.2. Kerangka Perencanaan

Kerangka perencanaan memuat garis besar langkah-langkah yang dilakukan dalam perencanaan ini. Penyusunan langkah-langkah perencanaan yang jelas dan sistematis dapat memudahkan pelaksanaan perencanaan. Skema kerangka perencanaan selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut.









Gambar 3.1 Skema Penelitian

### 3.3. Tahap Perencanaan

#### 3.3.1. Ide Perencanaan

Ide perencanaan berasal dari kondisi eksisting dari suatu objek. Pada tugas akhir ini ide dari perencanaan adalah “Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Medokan Ayu, Surabaya”. Ide tersebut muncul dilatar belakangi oleh adanya pencemaran Kali Surabaya yang diakibatkan oleh 50% air limbah domestik serta banyaknya penderita diare yang terjadi pada masyarakat Kelurahan Medokan Ayu. Dengan adanya perencanaan ini, diharapkan dapat meningkatkan kualitas air sungai dan kualitas kesehatan masyarakat Kelurahan Medokan Ayu.

#### 3.3.2. Rumusan Masalah

Sebelum melakukan perencanaan, perlu merumuskan terlebih dahulu masalah yang menjadi latar belakang dari perencanaan. Permasalahan tersebut nantinya akan dijawab dengan solusi yang tepat yang dirumuskan dalam tujuan perencanaan. Adapun rumusan masalah pada perencanaan ini yaitu

- a. Bagaimana kualitas dan kuantitas air limbah domestik eksisting di Kelurahan Medokan Ayu, Surabaya?
- b. Bagaimana rencana sistem penyaluran air limbah domestik di Kelurahan Medokan Ayu, Surabaya?
- c. Bagaimana pengolahan yang tepat untuk air limbah domestik di Kelurahan Medokan Ayu, Surabaya?
- d. Berapa biaya yang diperlukan untuk membangun fasilitas penyaluran dan pengolahan air limbah?

#### 3.3.3. Studi Literatur

Studi Literatur merupakan teori yang menjadi dasar yang dapat mendukung perencanaan yang akan dilakukan. Sumber yang digunakan dalam studi literatur dapat diperoleh dari buku, jurnal, makalah seminar, skripsi, thesis dan sumber lain yang dapat dipertanggungjawabkan isinya. Dalam perencanaan ini, literatur yang dikaji meliputi

- a. Air Limbah dan Air Limbah Domestik (Sumber, Karakteristik, dan Baku Mutu)
- b. Proyeksi Penduduk dan Kebutuhan Air Minum
- c. Debit Air Limbah

- d. Sistem Penyaluran Air Limbah Domestik
- e. Teknologi Pengolahan Air Limbah
- f. Teknik Sampling
- g. Penelitian dan Perencanaan Terdahulu

### 3.3.4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahapan dasar dalam perencanaan, pengumpulan data diperlukan dalam desain untuk mendukung perencanaan yang akan dilakukan. Data yang digunakan dalam perencanaan meliputi data primer dan data sekunder. Adapun data primer yang dibutuhkan yaitu

- a. Karakteristik Air Limbah  
Pengukuran karakteristik air limbah domestik dilakukan dengan cara integrated sampling, yaitu pengambilan sampel dengan gabungan tempat. Titik pengambilan sampel dilakukan pada 2 titik diantaranya influent dari tangki septik dan saluran limbah non kaku. Pengambilan sampel ini dilakukan pada jam puncak yakni rentan waktu pukul 07.00-09.00. Analisis sampel menggunakan standar dari APHA AWWA Standards Methods for Examination of Water and Wastewater tahun 1999. Analisa sampling ini dilakukan di laboratorium untuk kemudian diketahui besarnya nilai dari parameter yang akan masuk pada unit pengolahan. Hasil Analisa sampling kemudian dibandingkan dengan tipikal karakteristik air limbah di permukiman dan karakteristik air limbah domestik di 13 kota yang telah memiliki SPALD-T.
- b. Debit Pemakaian Air Bersih  
Data ini bisa didapatkan dari PDAM Surya Sembada Kota Surabaya. Nilai debit yang didapat merupakan debit penggunaan air bersih tiap orang. Kemudian, untuk mendapatkan debit air bersih satu rumah, debit tiap orang dikali dengan jumlah rata-rata tiap keluarga.
- c. Elevasi muka tanah  
Data elevasi didapatkan dari pengukuran langsung di lapangan menggunakan Altimeter yang kemudian dimasukkan ke dalam QuickGrid untuk mendapat elevasi daerah perencanaan.
- d. Lahan IPAL  
Kondisi rencana lahan IPAL, data ini bisa didapatkan melalui wawancara dengan warga untuk mencari lahan yang memungkinkan dan pengukuran secara langsung terhadap lahan yang telah direkomendasikan menggunakan Altimeter untuk mengetahui ketinggian lokasi dan/atau menggunakan meteran.

Sedangkan data sekunder yang dibutuhkan dalam perencanaan ini antara lain:

- a. Baku Mutu Air Limbah Domestik  
Berdasarkan Permen LHK No.68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik untuk parameter BOD, COD, TSS, pH, minyak dan lemak, serta ammonia.
- b. Peta Administratif dan topografi  
Data ini bisa didapat di Badan Pembangunan Daerah (Bappeda) Kota Surabaya.
- c. Data Kependudukan  
Data ini bisa didapatkan di Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Surabaya.
- d. Debit Pemakaian Air Bersih  
Data ini bisa didapatkan dari PDAM Surya Sembada Kota Surabaya selama 1 tahun terakhir.
- e. Harga satuan pokok untuk menghitung kebutuhan finansial didalam pembangunan SPAL dan IPAL, mengacu pada HSPK Kota Surabaya tahun 2019.
- f. Peta Jaringan SPAM dan Saluran Drainase

Data peta jaringan SPAM didapatkan di PDAM Surya Sembada Kota Surabaya dan untuk data peta saluran drainase didapatkan di Dinas PU Bina Marga dan Pematuan Kota Surabaya.

### 3.3.5. Analisis Data dan Pembahasan

Analisis data merupakan pengolahan data secara matematik yang dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan yang diperlukan sebagai dasar sebuah perancangan. Data-data tersebut antara lain:

- a. Aspek Teknis
- b. Aspek teknis dalam perencanaan ini adalah desain SPAL dan IPAL. Tahapan dalam pengerjaan diantaranya:
  - Penentuan debit air limbah domestik berdasarkan studi literatur yaitu 80% dari pemakaian air bersih.
  - Perencanaan sistem jaringan SPAL yang disesuaikan dengan topografi lahan dengan sistem gravitasi jika memungkinkan. Sistem penyaluran air limbah yang digunakan nantinya akan melayani air limbah non kakus dan efluen dari tangki septik.
  - Menganalisis kualitas air limbah domestik dari hasil sampling dengan diuji di Laboratorium.
  - Menentukan alternatif pengolahan air limbah domestik yang dipilih berdasarkan aspek teknis dan finansial seperti persentase *removal* yang paling optimum, kebutuhan lahan, kebutuhan energi, teknis operasional, serta prakiraan biaya investasi dan biaya OM dari setiap alternatif. Selain itu, perhitungan juga berdasarkan kemampuan warga apabila nantinya akan diadakan iuran warga.
  - Menganalisis kondisi lahan IPAL yang akan direncanakan. Aspek yang dianalisis adalah IPAL yang digunakan lokasinya pada lahan kosong atau pada permukiman, hal ini ditentukan berdasarkan kontur wilayah Kelurahan Medokan Ayu, Surabaya. Lokasi IPAL harus berada pada lokasi dengan kontur wilayah terendah pada lokasi perencanaan tersebut agar SPAL dilakukan dengan sistem gravitasi tanpa pemompaan.
  - Menentukan kriteria desain unit SPAL dan IPAL yang terpilih sesuai dengan studi literatur yang telah dilakukan sebelumnya.
  - Menghitung dimensi pipa SPAL dan unit IPAL yang terpilih berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan sebelumnya dan menggunakan bantuan program Microsoft Excel.
  - Menggambar *Detail Engineering Design* (DED) untuk SPAL dan IPAL yang akan dibangun beserta aksesoris pelengkap berdasarkan data hasil perhitungan dengan menggunakan program AutoCAD 2020.
- c. Aspek Finansial  
Aspek finansial dalam hal ini yaitu bagaimana cara mendapatkan biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan sistem penyaluran air limbah dan unit pengolahan, sehingga nantinya dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan kepada pemerintah Kota Surabaya untuk dapat direalisasikan. Aspek finansial yang akan dibahas diantaranya:
  - Menghitung *Bill of Quantity* (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) berdasarkan gambar DED yang telah dibuat, yang sesuai SNI tentang pekerjaan bangunan gedung serta mengacu pada Harga Satuan Pokok Kota Surabaya Tahun 2019 di Kelurahan Medokan Ayu, Surabaya menggunakan program Microsoft Excel.
  - Menghitung anggaran biaya *operational and maintenance* (OM) dalam jangka waktu operasional per tahun.

- Menganalisis ekonomi terkait biaya investasi dan biaya OM dari SPAL dan IPAL sehingga apabila membutuhkan iuran masyarakat, dapat disesuaikan dengan kemampuan warga yang dilayani berdasarkan perhitungan analisis ekonomi tersebut dan hasil survey tingkat kemampuan dan kemauan dari masyarakat yang dilayani SPAL dan IPAL.

### **3.3.6. Kesimpulan dan Saran**

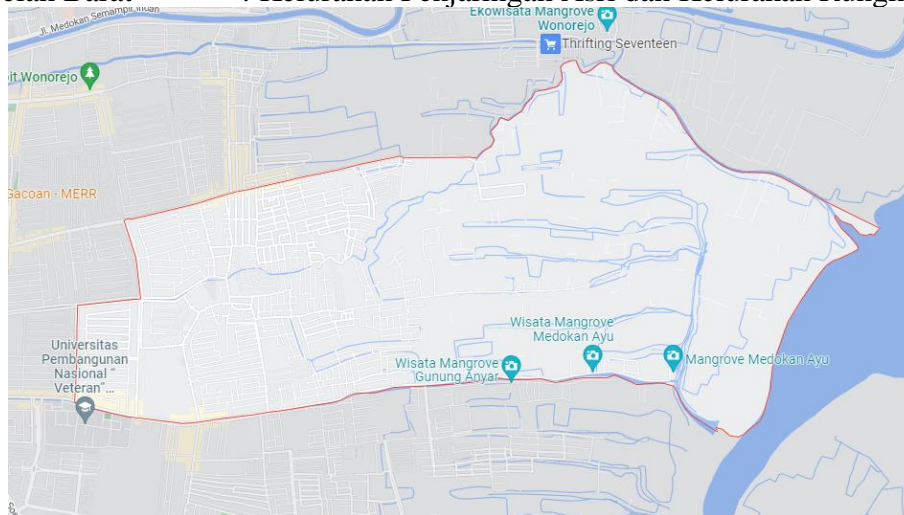
Berdasarkan hasil analisis perencanaan yang telah dilakukan, dihasilkan data yang nantinya dapat menjawab tujuan dari perencanaan ini. Dari data tersebut, dapat disimpulkan desain SPAL dan IPAL yang paling sesuai diterapkan, RAB pembangunan SPAL dan IPAL, serta analisis ekonomi terkait biaya investasi dan OM SPAL dan IPAL. Kesimpulan tersebut diharapkan dapat menjadi saran dan rekomendasi kepada pemerintah setempat agar dapat direalisasikan.

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Gambaran Umum Wilayah Perencanaan

Daerah perencanaan yang digunakan yaitu di Kelurahan Medokan Ayu, Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya. Kelurahan Medokan Ayu memiliki luas wilayah sebesar 7,27 km<sup>2</sup> dengan ketinggian wilayah sebesar +4,6 meter di atas permukaan laut (Kecamatan Rungkut dalam Angka, 2019). Selain itu, pada wilayah ini terdapat kawasan mangrove seluas km<sup>2</sup>. Pada wilayah inilah yang akan dilayani dalam perencanaan SPAL dan juga akan disediakan unit bangunan IPAL Domestik. Secara administratif, wilayah Kelurahan Medokan Ayu ini memiliki batas-batas, yaitu

- a. Sebelah Utara : Kelurahan Wonorejo,
- b. Sebelah Selatan : Kelurahan Gunung Anyar dan Kelurahan Gunung Anyar Tambak,
- c. Sebelah Timur : Selat Madura, dan
- d. Sebelah Barat : Kelurahan Penjaringan Asri dan Kelurahan Rungkut Kidul.



Gambar 4.1 Batas Wilayah Kelurahan Medokan Ayu (Gambar Tanpa Skala)

Sumber: Google Maps

Peta lokasi Kelurahan Medokan Ayu selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

Berdasarkan data dari Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil, penduduk Kelurahan Medokan Ayu yang teregistrasi sebanyak 28.623 jiwa yang terdiri dari 28.621 orang WNI dan 2 orang WNA. Dikarenakan kawasan mangrove yang ada di Kelurahan Medokan Ayu tidak digunakan sebagai tempat tinggal oleh penduduk sekitar, maka luas wilayah yang digunakan sebagai wilayah tempat tinggal seluas 4,45 km<sup>2</sup>. Sehingga tingkat kepadatan penduduk Kelurahan Medokan Ayu sebesar 10.114 jiwa/km<sup>2</sup> Selain itu, jumlah keluarga teregistrasi sebanyak 8.899 KK, sehingga rata rata anggota keluarga 3,22 jiwa.

#### 4.1.1. Kependudukan

Jumlah penduduk Kelurahan Medokan Ayu ini menggunakan data sekunder dari BPS Kota Surabaya serta Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Surabaya. Jumlah penduduk Kelurahan Medokan Ayu pada tahun 2011 hingga 2022 selengkapnya yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.1 Jumlah Penduduk Kelurahan Medokan Ayu

Tahun	Laki Laki (jiwa)	Perempuan (jiwa)	Total (jiwa)
2011	9,441	9,320	18,761

Tahun	Laki Laki (jiwa)	Perempuan (jiwa)	Total (jiwa)
2012	10,343	10,321	20,664
2013	10,956	10,982	21,938
2014	10,776	10,707	21,483
2015	11,569	11,563	23,132
2016	12,152	12,215	24,367
2017	12,808	12,915	25,723
2018	13,300	13,502	26,802
2019	13,845	14,135	27,980
2020	13,872	14,147	28,019
2021	13,925	14,235	28160
2022	14,151	14,470	28,621

Sumber: Kecamatan Rungkut dalam Angka Tahun 2011-2019 dan Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Surabaya (2022)

#### 4.1.2. Kondisi Sanitasi Wilayah Perencanaan

Menurut Ketua Informasi Masyarakat Kelurahan Medokan Ayu (2022), masyarakat menggunakan suplai air bersih dari PDAM Surya Sembada Kota Surabaya dan penanganan limbah padat telah ditangani oleh DKRTH Kota Surabaya, sedangkan untuk limbah cairnya terdapat 2 macam penanganan, untuk air limbah kakus saat ini telah memiliki SPALD-S berupa tangki septik, namun untuk air limbah non-kakus langsung dibuang ke dalam saluran drainase. Kondisi eksisting penyaluran dan pengolahan air limbah domestik di Kelurahan Medokan Ayu selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.2 Kondisi Eksisting Pengelolaan Air Limbah Domestik Kelurahan Medokan Ayu  
Sumber: Dokumentasi Pribadi

### 4.1.3. Lokasi Perencanaan IPAL

Lokasi yang akan digunakan dipilih berdasarkan ketersediaan lahan yang memungkinkan untuk dibangunnya IPAL. Lokasi perencanaan IPAL berada di sekitar Jl. Medayu Utara XXVIII E yang merupakan salah satu lahan terbuka di Kelurahan Medokan Ayu. Lokasi lahan IPAL yang rencananya akan digunakan untuk IPAL Kelurahan Medokan Ayu selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.3 Lokasi Perencanaan IPAL Kelurahan Medokan Ayu  
Sumber: Google Maps

Namun apabila lokasi tersebut tidak memungkinkan dibangunnya IPAL pada wilayah tersebut maka akan dilakukan pengrusakan rumah guna pembangunan IPAL agar sesuai dengan perencanaan yang telah dilakukan yang telah mempertimbangkan beberapa aspek yang akan dikaji dalam perencanaan ini.

## 4.2. Proyeksi Penduduk

### 4.2.1. Penentuan Metode Proyeksi

Untuk menentukan metode proyeksi yang akan digunakan, terlebih dahulu mencari nilai koefisien korelasi ( $r$ ) untuk setiap metode. Untuk kesesuaian analisa, dipilih metode yang mempunyai nilai koefisien korelasi yang mendekati 1.

- a. Metode Aritmatika

Diketahui:

$$n = 12$$

$$\sum X = 78$$

$$\sum Y = 9.860$$

$$\sum XY = 57.662$$

$$\sum X^2 = 650$$

$$\sum Y^2 = 14.320.520$$

Perhitungan nilai korelasi untuk metode aritmatika selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$r = \frac{12(57.662) - (78)(9.860)}{\sqrt{\{12(14.320.520) - (9.860)^2\}\{12(650) - (78)^2\}}} = -0.2156$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.2 Nilai Korelasi Metode Aritmatika

Tahun	Populasi (orang)	Metode Arimatika				
		X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2011	18,761	1	0	0	1	0
2012	20,664	2	1,903	3,806	4	3,621,409
2013	21,938	3	1,274	3,822	9	1,623,076
2014	21,483	4	-455	-1,820	16	207,025
2015	23,132	5	1,649	8,245	25	2,719,201
2016	24,367	6	1,235	7,410	36	1,525,225
2017	25,723	7	1,356	9,492	49	1,838,736
2018	26,802	8	1,079	8,632	64	1,164,241
2019	27,980	9	1,178	10,602	81	1,387,684
2020	28,019	10	39	390	100	1,521
2021	28,160	11	141	1,551	121	19,881
2022	28,621	12	461	5,532	144	212,521
Total		78	9,860	57,662	650	14,320,520
Nilai Korelasi		-0.2156				

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

b. Metode Geometri

Diketahui:

$$n = 12$$

$$\sum X = 78$$

$$\sum Y = 121$$

$$\sum XY = 794$$

$$\sum X^2 = 650$$

$$\sum Y^2 = 1.225$$

Perhitungan nilai korelasi untuk metode geometri selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$r = \frac{12(794) - (78)(121)}{\sqrt{\{12(1.225) - (121)^2\}\{12(650) - (78)^2\}}} = 0.9716$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.3 Nilai Korelasi Metode Geometri



Tahun	Populasi (orang)	Metode Arimatika				
		X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2011	18,761	1	9.84	9.84	1	97
2012	20,664	2	9.94	19.87	4	99
2013	21,938	3	10.00	29.99	9	100
2014	21,483	4	9.98	39.90	16	100
2015	23,132	5	10.05	50.24	25	101
2016	24,367	6	10.10	60.61	36	102
2017	25,723	7	10.16	71.09	49	103
2018	26,802	8	10.20	81.57	64	104
2019	27,980	9	10.24	92.15	81	105
2020	28,019	10	10.24	102.41	100	105
2021	28,160	11	10.25	112.70	121	105
2022	28,621	12	10.26	123.14	144	105
Total		78	121	794	650	1,225
Nilai Korelasi		0.9716				

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

c. Metode *Least-Square*

Diketahui:

$$n = 12$$

$$\sum X = 78$$

$$\sum Y = 295.650$$

$$\sum XY = 2.053.396$$

$$\sum X^2 = 650$$

$$\sum Y^2 = 7.410.723.198$$

Perhitungan nilai korelasi untuk metode *least-square* selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$r = \frac{12(2.053.396) - (78)(295.650)}{\sqrt{\{12(7.410.723.198) - (295,650)^2\}\{12(650) - (78)^2\}}} = 0.9784$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.4 Nilai Korelasi Metode *Least-Square*

Tahun	Populasi (orang)	Metode Arimatika				
		X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2011	18,761	1	18,761	18,761	1	351,975,121
2012	20,664	2	20,664	41,328	4	427,000,896
2013	21,938	3	21,938	65,814	9	481,275,844
2014	21,483	4	21,483	85,932	16	461,519,289
2015	23,132	5	23,132	115,660	25	535,089,424
2016	24,367	6	24,367	146,202	36	593,750,689
2017	25,723	7	25,723	180,061	49	661,672,729
2018	26,802	8	26,802	214,416	64	718,347,204
2019	27,980	9	27,980	251,820	81	782,880,400

Tahun	Populasi (orang)	Metode Arimatika				
		X	Y	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2020	28,019	10	28,019	280,190	100	785,064,361
2021	28,160	11	28,160	309,760	121	792,985,600
2022	28,621	12	28,621	343,452	144	819,161,641
Total		78	295,650	2,053,396	650	7,410,723,198
Nilai Korelasi		0.9784				

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

Dalam menentukan metode proyeksi penduduk, dilakukan pengujian nilai koefisien korelasi. Jika nilai ini mendekati nol berarti metode ini lemah. Maka metode proyeksi penduduk yang dipilih yaitu yang memiliki nilai koefisien korelasi mendekati atau sama dengan 1. Perhitungan nilai koefisien korelasi untuk masing masing metode selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.5 Perbandingan Nilai Koefisien Korelasi (r)

Metode	R
Aritmatika	-0,2156
Geometri	0,9716
<i>Least Square</i>	0,9784

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

Berdasarkan perhitungan nilai koefisien korelasi (r) dipilih metode least square karena nilai koefisien korelasinya paling mendekati 1. Selanjutnya jumlah penduduk masing masing diproyeksikan dengan metode *least square*.

#### 4.2.2. Perhitungan Proyeksi Penduduk

Diketahui:

$$r = 0,9784$$

$$n(\text{proyeksi}) = 20$$

$$\sum X = 78$$

$$\sum Y = 295.650$$

$$\sum XY = 2.053.396$$

$$\sum X^2 = 650$$

Contoh perhitungan proyeksi penduduk tahun 2023 menggunakan metode *least-square* dapat dilihat di bawah ini.

$$a = \frac{\{(\sum Y \times \sum X^2) - (\sum Y \times \sum XY)\}}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} = \frac{\{(295.650 \times 650) - (295.650 \times 2.053.396)\}}{12(650) - (78)^2}$$

$$= 18.652,45$$

$$b = \frac{\{(n \times \sum XY) - (\sum Y \times \sum X)\}}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} = \frac{\{(12 \times 2.053.396) - (295.650 \times 295.650)\}}{n(650) - (78)^2} = 920,78$$

$$P_n = a + (b \times n) = 18.652,45 + (920,78 \times ((2023 - 2011) + 1)) = 30.623$$

Hasil proyeksi jumlah penduduk selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.6 Hasil Proyeksi Penduduk Kelurahan Medokan Ayu Tahun 2023-2043

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)
2023	30,623
2024	31,543
2025	32,464
2026	33,385
2027	34,306
2028	35,226
2029	36,147
2030	37,068
2031	37,989
2032	38,910
2033	39,830
2034	40,751
2035	41,672
2036	42,593
2037	43,513
2038	44,434
2039	45,355
2040	46,276
2041	47,197
2042	48,117
2043	49,038

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

#### 4.3. Proyeksi Kebutuhan Air Bersih

Dalam tugas akhir ini, direncanakan kebutuhan SPAL mulai dari depan rumah warga hingga menuju ke IPAL komunal yang akan dibangun. Namun sebelum direncanakan SPAL dari sumber air limbah hingga ke unit IPAL, perlu diketahui debit air limbah dari tiap rumah warga. Perhitungan diawali dengan menentukan pelayanan penduduk, pembebanan dari tiap jaur pipa, dan kebutuhan air rata-rata dari tiap sambungan rumah. Dari data pemakaian air bersih Kelurahan Medokan Ayu selama 1 tahun terakhir yang diperoleh dari PDAM Surya Sembada Kota Surabaya, dilakukan perhitungan rata-rata pemakaian air bersih masyarakat Kelurahan Medokan Ayu selama 1 tahun terakhir dan diperoleh debit pemakaian air bersih rata-rata yaitu sebesar 5-6 m<sup>3</sup>/orang.bulan, dari data tersebut maka dapat dilakukan perhitungan untuk mengetahui pemakaian air bersih setiap keluarga.

Diketahui:

*jumlah penduduk = 30.623 jiwa*  
*persentase pelayanan = 100%*  
*jumlah penduduk per SR = 3 jiwa*  
*pemakaian air = 6m<sup>3</sup>/orang.bulan*  
*persentase SR = 100%*  
*persentase KU = 0%*  
*persentase kebocoran = 25%*  
*faktor peak = 1,8*  
*faktor hari maksimum = 1,2*

Contoh perhitungan proyeksi penduduk tahun 2023 menggunakan metode *least-square* dapat dilihat di bawah ini.

$$\text{penduduk terlayani} = \text{jumlah penduduk} \times \text{persentase pelayanan}$$

$$= 30.623 \times 100\% = 30.623 \text{ jiwa}$$

$$\text{unit SR} = \frac{\text{jumlah penduduk}}{\text{jumlah penduduk per SR}} = \frac{30.623}{3} = 9.521 \text{ unit}$$

$$\text{pemakaian rata rata} = \text{penduduk terlayani} \times \text{pemakaian air}$$

$$= 30.623 \times \frac{6 \times 1000}{30 \times 86.400} = 70,89 \text{ L/detik}$$

$$Q \text{ kebocoran} = 25\% \times \text{pemakaian rata rata} = 25\% \times 70,89 = 23,63 \text{ L/detik}$$

$$Q \text{ rata rata} = \text{pemakaian rata rata} + Q \text{ kebocoran} = 70,89 + 23,63$$

$$= 94,51 \text{ L/detik}$$

$$Q \text{ jam puncak} = Q \text{ rata rata} \times \text{faktor puncak} = 94,51 \times 1,8 = 170,13 \text{ L/detik}$$

$$Q \text{ hari maksimum} = Q \text{ rata rata} \times \text{faktor puncak} = 94,51 \times 1,2 = 113,42 \text{ L/detik}$$

Hasil proyeksi kebutuhan air minum Kelurahan Medokan Ayu selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.7 Hasil Proyeksi Kebutuhan Air Minum Kelurahan Medokan Ayu Tahun 2023-2043

Tahun	Debit Air Bersih (L/detik)
2023	94.51
2024	97.36
2025	100.20
2026	103.04
2027	105.88
2028	108.72
2029	111.57
2030	114.41
2031	117.25
2032	120.09
2033	122.93
2034	125.77
2035	128.62
2036	131.46
2037	134.30
2038	137.14
2039	139.98
2040	142.83
2041	145.67
2042	148.51
2043	151.35

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

#### 4.4. Area Pelayanan

Area pelayanan sistem penyaluran air limbah ini mencakup seluruh kawasan permukiman Kelurahan Medokan Ayu, Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya. Pada perencanaan sistem penyaluran air limbah ini, wilayah perencanaan dianggap sebagai 1 cluster tetapi dibagi

menjadi beberapa blok karena menyesuaikan dengan kontur area perencanaan dan alternatif wilayah IPAL. Air limbah dari tiap rumah harus disalurkan menuju ke unit pengolahan air limbah domestik. Jalur penyaluran air limbah menggunakan prinsip gravitasi, yaitu menyesuaikan dengan kontur tanah wilayah perencanaan. Air limbah dialirkan dari kontur tertinggi menuju kontur terendah, dan unit IPAL dibangun di akhir pipa penyaluran. Berdasarkan data yang diperoleh dari Kelurahan Medokan Ayu diperoleh data yaitu

- a. Jumlah penduduk : 28.621 jiwa
- b. Jumlah KK : 8.899 KK
- c. Jumlah RT : 100
- d. Jumlah RW : 15
- e. Rata-rata jumlah orang/KK : 3,22 orang  $\approx$  4 orang

Berdasarkan data dari Ketua Informasi Masyarakat Kelurahan Medokan Ayu, sekitar 50% penduduk Kelurahan Medokan Ayu merupakan keluarga yang sejahtera sehingga layak untuk dibangun sistem penyaluran air limbah dan instalasi pengolahan air limbah domestik di kawasan tersebut. Peta Kelurahan Medokan Ayu berdasarkan batas administrasi serta keadaan topografi selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

Pada perencanaan ini, persentase pelayanan yang digunakan yaitu 100% agar setiap penduduk terlayani dalam penyaluran air limbah. Dengan membagi daerah pelayanan menjadi beberapa blok, maka dapat diketahui debit air limbah tiap blok. Berdasarkan kondisi eksisting, terdapat daerah wisata mangrove yang tidak digunakan sebagai tempat tinggal. Daerah ini memiliki luas sekitar 61% dari luas Kelurahan Medokan Ayu, sehingga luas wilayah perencanaan yang digunakan sekitar 39% atau sekitar 2,83 km<sup>2</sup>. Luas tiap blok pelayanan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.8 Luas Wilayah Blok Pelayanan

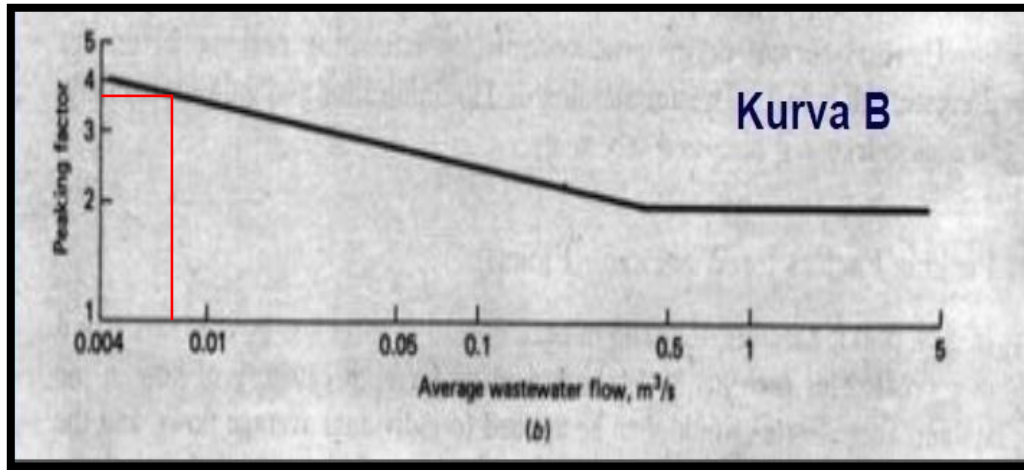
Blok	Persentase Wilayah (%)	Luas Blok (ha)
Blok I	5.4%	15.37
Blok II	5.4%	15.28
Blok III	5.4%	15.39
Blok IV	3.6%	10.06
Blok V	11.1%	31.40
Blok VI	5.7%	16.21
Blok VII	15.1%	42.77
Blok VIII	3.7%	10.41
Blok IX	10.5%	29.70
Blok X	15.4%	43.45
Blok XI	18.6%	52.73
Total	100.0%	282.77

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

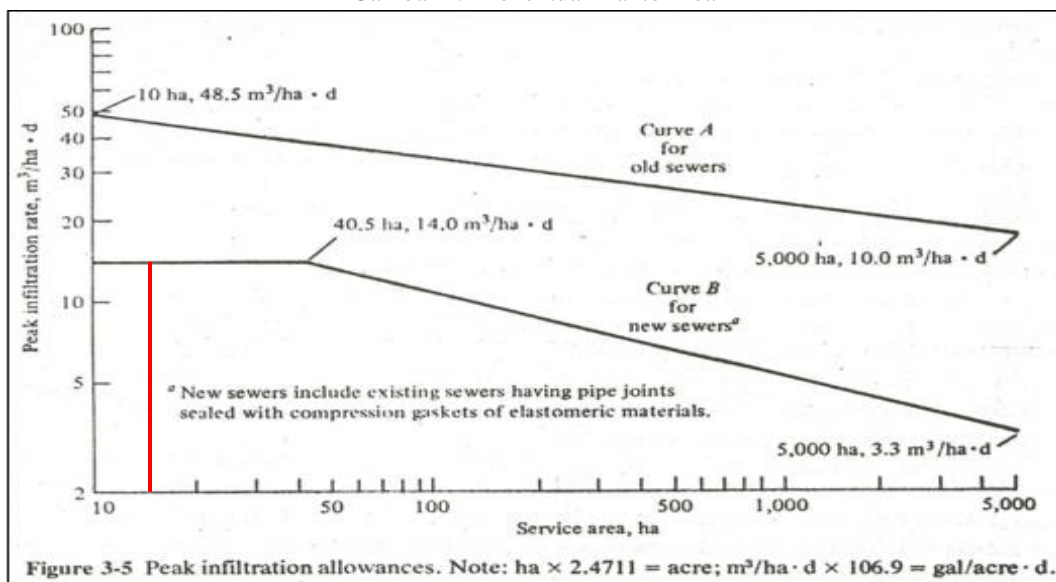
Peta Kelurahan Medokan Ayu berdasarkan blok pelayanan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

#### 4.5. Debit Air Limbah

Setelah diketahui debit penggunaan rata rata air bersih per orang, maka dapat dihitung debit air limbahnya. Berdasarkan Permen PUPR No.4 Tahun 2017, persentase air limbah yang mencapai saluran air limbah berada pada kisaran 70-80%. Pada perencanaan ini diambil presentase air limbah sebesar 80% dari penggunaan air bersih. Penentuan faktor peak serta faktor peak infiltrasi salah satu blok selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.4 Penentuan Faktor Peak



Gambar 4.5 Penentuan Faktor Peak Infiltrasi

Diketahui:

$$\text{debit air bersih} = 151,35 \text{ L/detik}$$

$$\text{persentase wilayah blok 1} = 5,4\%$$

$$\text{luas blok} = 15,37 \text{ ha}$$

$$f_{\text{peak}} = 3,79$$

$$f_{\text{peak infiltrasi}} = 15$$

$$\text{jumlah penduduk Kelurahan Medokan Ayu} = 49.038 \text{ jiwa}$$

Contoh perhitungan debit air limbah blok 1 dapat dilihat di bawah ini.

$$Q_{\text{air limbah}} = 80\% \times \text{debit air bersih} = 80\% \times 151,35 \text{ L/detik} = 121,08 \text{ L/detik}$$

$$Q_{\text{rata rata blok 1}} = \text{persentase wilayah} \times Q_{\text{air limbah}} = 5,4\% \times 121,08 \text{ L/detik} \\ = 6,58 \text{ L/detik} = 0,007 \text{ m}^3/\text{detik} = 568,72 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$Q_{\text{peak}} = f_{\text{peak}} \times Q_{\text{rata rata blok 1}} = 3,79 \times 0,007 \text{ m}^3/\text{detik} = 0,025 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{\text{peak infiltrasi}} = f_{\text{peak infiltrasi}} \times Q_{\text{rata rata blok 1}} = 15 \times 568,72 \text{ m}^3/\text{hari} \\ = 8.530,82 \text{ m}^3/\text{hari} = 0,099 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{\text{peak total}} = Q_{\text{peak}} + Q_{\text{peak infiltrasi}} = 0,025 \text{ m}^3/\text{detik} + 0,099 \text{ m}^3/\text{detik} \\ = 0,124 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{jumlah penduduk blok 1} = \text{persentase wilayah} \times \text{jumlah penduduk}$$

$$= 5,4\% \times 49.038 \text{ jiwa} = 2.666 \text{ jiwa}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{min} &= \frac{1}{5} \times \left( \frac{\text{jumlah penduduk}}{1000} \right)^{0,2} \times Q_{blok} \\
 &= \frac{1}{5} \times \left( \frac{2.666 \text{ jiwa}}{1000} \right)^{0,2} \times 568,72 \text{ m}^3/\text{hari} = 138,39 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 &= 0,0017 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Debit air limbah selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.9 Debit Air Limbah

Blok	Debit Rata rata (m <sup>3</sup> /dt)	Debit Peak (m <sup>3</sup> /dt)	Debit Min (m <sup>3</sup> /dt)
Blok I	0.007	0.124	0.0017
Blok II	0.007	0.123	0.0016
Blok III	0.007	0.124	0.0017
Blok IV	0.004	0.083	0.0010
Blok V	0.013	0.248	0.0038
Blok VI	0.007	0.131	0.0018
Blok VII	0.018	0.331	0.0055
Blok VIII	0.004	0.085	0.0011
Blok IX	0.013	0.235	0.0036
Blok X	0.019	0.335	0.0056
Blok XI	0.023	0.383	0.0071
Total	0.121	0.242	0.0345

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

#### 4.6. Saluran Air Limbah

Pada Kelurahan Medokan Ayu, terdapat perbedaan jumlah penduduk pada setiap RT dan RWnya. Karena hal ini, beberapa daerah dapat dikatakan lebih padat dibandingkan daerah lainnya. Kepadatan penduduk ini juga dipengaruhi oleh kondisi ekonomi dari masyarakat tersebut. Perencanaan ini tidak menggunakan sistem *shallow sewer* atau *small bore sewer*, karena air limbah yang dialirkan pada kedua sistem tersebut sebisa mungkin tidak membawa padatan. Karena beragamnya kondisi tersebut dan kriteria perencanaan yang ada, penyaluran air limbah dalam perencanaan ini akan menggunakan sistem konvensional dimana air limbah yang disalurkan sebisa mungkin menggunakan gravitasi dimana air limbah yang dialirkan merupakan campuran air limbah kaku dan non-kaku.

Setelah mengetahui keadaan topografi dari Kelurahan Medokan Ayu, kemudian saluran yang akan digunakan untuk mengalirkan air limbah dapat direncanakan. Panjang saluran jaringan SPAL selengkapnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.10 Panjang Saluran Air Limbah

No Saluran	L Pipa (m)
A1-N7	1,412.67
B1-O6	592.30
C4-O7	873.37
D1-Q1	1,477.00
E21-R5	2,546.48
F2-U4	2,061.98
G3-U24	1,668.26

No Saluran	L Pipa (m)
H2-W7	1,071.03
I6-V7	2,471.05
K1-S18	2,628.81
L8-S1	1,460.97
M1-IPAL	2,950.37
Total	21,214.27

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

Panjang setiap saluran air limbah dan peta jaringan SPAL Kelurahan Medokan Ayu selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

#### 4.6.1. Pembebanan Pipa Air Limbah

Pembebanan merupakan masuknya air limbah ke dalam pipa. Jalur pipa sangat mempengaruhi besar kecilnya pembebanan tiap blok. Semakin dekat jalur pipa ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) akan semakin besar pula beban yang ditanggung oleh pipa karena adanya akumulasi pada pipa tiap jalur pipa yang melewati sebuah blok. Penyaluran air limbah dari daerah pelayanan menuju IPAL menggunakan saluran yang berupa pipa-pipa, baik pipa sekunder maupun pipa primer. Pada perencanaan ini, pipa yang direncanakan hanya pipa primer saja.

Diketahui:

$$\text{beban saluran A1} - N1 = 12\%$$

$$\text{beban saluran A7} - N1 = 10\%$$

$$\text{luas blok 1} = 15,37 \text{ ha}$$

$$Q \text{ rata rata blok 1} = 0,007 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$f \text{ peak} = 4$$

$$f \text{ peak infiltrasi} = 15$$

$$\text{jumlah penduduk blok 1} = 2.666 \text{ jiwa}$$

Contoh perhitungan beban saluran N1-N2 dapat dilihat di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{beban saluran} &= \text{beban saluran A1} - N1 + \text{beban saluran A7} - N1 = 12\% + 10\% \\ &= 22\% \end{aligned}$$

$$\text{luas wilayah} = \text{beban saluran} \times \text{luas blok 1} = 22\% \times 15,37 \text{ ha} = 3,38 \text{ ha}$$

$$Q \text{ blok} = \text{beban saluran} \times Q \text{ air limbah} = 22\% \times 0,007 \text{ m}^3/\text{detik} = 0,001 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q \text{ peak} = f \text{ peak} \times Q \text{ blok} = 4 \times 0,001 \text{ m}^3/\text{detik} = 0,006 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ peak infiltrasi} &= f \text{ peak infiltrasi} \times Q \text{ blok} = 15 \times 0,001 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0,022 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ peak total} &= Q \text{ peak} + Q \text{ peak infiltrasi} = 0,006 \text{ m}^3/\text{detik} + 0,022 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0,028 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jumlah penduduk terlayani} &= \text{persentase wilayah} \times \text{jumlah penduduk blok 1} \\ &= 22\% \times 2.666 \text{ jiwa} = 586 \text{ jiwa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ min} &= \frac{1}{5} \times \left( \frac{\text{jumlah penduduk}}{1000} \right)^{0,2} \times Q \text{ blok} = \frac{1}{5} \times \left( \frac{586 \text{ jiwa}}{1000} \right)^{0,2} \times 0,001 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 0,0002 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Pembebanan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.11 Pembebanan Saluran Air Limbah



No Saluran	Beban Saluran	Pelayanan Blok	Luas Blok (ha)	Akumulasi Debit Rata rata (m <sup>3</sup> /dt)	Q Peak Total (m <sup>3</sup> /dt)	Q min (m <sup>3</sup> /dt)
A1-N7	100%	1	15.37	0.007	0.124	0.0017
B1-O6	100%	1	26.91	0.012	0.213	0.0032
	75%	3				
C4-O7	100%	1   3   4	40.82	0.017	0.318	0.0052
D1-Q1	100%	2	15.28	0.007	0.123	0.0016
E21-R5	100%	2	46.68	0.020	0.352	0.0049
		5				
F2-U4	100%	1   3   4   9	86.72	0.037	0.536	0.0128
		6				
G3-U24	100%	1   3   4   9	121.37	0.052	0.692	0.0192
	100%	6				
	81%	7				
H2-W7	100%	1   3   4   9	137.75	0.041	0.535	0.0152
	100%	6   7				
	19%	10				
I6-T7	100%	9	29.70	0.013	0.235	0.0036
K1-S18	100%	1   3   4   9	172.95	0.055	0.679	0.0207
	100%	6   7				
	100%	10				
L8-S1	100%	2   5	57.10	0.024	0.403	0.0078
	100%	8				
M1-IPAL	100%	1   2   3   4	282.77	0.121	1.277	0.0528
	100%	5   6   7   8				
	100%	9   10				
	100%	11				

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

#### 4.6.2. Dimensi Pipa Air Limbah

Perhitungan dimensi pipa air limbah berdasarkan pada pembebanan air limbah pada masing-masing pipa sesuai dengan perhitungan sebelumnya. Jenis pipa yang digunakan dalam perencanaan ini adalah pipa HDPE dan beton. Dalam perhitungan dimensi pipa untuk saluran air limbah, ada beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain:

- Pada kondisi peak kecepatan minimum adalah 0,6 m/detik karena dalam perencanaan ini direncanakan menggunakan gravitasi, sebab debit yang dihasilkan untuk satu blok terlalu kecil.
- Namun 0,6 m/detik tidak dapat dijadikan patokan. Sebab fungsi utama diberikan kriteria kecepatan minimum untuk mencegah adanya pengendapan di dalam pipa. Akan tetapi, sebenarnya unruk mengetahui pengendapan pada pipa, harus diketahui kecepatan partikel. Jadi untuk mencegah pengendapan, harusnya kecepatan aliran lebih besar dari kecepatan partikel.
- Setiap saat  $V_{full} \gg V_{peak} \gg V_{min}$ .

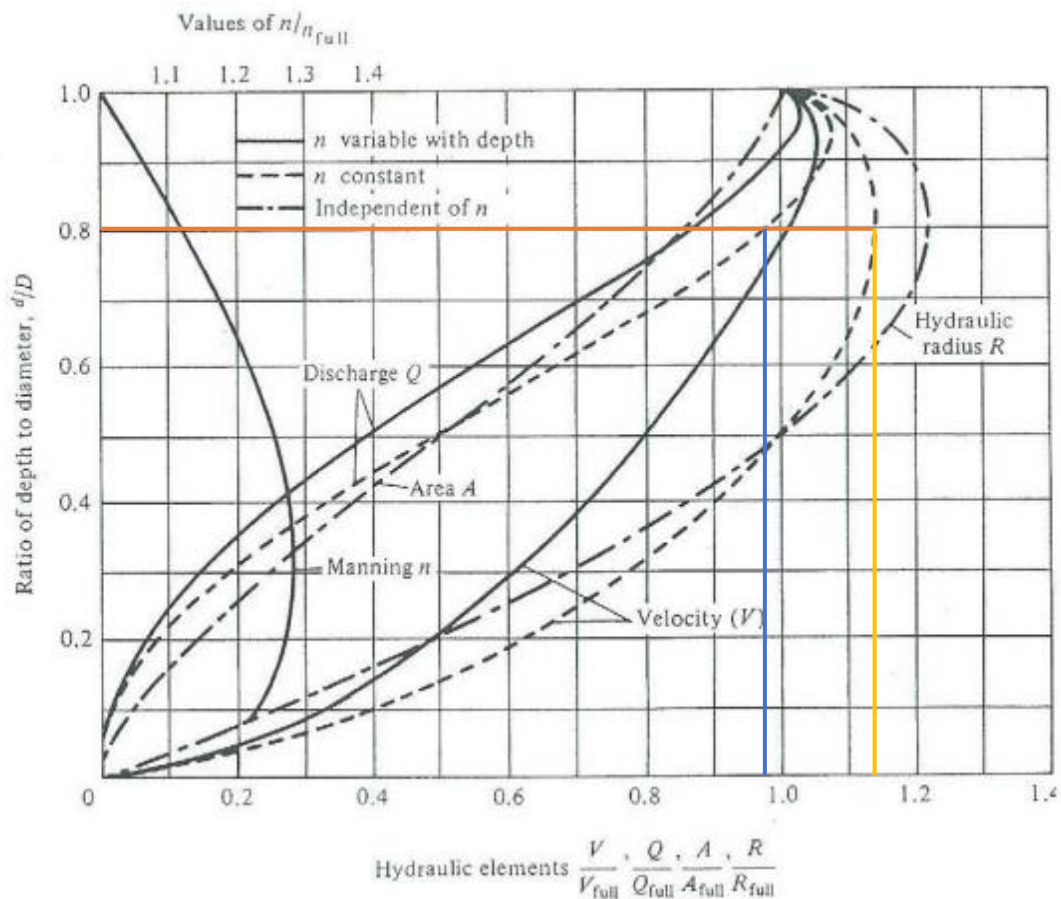
Pipa yang digunakan pada perencanaan ini yaitu pipa HDPE PE-100 tipe PN 10 dengan  $n=0.013$ . Daftar diameter pipa selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.12 Diameter Pipa PE Vinilon

ND (mm)	Tebal Pipa (mm)	ID (mm)
32	2	28
40	2.4	35.2
50	3	44
63	3.8	55.4
75	4.5	66
90	5.4	79.2
110	6.6	96.8
125	7.4	110.2
140	8.3	123.4
160	9.5	141
180	10.7	158.6
200	11.9	176.2
225	13.4	198.2
250	14.8	220.4
280	16.6	246.8
315	18.7	277.6
355	21.1	312.8
400	23.7	352.6
450	26.7	396.6
500	29.7	440.6
560	33.2	493.6
630	37.4	555.2
710	42.1	625.8
800	47.4	705.2
900	53.2	793.6
1000	59.3	881.4
1200	67.9	1064.2
1400	82.4	1235.2
1600	94.1	1411.8

Sumber: Brosur Pipa PE dan *Fitting* Vinilon

Direncanakan nilai  $d/D = 0.8$  pada saat  $Q_{peak}$  dan  $Q_{peak}/Q_{full} = 0.9$ . Hal ini dimaksudkan agar pada waktu maksimum tidak terjadi banjir. Penentuan besarnya  $Q_p/Q_f$  dan  $d/D$  selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.6 Hydraulic Elements for Circular Sewer

Diketahui:

panjang pipa A1 – N1 = 119,80 m

elevasi A1 = 4,6 m

elevasi N1 = 4,2 m

Q peak total = 0,015 m<sup>3</sup>/detik

Q min = 0,0002 m<sup>3</sup>/detik

d/D = 0,8

Q peak/Q full = 0,975

n = 0,013

d/D = 0,8

Contoh perhitungan dimensi saluran A1-N1 dapat dilihat di bawah ini.

$\Delta$  elevasi = elevasi A1 – elevasi N1 = 4,6 m – 4,2 m = 0,4 m

slope medan =  $\frac{\Delta \text{ elevasi}}{\text{panjang pipa}} = \frac{0,4 \text{ m}}{119,80 \text{ m}} = 0,0034$

slope rencana = 0,0100

Q full =  $\frac{Q \text{ peak}}{Q \text{ peak}/Q \text{ full}} = \frac{0,015 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,975} = 0,016 \text{ m}^3/\text{detik}$

D hitung =  $\left( \frac{n \times Q \text{ full}}{0,3117 \times S^{0,5}} \right)^{0,375} = \left( \frac{0,013 \times 0,016 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,3117 \times 0,0100^{0,5}} \right)^{0,375} = 0,16 \text{ m}$   
 = 160 mm

ID apply = 141 mm

$$ND \text{ apply} = 160 \text{ mm}$$

$$V \text{ full} = \frac{Q \text{ full}}{\frac{1}{4} \times \pi \times D^2} = \frac{0,016 \text{ m}^3/\text{detik}}{\frac{1}{4} \times \pi \times 141 \text{ mm}^2} = 1,03 \text{ m/detik}$$

$$Q \text{ min}/Q \text{ full} = \frac{Q \text{ min}}{Q \text{ full}} = \frac{0,0002 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,015 \text{ m}^3/\text{detik}} = 0,012$$

$$V \text{ min}/V \text{ full} = 0,61 \text{ (didapatkan dari grafik)}$$

$$d \text{ min}/D = 0,22 \text{ (didapatkan dari grafik)}$$

$$V \text{ min check} = V \text{ full} \times \frac{V \text{ min}}{V \text{ full}} = 1,03 \text{ m/detik} \times 0,61 = 0,629 \text{ m/detik}$$

$$d \text{ min} = ID \text{ apply} \times \frac{d \text{ min}}{D} = 141 \text{ mm} \times 0,22 = 30,32 \text{ mm}$$

$$Q \text{ full check} = \frac{1}{4} \times \pi \times R^2 \times V \text{ full} = \frac{1}{4} \times \pi \times \left(\frac{141 \text{ mm}}{1000}\right)^2 \times 1,03 \text{ m/detik} \\ = 0,017 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

#### 4.6.3. Penanaman Pipa Air Limbah

Penanaman pipa harus memperhatikan perubahan diameter, dikarenakan perbesaran dan pengecilan pipa mempengaruhi cara perhitungan.

Diketahui:

$$\text{panjang pipa A1 - N1} = 119,80 \text{ m}$$

$$\text{elevasi A1} = 4,6 \text{ m}$$

$$\text{elevasi N1} = 4,2 \text{ m}$$

$$ND \text{ apply} = 0,16 \text{ m}$$

$$\text{slope rencana} = 0,0100$$

Contoh perhitungan kedalaman penanaman saluran A1-N1 dapat dilihat di bawah ini.

$$\text{headloss} = \text{slope rencana} \times \text{panjang pipa} = 0,0100 \times 119,80 \text{ m} = 1,2 \text{ m}$$

$$\text{elevasi awal atas pipa} = \text{elevasi A1} - 1 = 4,6 \text{ m} - 1 = 3,6 \text{ m}$$

$$\text{elevasi akhir atas pipa} = \text{elevasi awal atas pipa} - \text{headloss} = 3,6 \text{ m} - 1,2 \text{ m} \\ = 2,4 \text{ m}$$

$$\text{elevasi awal bawah pipa} = \text{elevasi awal atas pipa} - ND \text{ apply} = 3,6 \text{ m} - 0,16 \text{ m} \\ = 3,44 \text{ m}$$

$$\text{elevasi akhir bawah pipa} = \text{elevasi akhir atas pipa} - ND \text{ apply} = 2,4 \text{ m} - 0,16 \text{ m} \\ = 2,24 \text{ m}$$

$$\text{elevasi awal muka air} = \text{elevasi awal bawah pipa} + (0,6 \times ND \text{ apply}) \\ = 3,44 \text{ m} + (0,6 \times 0,16 \text{ m}) = 3,54 \text{ m}$$

$$\text{elevasi akhir muka air} = \text{elevasi akhir bawah pipa} + (0,6 \times ND \text{ apply}) \\ = 2,24 \text{ m} + (0,6 \times 0,16 \text{ m}) = 2,34 \text{ m}$$

$$\text{kedalaman penanaman awal} = \text{elevasi A1} - \text{elevasi awal bawah pipa} \\ = 4,6 \text{ m} - 3,44 \text{ m} = 1,16 \text{ m}$$

$$\text{kedalaman penanaman akhir} = \text{elevasi N1} - \text{elevasi akhir bawah pipa} \\ = 4,2 \text{ m} - 2,24 \text{ m} = 1,96 \text{ m}$$

$$\text{kedalaman galian awal} = \text{kedalaman penanaman awal} + 0,15 = 1,16 \text{ m} + 0,15 \\ = 1,31 \text{ m}$$

$$\text{kedalaman galian akhir} = \text{kedalaman penanaman akhir} + 0,15 = 1,96 \text{ m} + 0,15 \\ = 2,11 \text{ m}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

## 4.7. Bangunan Pelengkap

### 4.7.1. Manhole

Bangunan pelengkap manhole berguna sebagai jalan masuknya petugas pengontrol saluran. Pada perencanaan ini, manhole diletakkan pada jarak tertentu tergantung pada diameter saluran. Ukuran untuk manhole menyesuaikan diameter pipa, dimana dindingnya dibuat dari beton bertulang dengan ketebalan 20 cm dan lubang tutupnya berukuran 70 cm x 70 cm. Pada perencanaan ini, terdapat 5 jenis manhole yaitu

- Manhole lurus
- Manhole belok
- Manhole pertigaan
- Drop Manhole untuk pertigaan
- Drop Manhole untuk perempatan

Diketahui:

$$\text{panjang pipa A6 - N6} = 262,82 \text{ m}$$

$$ND \text{ apply} = 180 \text{ mm}$$

$$\text{jarak antar manhole untuk diameter } 150 - 200 \text{ mm} = 150 - 200 \text{ m}$$

Contoh perhitungan jumlah manhole lurus pada saluran A6-N6 dapat dilihat di bawah ini.

$$\text{manhole lurus} = \frac{L \text{ pipa}}{\text{jarak antar manhole}} = \frac{262,82 \text{ m}}{200 \text{ m}} = 1 \text{ buah}$$

Jumlah manhole selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.13 Jumlah Manhole

Jenis Manhole	Jumlah
Lurus	20
Belok	114
Drop-Pertigaan	144
Pertigaan	2
Drop-Perempatan	4
Total	284

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

Perhitungan dan gambar tipikal manhole selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

### 4.7.2. Pompa

Pada perencanaan ini, pompa diperlukan untuk menambah head pada sistem sehingga mampu mengurangi kedalaman penanaman pipa yang melebihi 7 meter.

Diketahui:

$$\text{panjang pipa N8 - O6} = 306,17 \text{ m}$$

$$\text{elevasi N8} = 2,6 \text{ m}$$

$$\text{elevasi awal atas pipa} = -0,23 \text{ m}$$

$$\text{elevasi akhir bawah pipa} = -3,86 \text{ m}$$

$$Q \text{ peak} = 0,213 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$C = 120$$

$$ND \text{ apply} = 560 \text{ mm}$$

$$V \text{ full check} = 1,15 \text{ m/detik}$$

Contoh perhitungan head pompa saluran N8-O6 dapat dilihat di bawah ini.

$$L \text{ suction} = 0,5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} L \text{ discharge} &= |\text{elevasi bawah akhir pipa} - (\text{elevasi N8} - \text{elevasi awal atas pipa})| \\ &= |-3,86 \text{ m} - (2,6 \text{ m} - (-0,23 \text{ m}))| = |-6,69 \text{ m}| = 6,69 \text{ m} \end{aligned}$$

$$Hf \text{ mayor suction} = \left( \frac{Q \text{ peak}}{0,00155 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L \text{ suction}$$

$$= \left( \frac{0,213 \text{ m}^3/\text{detik} \times 1000}{0,00155 \times 120 \times (560 \text{ mm}/10)^{2,63}} \right)^{1,85} \times 0,5 \text{ m} = 0,00072 \text{ m}$$

$$Hf \text{ mayor discharge} = \left( \frac{Q \text{ peak}}{0,00155 \times C \times D^{2,63}} \right)^{1,85} \times L \text{ discharge}$$

$$= \left( \frac{0,213 \text{ m}^3/\text{detik} \times 1000}{0,00155 \times 120 \times (560 \text{ mm}/10)^{2,63}} \right)^{1,85} \times 6,58 \text{ m} = 0,00951 \text{ m}$$

$$Hf \text{ mayor} = Hf \text{ mayor suction} + Hf \text{ mayor discharge} = 0,00072 \text{ m} + 0,00951 \text{ m} = 0,01023 \text{ m}$$

$$Hf \text{ minor suction} = k \times \frac{v \text{ full check}^2}{2g} = 3,15 \times \frac{(1,15 \text{ m}/\text{detik})^2}{2 \times 9,81 \text{ kg. m}/\text{s}^2} = 0,213 \text{ m}$$

$$Hf \text{ minor discharge} = k \times \frac{v \text{ full check}^2}{2g} = 1 \times \frac{(1,15 \text{ m}/\text{detik})^2}{2 \times 9,81 \text{ kg. m}/\text{s}^2} = 0,068 \text{ m}$$

$$Hf \text{ minor} = Hf \text{ minor suction} + Hf \text{ minor discharge} = 0,213 \text{ m} + 0,068 \text{ m} = 0,281 \text{ m}$$

$$H \text{ total} = L \text{ suction} + Hf \text{ mayor} + Hf \text{ minor} = 0,5 \text{ m} + 0,01023 \text{ m} + 0,281 \text{ m} = 0,8 \text{ m}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

#### 4.8. Profil Hidrolis SPAL

Profil hidrolis digambarkan menggunakan data-data yang ada. Profil hidrolis SPAL Kelurahan Medokan Ayu yang digambarkan merupakan profil jaringan pipa dari pipa lateral terpanjang di beberapa blok hingga menuju ke IPAL. Jalur terpanjang jaringan pipa SPAL selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.14 Jalur Jaringan Pipa SPAL

Jalur Pipa	Panjang Pipa (m)
A1-IPAL	1880.84
C3-IPAL	1546.20
D1-IPAL	1289.03
E13-IPAL	842.91
F2-IPAL	1298.40
H1-IPAL	1075.55
I7-IPAL	1821.74
K10-IPAL	762.62
L9-IPAL	681.07
M12-IPAL	448.01
M23-IPAL	268.52

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

Profil hidrolis jaringan pipa selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

#### 4.9. Instalasi Pengolahan Air Limbah

IPAL merupakan fasilitas yang digunakan untuk mengolah air limbah agar karakteristik yang dihasilkan setelah pengolahan memenuhi baku mutu yang ditetapkan. Saat merancang instalasi pengolahan air limbah domestik kolektif, hal terpenting adalah menentukan jumlah air limbah yang akan diolah. Perencanaan IPAL dilakukan dengan menghitung jumlah rata-rata

kebutuhan air bersih yang digunakan per hari. Atau dapat dilakukan dengan menentukan debit air limbah per kapita. Kemudian menentukan jumlah bahan pencemar pada saluran masuk, kualitas efluen yang diharapkan, efisiensi pengolahan, dan beban pengolahan atau waktu tinggal di reaktor instalasi pengolahan dan jenis proses yang digunakan. Ukuran set parameter adalah menentukan berapa banyak instalasi pengolahan air limbah yang akan digunakan.

#### 4.10. Karakteristik Air Limbah

Pada tugas akhir ini, karakteristik air limbah didapatkan melalui data primer. Data primer merupakan effluent limbah non kakus pada beberapa titik dan influent limbah kakus dari salah satu rumah. Pengujian hasil sampling dilakukan di Laboratorium. Hasil uji tersebut kemudian dirata rata untuk digunakan sebagai kualitas air limbah. Karakteristik air limbah yang digunakan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.15 Kualitas Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar
pH	-	7,49
BOD	mg/L	179,26
COD	mg/L	318,94
TSS	mg/L	220,56
Minyak dan Lemak	mg/L	20,82
Amonia	mg/L	34,68
Total Koliform	Jumlah/100 mL	2010 x 10 <sup>8</sup>

Sumber: Hasil Analisa Laboratorium (2022)

#### 4.11. Alternatif Pengolahan

Terdapat beberapa faktor dalam pemilihan unit pengolahan berupa lahan, performansi unit pengolahan, kemudahan operasi dan pemeliharaan, biaya investasi awal, dan residu hasil pengolahan. Dari aspek-aspek tersebut juga dilakukan analisis dengan metode pemilihan yang dilakukan dengan membandingkan ketiga jenis pengolahan berdasarkan keunggulannya.

Tabel 4.16 Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Unit Pengolahan

No	Unit Pengolahan	Keuntungan	Kerugian
1	Anaerobic Baffled Reactor (ABR)	Tahan terhadap beban kejut organik dan hidrolis.	Fase start-up panjang.
		Tidak memerlukan energi listrik.	Membutuhkan desain dan konstruksi ahli.
		Biaya operasi rendah.	Kemampuan penyisihan patogen dan nutrien rendah.
		Umur penggunaan panjang.	Efluen dan lumpur memerlukan pengolahan lebih lanjut.
		Kemampuan penyisihan BOD tinggi.	Membutuhkan strategi pengolahan lumpur tinja (kualitas efluen cepat memburuk jika lumpur tidak dibuang secara teratur)
		Produksi lumpur rendah.	Memerlukan air untuk menyiram.
		Kebutuhan lahan sedang (dapat dibangun di bawah tanah).	Panduan desain yang jelas belum tersedia.
		Mudah dioperasikan.	
2	Anaerobic Filter (AF)	Tidak memerlukan energi listrik.	Membutuhkan desain dan konstruksi ahli.

No	Unit Pengolahan	Keuntungan	Kerugian
		Biaya operasi rendah.	Kemampuan penyisihan patogen dan nutrien rendah.
		Umur penggunaan panjang.	Efluen dan lumpur memerlukan pengolahan lebih lanjut.
		Kemampuan penyisihan BOD dan padatan tinggi.	Beresiko tersumbat (bergantung pada perawatan pra dan primer).
		Produksi lumpur rendah.	Pembersihan media filter yang tersumbat tidak praktis.
		Kebutuhan lahan sedang (dapat dibangun di bawah tanah).	
3	Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)	Konsumsi daya rendah.	Perlu penggantian media setelah beberapa waktu.
		Tahan terhadap beban organik dan hidrolis yang berfluktuasi.	Menimbulkan bau.
		Estetik.	Biaya operasional yang lebih tinggi.
		Kemampuan penyisihan BOD, nitrogen, dan fosfor tinggi.	
4	Constructed Wetland (CW)	Secara umum mereka memiliki efek perawatan yang lebih tinggi daripada sistem tunggal, terutama untuk nitrogen, karena keuntungan dari filter yang berbeda dapat digabungkan.	Sangat memakan tempat.
		Selama tidak ada filter permukaan bebas yang terlibat, mereka tidak menyebabkan peningkatan perkembangbiakan nyamuk.	Membutuhkan desain dan konstruksi ahli.
		Konstruksi dapat menyediakan lapangan kerja bagi pekerja lokal.	Membutuhkan desain dan pengawasan ahli.
		Pemanfaatan proses alam.	Biaya modal sedang tergantung pada tanah, liner, fill, dll; biaya operasional rendah.
		Listrik umumnya hanya dibutuhkan untuk pompa.	Pra-perawatan diperlukan untuk mencegah penyumbatan.
		Proses stabilitas.	Tidak terlalu toleran terhadap iklim dingin.

Sumber: Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox (2022)

Tahapan berikutnya dalam proses desain unit pengolahan air limbah adalah pemilihan alternatif pengolahan. Unit pengolahan air limbah terdiri dari berbagai macam alternatif sistem pengolahan. Pemilihan alternatif dapat didasarkan dari kualitas effluent yang dihasilkan, kebutuhan lahan, biaya investasi, biaya operasional dan perawatan, kemudahan operasional dan perawatan, dan lain sebagainya. Efisiensi penyisihan selengkapannya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.17 Efisiensi Penyisihan Unit Pengolahan

Unit	Efisiensi Penyisihan								
	pH	BOD	COD	TSS	Amonia	Total N	Total P	Oil & Grease	FC (log units)

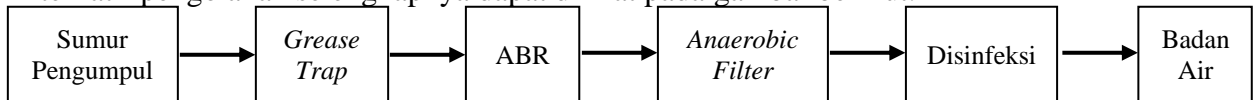


Sumur Pengumpul <sup>1</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bak Penangkap Lemak <sup>2</sup>	0	0	0	0	0	0	0	95	0
Constructed Wetlands <sup>3</sup>	0	80-90	75-85	87-93	<50	<60	<35	0	3-4
Anaerobic Filter <sup>3</sup>	0	80-85	70-80	80-90	<45	<60	<35	0	1-2
Moving Bed Biofilm Reactor	0	82.4-89.7 <sup>4</sup>	81.07-88.72 <sup>4</sup>	90.5-94.86 <sup>4</sup>	92.3 <sup>5</sup>	0	0	0	0
Anaerobic Baffled Reactor <sup>6</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Disinfeksi <sup>7</sup>	0	0	0	0	0	0	0	0	0

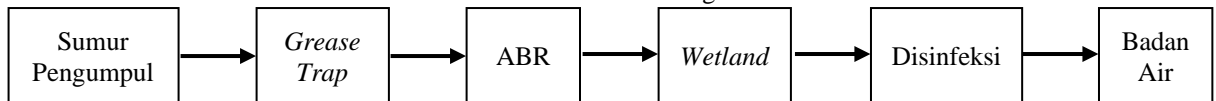
Sumber:

1. Kementerian PUPR No. 4 Tahun 2017
2. Muga dan Mihelcic, (2008)
3. Tchobanoglous et al., (2014)
4. Said dan Santoso, (2015)
5. Qiqi et al., (2012)
6. Nguyen et al., (2010)
7. Qasim dan Zhu, (2018)

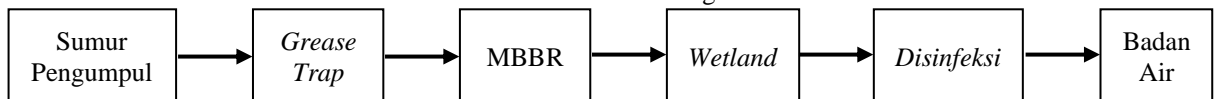
Alternatif pengolahan selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.7 Alternatif Pengolahan 1



Gambar 4.8 Alternatif Pengolahan 2



Gambar 4.9 Alternatif Pengolahan 3

#### 4.11.1. Pemilihan Berdasarkan Perhitungan Efisiensi Penyisihan

Setelah membuat alternatif pengolahan dan mengetahui efisiensi penyisihan setiap unit pengolahan, selanjutnya dilakukan perhitungan berdasarkan karakteristik air limbah yang akan diolah. Perhitungan penyisihan beban pencemar tiap alternatif selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.18 Perhitungan Alternatif Pengolahan 1

Parameter	Konsentrasi (mg/L)	Sumur Pengumpul		Grease Trap		ABR		Anaerobic Filter		Disinfeksi		Baku Mutu
		%R	Ef	%R	Ef	%R	Ef	%R	Ef	%R	Ef	
pH	7.49	0%	7.49	0%	7.49	4%	7.19	0%	7.19	0%	7.19	6-9
BOD	179.26	0%	179.26	0.00%	179.26	83%	30.47	80%	6.09	0%	6.09	30
COD	318.94	0%	318.94	0.00%	318.94	86%	44.65	70%	13.40	0%	13.40	100
TSS	220.56	0%	220.56	0%	220.56	51%	108.07	80%	21.61	0%	21.61	30
Minyak dan Lemak	20.82	0%	20.82	95%	1.04	0%	1.04	0%	1.04	0%	1.04	5
Amonia (NH <sub>3</sub> )	34.68	0%	34.68	0%	34.68	63%	12.83	40%	7.70	0%	7.70	10
Total Coliform	2.01x10 <sup>8</sup>	0%	2.01x10 <sup>8</sup>	0%	2.01x10 <sup>8</sup>	0%	2.01x10 <sup>8</sup>	0%	2.01x10 <sup>8</sup>	99.14%	1.72x10 <sup>4</sup>	3000

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

Tabel 4.19 Perhitungan Alternatif Pengolahan 2

Parameter	Konsentrasi (mg/L)	Sumur Pengumpul		Grease Trap		ABR		Wetland		Disinfeksi		Baku Mutu
		%R	Ef	%R	Ef	%R	Ef	%R	Ef	%R	Ef	
pH	7.49	0%	7.49	0%	7.49	4%	7.19	0%	7.19	0%	7.19	6-9
BOD	179.26	0%	179.26	0.00%	179.26	83%	30.47	80%	6.09	0%	6.09	30
COD	318.94	0%	318.94	0.00%	318.94	86%	44.65	75%	11.16	0%	11.16	100
TSS	220.56	0%	220.56	0%	220.56	51%	108.07	87%	14.05	0%	14.05	30
Minyak dan Lemak	20.82	0%	20.82	95%	1.04	0%	1.04	0%	1.04	0%	1.04	5
Amonia (NH <sub>3</sub> )	34.68	0%	34.68	0%	34.68	63%	12.83	30%	8.98	0%	8.98	10
Total Coliform	2.01x10 <sup>8</sup>	0%	2.01x10 <sup>8</sup>	0%	2.01x10 <sup>8</sup>	0%	2.01x10 <sup>8</sup>	82.6%	3.50x10 <sup>7</sup>	99.14%	2.99x10 <sup>3</sup>	3000

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

Tabel 4.20 Perhitungan Alternatif Pengolahan 3

Parameter	Konsentrasi (mg/L)	Sumur Pengumpul		Grease Trap		MBBR		Wetland		Disinfeksi		Baku Mutu
		%R	Ef	%R	Ef	%R	Ef	%R	Ef	%R	Ef	
pH	7.49	0%	7.49	0%	7.49	0%	7.49	0%	7.49	0%	7.49	6-9
BOD	179.26	0%	179.26	0.00%	179.26	85%	26.89	80%	5.38	0%	5.38	30
COD	318.94	0%	318.94	0.00%	318.94	87%	41.46	75%	10.37	0%	10.37	100
TSS	220.56	0%	220.56	0%	220.56	92%	17.64	87%	2.29	0%	2.29	30
Minyak dan Lemak	20.82	0%	20.82	95%	1.04	0%	1.04	0%	1.04	0%	1.04	5
Amonia (NH3)	34.68	0%	34.68	0%	34.68	92%	2.67	30%	1.87	0%	1.87	10
Total Coliform	2.01x10 <sup>8</sup>	0%	2.01x10 <sup>8</sup>	0%	2.01x10 <sup>8</sup>	0%	2.01x10 <sup>8</sup>	82.6%	3.50x10 <sup>7</sup>	99.14%	2.99x10 <sup>3</sup>	3000

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

#### 4.11.2. Pemilihan Berdasarkan Keuntungan dan Kerugian

Dari ketiga alternatif yang ada, akan dipilih satu yang dirasa sesuai dengan keadaan dan situasi di daerah perencanaan. Untuk pemilihan alternatif, juga dilakukan perbandingan kelebihan dan kekurangan dari setiap alternatif pengolahan yang ada. Perbandingan kelebihan dan kekurangan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.21 Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Alternatif Pengolahan

Parameter	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Efisiensi Penyisihan BOD	80-90%	80-85%	80-90%
Efisiensi Penyisihan COD	70-86%	70-86%	80-90%
Efisiensi Penyisihan TSS	51-93%	51-90%	90-95%
Kemampuan Penyisihan Patogen dan Nutrien	Rendah	Rendah	Tinggi
Operasional	Sedang	Mudah	Mudah
Kebutuhan Energi	Rendah	Rendah	Rendah
Efluen	Berbau	Berbau	Berbau
Beban Hidrolik	Fleksibel	Fleksibel	Fleksibel
Beban Organik	Fleksibel	Fleksibel	Fleksibel
Kebutuhan Lahan	Sedang	Sedang	Sedang
Lumpur yang Dihasilkan	Sedikit (Perlu Pengolahan Lanjutan)	Sedikit (Perlu Pengolahan Lanjutan)	Sedikit (Perlu Pengolahan Lanjutan)

Sumber: Hasil Analisis (2022)

Berdasarkan literatur, terdapat beberapa jenis wetland yang sering digunakan yaitu *Free-Water Surface Constructed Wetland*, *Horizontal Subsurface Flow Constructed Wetland*, serta *Vertical Flow Constructed Wetland*. Pemilihan jenis wetland yang digunakan didasarkan pada keuntungan dan kerugian yang ada.

Tabel 4.22 Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Unit Pengolahan

No	Jenis	Keuntungan	Kerugian
1	<i>Free-Water Surface Constructed Wetland</i>	Mendukung estetika dan menyediakan habitat hewan.	Dapat memudahkan perkembangbiakan nyamuk.
		Pengurangan BOD dan padatan yang tinggi; penghapusan patogen sedang.	Memerlukan lahan yang luas.
		Dapat dibangun dan diperbaiki dengan bahan yang tersedia secara lokal.	Waktu mulai yang lama untuk bekerja dengan kapasitas penuh.
		Tidak diperlukan energi listrik.	Membutuhkan desain dan konstruksi ahli.
		Tidak ada masalah nyata dengan bau jika dirancang dan dipelihara dengan benar.	Memerlukan pengawasan.
		Tidak diperlukan bahan kimia, stabilitas proses.	Tidak terlalu toleran terhadap iklim dingin.
		Biaya operasi rendah.	

No	Jenis	Keuntungan	Kerugian
		Dapat dikombinasikan dengan budidaya dan pertanian.	
2	<i>Horizontal Flow Constructed Wetland</i>	Pengurangan BOD, padatan tersuspensi dan pathogen tinggi.	Memerlukan lahan yang luas
		Tidak memiliki masalah nyamuk dari lahan basah dibangun permukaan air gratis	Sedikit penghapusan nutrisi
		Tidak diperlukan energi listrik	Risiko penyumbatan, tergantung pada perawatan pra dan primer
		Biaya operasi rendah	Waktu mulai yang lama untuk bekerja dengan kapasitas penuh
			Membutuhkan desain ahli dan pengawasan konstruksi
3	<i>Vertical Flow Constructed Wetland</i>	Pemanfaatan proses alam	Membutuhkan desain dan konstruksi ahli, khususnya, sistem dosis
		Pengurangan tinggi BOD, padatan tersuspensi dan patogen	Memerlukan perawatan yang lebih sering daripada Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan Horizontal
		Kemampuan untuk nitrifikasi karena transfer oksigen yang baik	Sumber energi listrik yang konstan mungkin diperlukan
		Tidak memiliki masalah nyamuk di Permukaan Air Bebas atau Lahan Basah Horizontal	Waktu mulai yang lama untuk bekerja dengan kapasitas penuh
		Lebih sedikit penyumbatan daripada di Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan Horizontal	Tidak semua suku cadang dan bahan mungkin tersedia secara lokal
		Membutuhkan lebih sedikit ruang daripada Free-Water Surface atau Horizontal Flow Wetland	Bahan filter berkualitas tinggi tidak selalu tersedia dan mahal
		Biaya operasi rendah	Pra-perawatan diperlukan untuk mencegah penyumbatan
			Tidak terlalu toleran terhadap iklim dingin

Sumber: Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox (2022)

#### 4.11.3. Pemilihan Berdasarkan Kebutuhan Lahan

Selain berdasarkan keuntungan dan kerugian serta perhitungan efisiensi penyisihan, penentuan unit pengolahan ini juga didasarkan pada kebutuhan lahan dan ketersediaan lahan pada daerah perencanaan. Perhitungan kebutuhan lahan tiap alternatif selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

- a. Sumur Pengumpul, Screen, dan Pompa

Diketahui:

$$1 \quad Q_{peak} = 1,277 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- 2  $Q_{Ave} = 0,121 \text{ m}^3/\text{detik}$
- 3  $Q_{min} = 0,533 \text{ m}^3/\text{detik}$
- 4 waktu detensi ( $td$ ) < 10 menit → Permen PUPR NO.4 Tahun 2017

Contoh perhitungan dimensi sumur pengumpul, screen, dan pompa dapat dilihat di bawah ini.

- 1 waktu deteksi = 5 menit = 300 detik
- 2 jenis pompa = submersible
- 3  $ND = 500 \text{ mm} = 0,5 \text{ m}$
- 4  $ID = 250 \text{ mm} = 0,25 \text{ m}$
- 5  $Q_{pompa} = Q_{peak} \times 60 \text{ detik/menit} = 1,277 \text{ m}^3/\text{detik} \times 60 \text{ detik/menit}$   
 $= 4.598,68 \text{ m}^3/\text{jam}$
- 6 jumlah pompa = 3 (2 digunakan, 1 cadangan)
- 7  $volume = Q_{peak} \times td = 1,277 \text{ m}^3/\text{detik} \times 300 \text{ detik} = 383,22 \text{ m}^3$
- 8  $P:L = 1:1$
- 9 panjang ( $P$ ) = 10 m
- 10 lebar ( $L$ ) = 10 m
- 11  $Kedalaman (h) = \frac{volume}{P \times L} = \frac{383,22 \text{ m}^3}{10 \text{ m} \times 10 \text{ m}} = 3,83 \text{ m}$
- 12  $Check td = \frac{P \times L \times h}{Q_{peak}} = \frac{10 \text{ m} \times 10 \text{ m} \times 3,83 \text{ m}}{1,277 \text{ m}^3/\text{detik}} = 300 \text{ detik} \rightarrow OK$
- 13 jumlah unit = 1 buah
- 14 Luas lahan =  $P \times L = 10 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 100 \text{ m}^2$

#### b. Bak Penangkap Lemak

Diketahui:

- 1  $Q_{peak} = 1,277 \text{ m}^3/\text{detik}$
- 2  $Q_{Ave} = 0,121 \text{ m}^3/\text{detik}$
- 3  $Q_{min} = 0,533 \text{ m}^3/\text{detik}$
- 4 waktu detensi ( $td$ ) = 5 – 20 menit → Panduan Perencanaan Teknik Terinci Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja (2018)
- 5 Kedalaman aktif = 0,5m
- 6 Tinggi Area Pengendapan = 0,3 m
- 7 Tinggi Scum = 0,2 m
- 8 Freeboard ( $Fb$ ) = 0,3 m

Contoh perhitungan dimensi bak penangkap lemak dapat dilihat di bawah ini.

- 1 waktu deteksi = 5 menit = 300 detik
- 2 kedalaman ( $h$ ) = 1,3 m
- 3 jumlah unit = 1 buah
- 4  $A_{surface} = \frac{Q_{ave} \times td}{h} = \frac{1,277 \text{ m}^3/\text{detik} \times 300 \text{ detik}}{1,3 \text{ m}} = 27,94 \text{ m}^2$
- 5  $P:L = 2:1$
- 6  $lebar (L) = \sqrt{\frac{As}{P}} = \sqrt{\frac{27,94 \text{ m}^2}{2}} = 3,74 \text{ m} \approx 3,80 \text{ m}$
- 7 panjang ( $P$ ) =  $2L = 2 \times 3,80 \text{ m} = 7,60 \text{ m}$

$$8 \quad \text{Check } td = \frac{P \times L \times h}{Q_{\text{peak}}} = \frac{7,60 \text{ m} \times 3,80 \text{ m} \times 1,3 \text{ m}}{0,121 \text{ m}^3/\text{detik}} = 310 \text{ detik} \rightarrow \text{OK}$$

$$9 \quad \text{Luas lahan} = P \times L = 7,60 \text{ m} \times 3,80 \text{ m} = 28,88 \text{ m}^2$$

c. Anaerobic Baffled Reactor (ABR)

Diketahui:

$$1 \quad Q_{\text{peak}} = 1,277 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$2 \quad Q_{\text{Ave}} = 0,121 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$3 \quad Q_{\text{min}} = 0,533 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$4 \quad \text{kecepatan upflow saat } Q_{\text{peak}} = 1 - 2 \text{ m/jam}$$

$$5 \quad P:L = 2:1 - 3:1$$

Contoh perhitungan dimensi ABR dapat dilihat di bawah ini.

$$1 \quad \text{kecepatan upflow saat } Q_{\text{peak}} = 1 \text{ m/jam} = 0,0003 \text{ m/detik}$$

$$2 \quad \text{jumlah unit} = 1 \text{ buah}$$

$$3 \quad A_{\text{surface}} = \frac{Q_{\text{ave}}}{V_{\text{upflow}}} = \frac{0,121 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,0003 \text{ m/detik}} = 435,89 \text{ m}^2$$

$$4 \quad P:L = 2:1$$

$$5 \quad \text{lebar } (L) = \sqrt{\frac{As}{P}} = \sqrt{\frac{435,89 \text{ m}^2}{2}} = 14,76 \text{ m} \approx 14,80 \text{ m}$$

$$6 \quad \text{panjang } (P) = 2L = 2 \times 14,80 \text{ m} = 29,60 \text{ m}$$

$$7 \quad \text{Check } V_{\text{upflow}} = \frac{P \times L}{Q_{\text{ave}}} = \frac{29,60 \text{ m} \times 14,80 \text{ m}}{0,121 \text{ m}^3/\text{detik}} = 0,0003 \text{ m/detik} \\ = 1 \text{ m/jam} \rightarrow \text{OK}$$

$$8 \quad \text{Luas lahan} = P \times L = 29,60 \text{ m} \times 14,80 \text{ m} = 438,08 \text{ m}^2$$

d. Anaerobic Filter

Diketahui:

$$1 \quad Q_{\text{peak}} = 1,277 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$2 \quad Q_{\text{Ave}} = 0,121 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$3 \quad Q_{\text{min}} = 0,533 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$4 \quad \text{HRT} = 0,5 - 4 \text{ hari}$$

$$5 \quad \text{kedalaman } (h) = 1,5 - 4 \text{ m}$$

Contoh perhitungan dimensi AF dapat dilihat di bawah ini.

$$1 \quad \text{HRT} = 1 \text{ hari} = 86.400 \text{ detik}$$

$$2 \quad \text{kedalaman } (h) = 3 \text{ m}$$

$$3 \quad \text{jumlah unit} = 1 \text{ buah}$$

$$4 \quad A_{\text{surface}} = \frac{Q_{\text{ave}}}{\text{HRT} \times h} = \frac{1,277 \text{ m}^3/\text{detik}}{86.400 \text{ detik} \times 3 \text{ m}} = 3.487,15 \text{ m}^2$$

$$5 \quad P:L = 4:1$$

$$6 \quad \text{lebar } (L) = \sqrt{\frac{As}{P}} = \sqrt{\frac{3.487,15 \text{ m}^2}{4}} = 29,53 \text{ m} \approx 29,60 \text{ m}$$

$$7 \quad \text{panjang } (P) = 4L = 4 \times 29,60 \text{ m} = 118,40 \text{ m}$$

$$8 \quad \text{Check HRT} = \frac{P \times L \times h}{Q_{\text{peak}}} = \frac{118,40 \text{ m} \times 29,60 \text{ m} \times 3 \text{ m}}{0,121 \text{ m}^3/\text{detik}} = 86.833,30 \text{ detik}$$

$$= 1,01 \text{ hari} \rightarrow \text{OK}$$

$$9 \quad \text{Luas lahan} = P \times L = 118,40 \text{ m} \times 29,60 \text{ m} = 3504,64 \text{ m}^2$$

e. Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)

Diketahui:

- 1  $Q_{\text{peak}} = 1,277 \text{ m}^3/\text{detik}$
- 2  $Q_{\text{Ave}} = 0,121 \text{ m}^3/\text{detik}$
- 3  $Q_{\text{min}} = 0,533 \text{ m}^3/\text{detik}$
- 4  $\text{Surface Area Removal Flux} = 2 - 20 \text{ g BOD}/\text{m}^2/\text{d}$
- 5  $\text{Range Media fill volume} = 50 - 60\% \text{ volume tank}$
- 6  $\text{Range Specific Surface Area} = 250 - 500 \text{ m}^2/\text{m}^3$
- 7  $\text{Range HRT zona anaerobik} = 0,5 - 1,5 \text{ jam}$
- 8  $\text{Range HRT zona anoxic} = 1 - 3 \text{ jam}$
- 9  $\text{Range HRT zona aerobik} = 3,5 - 8 \text{ jam}$
- 10  $\text{Range Depth} = 3 - 5 \text{ m}$
- 11  $\text{Range \%Void} = 60 - 90\%$
- 12  $\text{Range X MLVSS} = 2.000 - 4.000 \text{ mg}/\text{L}$
- 13  $\text{MLSS}/\text{MLVSS} = 0,8 \text{ mg}/\text{L}$

Contoh perhitungan dimensi MBBR dapat dilihat di bawah ini.

- Perhitungan Mass Balance

- 1  $\text{jumat unit} = 4 \text{ buah}$
- 2  $\text{jumlah stage} = 3 \text{ buah}$
- 3  $Q \text{ tiap unit} = \frac{Q_{\text{ave}}}{\text{jumlah unit}} = \frac{0,121 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3.600 \text{ detik}/\text{jam}}{4 \text{ buah}}$   
 $= 1,82 \text{ m}^3/\text{jam}$
- 4  $\text{BOD in (So)} = 179,26 \text{ mg}/\text{L}$
- 5  $\text{TSS in} = 220,56 \text{ mg}/\text{L}$
- 6  $\text{TKN in} = 34,676 \text{ mg}/\text{L}$
- 7  $\text{Target TSS out} = 30 \text{ mg}/\text{L}$
- 8  $\text{Target Total BOD out} = 30 \text{ mg}/\text{L}$
- 9  $\text{Soluble BOD out (Se)}$   
 $= \text{target total BOD out} - \left( \text{target TSS out} \times 1,42 \times 0,7 \times \frac{\text{MLSS}}{\text{MLVSS}} \right)$   
 $= 30 \text{ mg}/\text{L} - (30 \text{ mg}/\text{L} \times 1,42 \times 0,7 \times 0,8 \text{ mg}/\text{L}) = 6,144 \text{ mg}/\text{L}$
- 10  $\text{Target NO}_3 - \text{N out} = 0,5 \text{ mg}/\text{L}$
- 11  $\text{Target NH}_3 - \text{N out} = 10 \text{ mg}/\text{L}$
- 12  $\text{BOD load in} = \text{BOD in} \times Q \text{ tiap unit} = \frac{179,26 \text{ mg}/\text{L} \times 182 \text{ m}^3/\text{jam}}{10^6 \text{ mg}/\text{kg} \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{L}}$   
 $= 0,326 \text{ kg}/\text{jam}$
- 13  $\text{TKN load in} = \text{TKN in} \times Q \text{ tiap unit} = \frac{34,676 \text{ mg}/\text{L} \times 182 \text{ m}^3/\text{jam}}{10^6 \text{ mg}/\text{kg} \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{L}}$   
 $= 0,063 \text{ kg}/\text{jam}$

- Perhitungan Desain Reaktor



- 1 *jumat unit* = 4 buah
- 2 *jumlah stage* = 3 buah
- 3 
$$Q \text{ tiap unit} = \frac{Q \text{ ave}}{\text{jumlah unit}} = \frac{0,121 \text{ m}^3/\text{detik} \times 3.600 \text{ detik/jam}}{4 \text{ buah}}$$

$$= 1,82 \text{ m}^3/\text{jam}$$
- 4 *Stage 1 (Pra – Denitrifikasi)* = 70% removal  $\text{NO}_3 - \text{N}$
- 5 *SARF stage 1* = 0,9 g  $\text{NO}_3 - \text{N}/\text{m}^2/\text{d}$
- 6 *Range Internal recyle ratio (Ri)* = 1 – 2
- 7 *Stage 2* = 85% removal BOD
- 8 *SARF stage 2* = 5 g BOD/ $\text{m}^2/\text{d}$
- 9 *Stage 3* = 92% removal TKN
- 10 *SARF stage 3* = 1 g  $\text{NH}_3 - \text{N}/\text{m}^2/\text{d}$
- 11 *X MLVSS desain* = 2.000 mg/L
- 12 *media fill volume* = 50%
- 13 *%void* = 60%
- Perhitungan Zona Anaerobik
  - 1 *HRT zona anaerobik desain* 1 jam
  - 2 
$$\text{Volume zona anaerobik} = Q \text{ tiap unit} \times \text{HRT} = 1,82 \text{ m}^3/\text{jam} \times 1 \text{ jam}$$

$$= 1,82 \text{ m}^3$$
  - 3 *Kedalaman (h)* = 3 m
  - 4 
$$\text{Asurface} = \frac{\text{volume}}{h} = \frac{0,61 \text{ m}^3}{3 \text{ m}} = 0,61 \text{ m}^2$$
  - 5 *Lebar (L)* = 2 m
  - 6 
$$\text{Panjang (P)} = \frac{\text{As}}{L} = \frac{0,61 \text{ m}^2}{2 \text{ m}} = 0,3 \text{ m} \approx 0,4 \text{ m}$$
  - 7 
$$\text{luas lahan} = P \times L \times \text{jumlah unit} = 0,4 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 4 \text{ buah} = 3,2 \text{ m}^2$$
- Perhitungan Stage 1: Pra-Denitrifikasi
  - 1 *SARF* = 0,9 g  $\text{NO}_3 - \text{N}/\text{m}^2/\text{d}$
  - 2 *Ri* = 1
  - 3 *NO3 – N mass* = 0,06 kg/jam = 1.533,30 gr/d
  - 4 
$$\text{Total Asurface media} = \frac{\text{NO}_3 - \text{N mass}}{\text{SARF}} = \frac{1.533,30 \text{ gr/d}}{0,9 \text{ g NO}_3 - \text{N}/\text{m}^2/\text{d}}$$

$$= 1.703,67 \text{ m}^2$$
  - 5 *Specific Area* = 500  $\text{m}^2/\text{m}^3$
  - 6 
$$\text{Volume} = \frac{\text{specific area}}{\text{total As media}} = 1.703,67 \text{ m}^3$$
  - 7 
$$\text{Volume tambahan} = \frac{\text{volume}}{\text{media fill volume}} - (\text{volume} \times (1 - \% \text{void}))$$

$$= 5,45 \text{ m}^3$$
  - 8 
$$\text{HRT fixed} = \frac{\text{volume tambahan}}{Q \text{ tiap unit}} = 3 \text{ jam}$$
  - 9 *Kedalaman (h)* = 3 m
  - 10 
$$\text{Asurface} = \frac{\text{volume tambahan}}{h} = 1,82 \text{ m}^2$$

11 Lebar (L) = 2 m

12 Panjang (P) =  $\frac{As}{L} = 0,91 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$

13 luas lahan = P × L × jumlah unit = 1 m × 2 m × 4 buah = 8 m<sup>2</sup>

- Perhitungan Stage 2: BOD Removal

1 SARF = 0,9 g BOD/m<sup>2</sup>/d

2 BOD in mass = Q tiap unit × BOD in = 0,33 kg/jam = 7.813,84 gr/d

3 Total Asurface media =  $\frac{BOD \text{ in mass}}{SARF} = 1.562,77 \text{ m}^2$

4 Specific Area = 500 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

5 Volume =  $\frac{\text{specific area}}{\text{total As media}} = 3,13 \text{ m}^3$

6 Volume tambahan =  $\frac{\text{volume}}{\text{media fill volume}} - (\text{volume} \times (1 - \%void))$   
= 5,00 m<sup>3</sup>

7 HRT fixed =  $\frac{\text{volume tambahan}}{Q \text{ tiap unit}} = 2,8 \text{ jam}$

8 Kedalaman (h) = 3 m

9 Asurface =  $\frac{\text{volume tambahan}}{h} = 1,67 \text{ m}^2$

10 Lebar (L) = 2 m

11 Panjang (P) =  $\frac{As}{L} = 0,83 \text{ m} \approx 0,90 \text{ m}$

12 luas lahan = P × L × jumlah unit = 7,2 m<sup>2</sup>

- Perhitungan Stage 3: Nitrifikasi

1 SARF = 1 g NH<sub>3</sub> - N/m<sup>2</sup>/d

2 TKN in mass = Q tiap unit × BOD in = 0,06 kg/jam = 1.511,51 gr/d

3 Total Asurface media =  $\frac{BOD \text{ in mass}}{SARF} = 1.511,51 \text{ m}^2$

4 Specific Area = 500 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

5 Volume =  $\frac{\text{specific area}}{\text{total As media}} = 3,02 \text{ m}^3$

6 Volume tambahan =  $\frac{\text{volume}}{\text{media fill volume}} - (\text{volume} \times (1 - \%void))$   
= 4,84 m<sup>3</sup>

7 HRT fixed =  $\frac{\text{volume tambahan}}{Q \text{ tiap unit}} = 2,7 \text{ jam}$

8 Kedalaman (h) = 3 m

9 Asurface =  $\frac{\text{volume tambahan}}{h} = 1,61 \text{ m}^2$

10 Lebar (L) = 2 m

11 Panjang (P) =  $\frac{As}{L} = 0,81 \text{ m} \approx 0,9 \text{ m}$

12 luas lahan = P × L × jumlah unit = 7,2 m<sup>2</sup>

13 HRT di zona aerobik = HRT BOD + HRT nitrifikasi = 5,42 jam

- 14 *HRT desain total*  
 $= \text{HRT anaerobik} + \text{HRT pra denitrifikasi} + \text{HRT nitrifikasi}$   
 $= 9,42 \text{ jam}$
- 15 *luas lahan total*  
 $= \text{luas anaerobik} + \text{luas stage 1} + \text{luas stage 2}$   
 $+ \text{luas stage 3} = 25,6 \text{ m}^2$

f. Constructed Wetland (CW)

Diketahui:

- 1  $Q_{\text{peak}} = 1,277 \text{ m}^3/\text{detik}$
- 2  $Q_{\text{Ave}} = 0,121 \text{ m}^3/\text{detik}$
- 3  $Q_{\text{min}} = 0,533 \text{ m}^3/\text{detik}$
- 4  $K_s = 5.000 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$
- 5  $\text{slope} = 1\%$
- 6  $\text{tinggi tanaman saat dewasa} = 0,6 \text{ m}$

Contoh perhitungan dimensi CW dapat dilihat di bawah ini.

- 1  $\text{jumlah unit} = 2 \text{ buah}$
- 2  $Q_{\text{tiap unit}} = \frac{Q_{\text{ave}}}{\text{jumlah unit}} = \frac{0,121 \text{ m}^3/\text{detik}}{2 \text{ buah}} = 0,061 \text{ m}^3/\text{detik}$
- 3  $A_{\text{Cross}} = \frac{Q_{\text{tiap unit}} \times 86.400 \text{ detik/hari}}{K_s \times \text{slope}}$   
 $= \frac{0,061 \text{ m}^3/\text{detik} \times 86.400 \text{ detik/hari}}{5.000 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari} \times 0,01} = 104,61 \text{ m}^2$
- 4  $\text{lebar (L)} = \frac{A_c}{\text{tinggi tanaman}} = \frac{104,61 \text{ m}^2}{0,6 \text{ m}} = 174,36 \text{ m} \approx 174,40 \text{ m}$
- 5  $A_{\text{surface}} = \frac{Q_{\text{tiap unit}}}{\text{tinggi tanaman}} = \frac{0,061 \text{ m}^3/\text{detik} \times 1 \text{ detik}}{0,6 \text{ m}} = 0,10 \text{ m}^2$
- 6  $\text{panjang (P)} = \frac{A_s}{L} = \frac{0,10 \text{ m}^2}{174,40 \text{ m}} = 0,001 \text{ m}$
- 7  $\text{Luas lahan} = P \times L = 0,001 \text{ m} \times 174,40 \text{ m} = 0,20 \text{ m}^2$

g. Bak Disinfeksi

Diketahui:

- 1  $Q_{\text{peak}} = 1,277 \text{ m}^3/\text{detik}$
- 2  $Q_{\text{Ave}} = 0,121 \text{ m}^3/\text{detik}$
- 3  $Q_{\text{min}} = 0,533 \text{ m}^3/\text{detik}$
- 4  $\text{tipikal waktu kontak} = 40 \text{ menit} \rightarrow \text{Tchobanoglous et al., (2014)}$

Contoh perhitungan dimensi bak disinfeksi dapat dilihat di bawah ini.

- 1  $\text{jumlah unit} = 2 \text{ buah} \rightarrow \text{bergantian}$
- 2  $Q_{\text{tiap unit}} = \frac{Q_{\text{ave}}}{\text{jumlah unit}} = \frac{0,121 \text{ m}^3/\text{detik}}{2 \text{ buah}} = 0,061 \text{ m}^3/\text{detik}$   
 $= 217,95 \text{ m}^3/\text{jam}$
- 3  $\text{kedalaman (h)} = 2,5 \text{ m}$

$$\begin{aligned}
4 \quad V \text{ tiap unit} &= \frac{Q \text{ tiap unit}}{\text{tipikal waktu kontak}} = \frac{217,95 \text{ m}^3/\text{jam}}{40 \text{ menit} \times 2/3 \text{ jam/menit}} \\
&= 145,30 \text{ m}^3 \\
5 \quad A \text{ surface} &= \frac{V \text{ tiap unit}}{h} = \frac{145,30 \text{ m}^3}{2,5 \text{ m}} = 58,12 \text{ m}^2 \\
6 \quad P:L &= 4:1 \\
7 \quad \text{lebar (L)} &= \sqrt{\frac{As}{P}} = \sqrt{\frac{58,12 \text{ m}^2}{4}} = 3,81 \text{ m} \approx 3,90 \text{ m} \\
8 \quad \text{panjang (P)} &= 4L = 4 \times 3,90 \text{ m} = 15,60 \text{ m} \\
9 \quad \text{Check td} &= \frac{P \times L \times h}{Q \text{ tiap unit}} = \frac{15,6 \text{ m} \times 3,90 \text{ m} \times 2,5 \text{ m}}{0,061 \text{ m}^3/\text{detik} \times 60 \text{ detik/menit}} = 41,87 \text{ menit} \\
&\rightarrow OK \\
10 \quad \text{Luas lahan} &= P \times L = 15,40 \text{ m} \times 3,90 \text{ m} = 60,84 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, kebutuhan lahan masing masing alternatif pengolahan dapat dibandingkan. Perbandingan kebutuhan lahan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.23 Perbandingan Kebutuhan Luas Lahan Alternatif Pengolahan

Jenis Lahan	Alternatif I	Alternatif II	Alternatif III
Total Luas Unit Pengolahan	4,132.44	628.00	215.52
Total Luas Unit Non Pengolahan	2,066.22	314.00	107.76
Total Luas Lahan (m2)	6,198.66	942.00	323.28
	0.62 ha	0.09 ha	0.03 ha

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

Dari ketiga alternatif yang ada, akan dipilih satu yang dirasa sesuai dengan keadaan dan situasi di daerah perencanaan. Untuk pemilihan alternatif, juga dilakukan analisis perhitungan efisiensi penyisihan dan kebutuhan lahan masing-masing alternatif pengolahan. Efisiensi penyisihan dan kebutuhan lahan merupakan aspek penting dalam penetapan pemilihan alternatif pengolahan. dan bergantung pada unit pengolahan yang akan digunakan karena setiap unit pengolahan memiliki efisiensi removal berbeda beda. Unit pengolahan yang telah ditetapkan pada setiap alternatif pengolahan harus mampu melakukan pengolahan terhadap air limbah agar memenuhi standar baku mutu yang berlaku. Selain itu, dilakukan juga perbandingan kelebihan dan kekurangan dari setiap alternatif pengolahan yang ada.

Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa sebagian besar parameter memiliki kesamaan. Perbedaan yang cukup terlihat terdapat pada efisiensi penyisihan dan kebutuhannya. Berdasarkan hasil tersebut, dapat dilihat bahwa alternatif ketiga memiliki kemampuan penyisihan patogen dan nutrien yang tinggi serta efisiensi penyisihan parameter BOD, COD, dan TSS juga memiliki nilai yang cukup tinggi dibandingkan dengan alternatif pengolahan lainnya. Selain itu pada alternatif ketiga, kualitas efluen pada parameter total coliform memiliki nilai paling rendah serta kebutuhan lahan yang akan dipergunakan sebagai IPAL tidak akan terlalu mengurangi estetika dikarenakan terdapat beberapa unit yang terletak di dalam tanah.

Dari ketiga alternatif yang ada, akan dipilih satu yang dirasa sesuai dengan keadaan dan situasi di daerah perencanaan. Untuk pemilihan alternatif, juga dilakukan perhitungan analisis

efisiensi penyisihan masing-masing alternatif pengolahan. Efisiensi penyisihan merupakan salah satu aspek penting dalam penetapan pemilihan alternatif pengolahan. dan bergantung pada unit pengolahan yang akan digunakan karena setiap unit pengolahan memiliki efisiensi removal berbeda beda. Unit pengolahan yang telah ditetapkan pada setiap alternatif pengolahan harus mampu melakukan pengolahan terhadap air limbah agar memenuhi standar baku mutu yang berlaku. Selain itu, dilakukan juga perbandingan kelebihan dan kekurangan dari setiap alternatif pengolahan yang ada. Perbandingan kelebihan dan kekurangan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.24 Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Alternatif Pengolahan 3

Parameter	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Efisiensi Removal BOD	80-90%	80-85%	80-90%
Efisiensi Removal COD	70-86%	70-86%	80-90%
Efisiensi Removal TSS	51-93%	51-90%	90-95%
Kemampuan Penyisihan Patogen dan Nutrien	Rendah	Rendah	Tinggi
Operasional	Mudah	Mudah	Mudah
Kebutuhan Energi	Rendah	Rendah	Rendah
Efluen	Berbau	Berbau	Berbau
Beban Hidrolik	Fleksibel	Fleksibel	Fleksibel
Beban Organik	Fleksibel	Fleksibel	Fleksibel
Kebutuhan Lahan	Sedang	Sedang	Sedang
Lumpur yang Dihasilkan	Sedikit (Perlu Pengolahan Lanjutan)	Sedikit (Perlu Pengolahan Lanjutan)	Sedikit (Perlu Pengolahan Lanjutan)

Sumber: Hasil Analisis (2022)

Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa sebagian besar parameter memiliki kesamaan. Perbedaan yang cukup terlihat terdapat pada efisiensi penyisihannya. Berdasarkan hasil tersebut, dapat dilihat bahwa alternatif ketiga memiliki kemampuan penyisihan pathogen dan nutrient yang tinggi serta efisiensi penyisihan parameter BOD, COD, dan TSS juga memiliki nilai yang cukup tinggi dibandingkan dengan alternatif pengolahan lainnya. Selain itu pada alternatif ketiga, lahan yang akan dipergunakan sebagai IPAL tidak akan terlalu mengurangi estetika dikarenakan terdapat beberapa unit yang terletak di dalam tanah.

#### 4.12. Dimensi Unit Pengolahan

##### 4.12.1. Sumur Pengumpul, Saringan Sampah, dan Pompa

###### a. Sumur Pengumpul

1	<i>Q Peak</i>	0.424	<i>m<sup>3</sup>/dt</i>
2	<i>Q Rata Rata</i>	0.121	<i>m<sup>3</sup>/dt</i>
3	<i>Q Min</i>	0.035	<i>m<sup>3</sup>/dt</i>
4	<i>Jumlah Unit</i>	1	<i>buah</i>
5	<i>Elevasi Bawah (Pipa Akhir)</i>	-2.82	<i>m</i>
6	<i>Elevasi Tanah</i>	1.00	<i>m</i>
7	<i>Jarak Pipa dan Muka Tanah</i>	3.82	<i>m</i>
8	<i>Waktu Detensi (td)</i>	5	<i>menit</i>
9	<i>P:L</i>	300	<i>dt</i>
10	<i>Kedalaman (h)</i>	2:1	
11	<i>Freeboard (Fb)</i>	3.50	<i>m</i>
12	<i>Ketebalan Dinding</i>	0.3	<i>m</i>
13	<i>Q tiap Unit</i>	0.42	<i>m<sup>3</sup>/dt</i>
14	<i>Volume</i>	127.20	<i>m<sup>3</sup></i>
15	<i>A Surface</i>	36.34	<i>m<sup>2</sup></i>
16	<i>Lebar (L)</i>	4.26	<i>m</i>
		4.3	<i>m</i>
17	<i>Panjang (P)</i>	8.53	<i>m</i>
		8.6	<i>m</i>
19	<i>Check td (Peak)</i>	1.02	<i>menit</i>
20	<i>Check H Air (Peak)</i>	3.44	<i>m</i>
21	<i>Check td (Rata Rata)</i>	3.56	<i>menit</i>
22	<i>Check H Air (Rata Rata)</i>	0.98	<i>m</i>
23	<i>Check td (Min)</i>	12.51	<i>menit</i>

###### b. Saringan Sampah (Screen)

1	<i>Q Peak</i>	0.424	<i>m<sup>3</sup>/dt</i>
2	<i>Q Rata Rata</i>	0.121	<i>m<sup>3</sup>/dt</i>
3	<i>Q Min</i>	0.0345	<i>m<sup>3</sup>/dt</i>
4	<i>Jumlah Unit</i>	1	<i>buah</i>
5	<i>Tipe Pembersihan</i>	<i>mekanik</i>	
6	<i>Lebar Screen</i>	4.3	<i>m</i>
7	<i>Kedalaman Sumur</i>	3.5	<i>m</i>
8	<i>Kemiringan (Vertikal)</i>	15	<i>°</i>
9	<i>Lebar Batang (w)</i>	10	<i>mm</i>
10	<i>Jarak Buka (b)</i>	40	<i>mm</i>
11	<i>Bentuk Batang</i>	<i>rectangular</i>	
12	<i>Faktor Bentuk (<math>\beta</math>)</i>	2.42	
13	<i>V Approach (Va)</i>	0.6	<i>m/dt</i>
14	<i>Gravitasi</i>	9.81	<i>m/dt<sup>2</sup></i>

15	<i>Cd (0% Clogging)</i>	0.7	
16	<i>Cd (50% Clogging)</i>	0.6	
17	<i>Jumlah Batang (n)</i>	85.20	<i>buah</i>
18		85	<i>buah</i>
19	<i>Jumlah Bukaannya (N)</i>	86	<i>buah</i>
20	<i>Lebar Bukaannya Total (Lt)</i>	3.44	<i>m</i>
21	<i>Lebar Batang Total</i>	0.85	<i>m</i>
22	<i>Ac</i>	15.05	<i>m<sup>2</sup></i>
23	<i>A net</i>	12.04	<i>m<sup>2</sup></i>
24	<i>Kemiringan (Horizontal)</i>	75	<sup>o</sup>
25	<i>As</i>	15.58	<i>m<sup>2</sup></i>
26	<i>Tinggi Batang</i>	3.623	<i>m</i>
27	<i>Vb</i>	0.75	<i>m/dt</i>
28	<i>Headloss (0% Clogging)</i>	0.015	<i>m</i>
29	<i>Headloss (0% Clogging)</i>	0.007	<i>m</i>
c. Pompa			
1	<i>Q Peak</i>	0.424	<i>m<sup>3</sup>/dt</i>
2	<i>Q Rata Rata</i>	0.121	<i>m<sup>3</sup>/dt</i>
3	<i>Q Min</i>	0.035	<i>m<sup>3</sup>/dt</i>
4	<i>Jumlah Unit</i>	3	<i>buah</i>
5	<i>C (Beton)</i>	120	
6	<i>Gravitasi</i>	9.81	<i>m/dt<sup>2</sup></i>
7	<i>Q Peak = 1.526 m<sup>3</sup>/jam</i>	1526.4	<i>m<sup>3</sup>/h</i>
8	<i>Q tiap Pompa = 763,20 m<sup>3</sup>/detik</i>	763.20	<i>m<sup>3</sup>/h</i>
9	<i>Head Pompa</i>		
a	<i>H Suction = 0 m</i>	0	<i>m</i>
b	<i>H ke Rumah Pompa = 2 m</i>	2	<i>m</i>
c	<i>H Discharge = 8 m</i>	8	<i>m</i>
d	<i>H Sisa Tekan = 5 m</i>	5	<i>m</i>
e	<i>Head Statis = 15 m</i>	15	<i>m</i>
4	<i>Head Statis Terpilih = 15 m</i>	18	<i>m</i>
10	<i>Tipe Pompa</i>		
a	<i>Merek = GISO</i>	<i>GISO</i>	
b	<i>Seri: 250 – 200 – 315</i>	250 – 200 – 315	
c	<i>Q Pompa = 650 m<sup>3</sup>/jam</i>	650	<i>m<sup>3</sup>/h</i>
		0.181	<i>m<sup>3</sup>/dt</i>
d	<i>D Suction = 250 mm</i>	250	<i>mm</i>

e	<i>D Discharge</i> = 200 mm	200	mm
	<i>D Discharge Diperbesar</i> = 315 mm	315	mm
11	<i>A Discharge</i> = 0,078 m <sup>2</sup>	0.078	m <sup>2</sup>
12	<i>Kecepatan Discharge</i> = 2,32 m/detik	2.32	m/dt
13	<i>Headloss Mayor</i> 1.28660	1.2860	m
14	<i>Headloss Minor</i>		
a	<i>hv</i> = 0,2739 m	0.2739	m
b	1 <i>Belokan 90°</i> = 0,0822 m	0.0822	m
c	1 <i>Valve</i> = 0,0411 m	0.0411	m
d	1 <i>Reducer</i> = 0,0219 m	0.0219	m
15	<i>Total Headloss</i> = 16,43 m	16.43	m
16	<i>Power</i>		
a	$\rho$ <i>Air</i> = 1,000 kg/m <sup>3</sup>	1000	kg/m <sup>3</sup>
b	<i>Power</i> 29.103,70 watt	29,103.70	watt
c	<i>Efisiensi Pompa</i> = 45 kW = 65%	45	kW
17	<i>Lebar Pompa</i> = 585 mm = 0,6 m	585	mm

#### 4.12.2. Bak Penangkap Lemak

1	<i>Q Peak</i>	0.424	m <sup>3</sup> /dt
2	<i>Q Rata Rata</i>	0.121	m <sup>3</sup> /dt
3	<i>Q Min</i>	0.035	m <sup>3</sup> /dt
4	<i>Jumlah Unit</i>	1	buah
5	<i>P. Kompartemen 1</i>		
6	<i>P. Kompartemen 2</i>		
7	<i>Kedalaman (h)</i>	1.3	m
a	<i>Kedalaman Aktif</i>	0.5	m
b	<i>Tinggi Area Pengendapan</i>	0.3	m
c	<i>Tinggi Scum</i>	0.2	m
d	<i>Freeboard (fb)</i>	0.3	m
8	<i>Kecepatan Pengaliran</i>	5	m/h
		0.001	m/dt
9	<i>Waktu Detensi (td)</i>	5	menit
		300	dt
10	<i>Ketebalan Dinding</i>	0.25	m
11	<i>Volume tiap Unit</i>	127.2	m <sup>3</sup>
12	<i>A Surface</i>	305.28	m <sup>2</sup>
13	<i>P:L</i>	3: 1	
14	<i>Lebar (L)</i>	10.09	m
		10.1	m



15	<i>Panjang (P)</i>	30.26	<i>m</i>
		30.3	<i>m</i>
17	<i>Check v</i>	0.001	<i>m/dt</i>
		4.99	<i>m/h</i>
18	<i>Check kedalaman aktif</i>	0.42	<i>m</i>
		0.50	<i>m</i>
29	<i>Check td</i>	360.88	<i>dt</i>
		6.01	<i>menit</i>
20	<i>P. Kompartemen 1</i>	20.20	<i>m</i>
		20.2	<i>m</i>
21	<i>P. Kompartemen 2</i>	10.10	<i>m</i>
		10.1	<i>m</i>
22	<i>Luas Lahan</i>	306.03	<i>m<sup>2</sup></i>

#### 4.12.3. Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR)

a.	<i>Zona Anaerobik</i>		
1	<i>Q Peak</i>	0.424	<i>m<sup>3</sup>/dt</i>
2	<i>Q Rata Rata</i>	0.121	<i>m<sup>3</sup>/dt</i>
3	<i>Q Min</i>	0.035	<i>m<sup>3</sup>/dt</i>
5	<i>Jumlah Unit</i>	1	<i>buah</i>
6	<i>COD/BOD ratio</i>	1.78	
	<i>COD/TP ratio</i>	63.79	
7	<i>Target sP out</i>	0.20	<i>mg/L</i>
8	<i>HRT teoritis</i>	1.78	<i>jam</i>
9	<i>Volume</i>	193.62	<i>m<sup>3</sup></i>
10	<i>Depth Design</i>	3.5	<i>m</i>
11	<i>Asurface</i>	55.32	<i>m<sup>2</sup></i>
12	<i>Width</i>	5.50	<i>m</i>
13	<i>Length</i>	10.06	<i>m</i>
14		10.10	<i>m</i>
15	<i>Volume fix</i>	194.425	<i>m<sup>3</sup></i>
16	<i>Toltal Luas Lahan</i>	222.2	<i>m<sup>2</sup></i>
17	<i>HRT fix</i>	1.79	<i>jam</i>
18	<i>bCOD in</i>	286.82	<i>mg/L</i>
19	<i>bCOD out</i>	10.67	<i>mg/L</i>
20	<i>Px</i>	259.8278031	<i>kg/d</i>
21	<i>X MLSS</i>	8352.44	<i>mg/L</i>
22	<i>m</i>	0.000801	<i>Ns/m<sup>2</sup></i>
23	<i>r air</i>	997.70	<i>kg/m<sup>3</sup></i>

24	<i>P/V</i>	0.01	<i>kW/m3</i>
25	<i>Total Power req</i>	3.00	<i>kW</i>
b. Zona Anoksik			
1	<i>Q Peak</i>	0.424	<i>m3/dt</i>
2	<i>Q Rata Rata</i>	0.121	<i>m3/dt</i>
3	<i>Q Min</i>	0.035	<i>m3/dt</i>
4	<i>Jumlah Unit</i>	1	<i>buah</i>
5	<i>RAS * Desain</i>	0.25	
6	<i>NOX in</i>	23.79	<i>mg/L</i>
7	<i>Target NO3 – N out</i>	10.00	<i>mg/L</i>
8	<i>IR *</i>	1.128	
		1.20	
9	<i>Q to anoxic zone</i>	157.91	<i>m3/jam</i>
10	<i>NOX load</i>	90.13906606	<i>kg/d</i>
11	<i>SSA</i>	500	<i>m2/m3</i>
12	<i>Media fill</i>	50%	<i>volume</i>
13	<i>DRF *</i>	0.9	<i>gNO3</i> <i>– N/m2/d</i>
14	<i>Suhu air</i>	28	<i>deg C</i>
15	<i>DRF koreksi</i>	3.03	<i>gNO3</i> <i>– N/m2/d</i>
16	<i>Am</i>	29705.72	<i>m2</i>
17	<i>Vm</i>	59.41	<i>m3</i>
18	<i>Volume total</i>	118.82	<i>m3</i>
19	<i>Depth Design</i>	3.5	<i>m</i>
20	<i>Surface area</i>	33.95	<i>m2</i>
21	<i>Width</i>	5.50	<i>m</i>
22	<i>Length</i>	6.17	<i>m</i>
		6.20	<i>m</i>
23	<i>Volume fix</i>	119.35	<i>m3</i>
24	<i>HRT</i>	1.1	<i>jam</i>
25	<i>Total Luas Lahan</i>	136.4	<i>m2</i>
26	<i>SDNR</i>	0.1	<i>/d</i>
27	<i>RlNOx</i>	36.03	<i>kg/d</i>
28	<i>X MLSS</i>	3773.447125	<i>mg/L</i>
29	<i>m</i>	0.000801	<i>Ns/m2</i>
30	<i>P/V *</i>	0.010281062	<i>kW/m3</i>
31	<i>Total power req</i>	2.00	<i>kW</i>

c. Zona Aerobik (BOD Removal)

1	<i>Q Peak</i>	0.424	<i>m<sup>3</sup>/dt</i>
2	<i>Q Rata Rata</i>	0.121	<i>m<sup>3</sup>/dt</i>
3	<i>Q Min</i>	0.035	<i>m<sup>3</sup>/dt</i>
4	<i>Jumlah Unit</i>	1	<i>buah</i>
5	<i>Ks</i>	60	<i>mg BOD<sub>5</sub>/L</i>
6	<i>kd</i>	0.05	<i>/d</i>
7	<i>m max</i>	2.5	<i>mg VSS</i> <i>/mg VSS</i>
8	<i>SRT Desain</i>	5	<i>d</i>
9	<i>Soluble BOD Out</i>	6.67	<i>mg/L</i>
10	<i>SSA *</i>	500	<i>m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup></i>
11	<i>Media fill</i>	50%	<i>volume</i>
12	<i>SARF Desain</i>	5	<i>g BOD/m<sup>2</sup>/d</i>
13	<i>Am *</i>	90217.99	<i>m<sup>2</sup></i>
14	<i>Volume Total</i>	360.87	<i>m<sup>3</sup></i>
15	<i>Depth design</i>	3.5	<i>m</i>
16	<i>Surface area</i>	103.11	<i>m<sup>2</sup></i>
17	<i>Width</i>	5.50	<i>m</i>
18	<i>Length</i>	18.75	<i>m</i>
		18.80	
19	<i>Volume fix</i>	361.90	<i>m<sup>3</sup></i>
20	<i>Organic Load</i>	1.29	<i>kgBOD/m<sup>3</sup></i> <i>/d</i>
21	<i>HRT</i>	3.32	<i>jam</i>
22	<i>Total Luas Lahan</i>	413.60	<i>m<sup>2</sup></i>
23	<i>VOR *</i>	2.60	<i>kgO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>/d</i>
24	<i>Massa jenis udara</i>	1.21	<i>kg/m<sup>3</sup></i>
25	<i>%O<sub>2</sub></i>	21%	
26	<i>Airflow rate (Qa)</i>	70	<i>Nm<sup>3</sup>/h</i>
27	<i>SOTE</i>	10%	
28	<i>ThOR * (AOTR)</i>	939.70	<i>kgO<sub>2</sub>/d</i>
29	<i>Cs<sub>20</sub></i>	9.17	<i>mg/L</i>
30	<i>Cs<sub>28</sub></i>	7.93	<i>mg/L</i>
31	<i>Pb</i>	759.84	<i>mmHg</i>
32	<i>Pa</i>	760	<i>mmHg</i>
		10.33	<i>m</i>
33	<i>de</i>	0.4	

34	<i>Diffuser depth</i>	3	<i>m</i>
35	<i>C<sub>sinf20</sub></i>	10.24	
36	<i>a</i>	0.82	
37	<i>b</i>	0.95	
38	<i>F</i>	0.9	
39	<i>CL</i>	2	<i>mg/L</i>
40	<i>Suhu air</i>	28	<i>deg C</i>
41	<i>SOTR</i>	1682.61	<i>kgO<sub>2</sub>/h</i>
42	<i>Q<sub>air total</sub></i>	66218.25	<i>standard m<sup>3</sup> /h</i>
43	<i>Standard Q<sub>a</sub></i>	75.13	<i>standard m<sup>3</sup> /h</i>
44	<i>N diffuser</i>	882	<i>tube</i>
45	<i>Y</i>	0.6	<i>mgVSS /mg BOD</i>
46	<i>Y<sub>N</sub></i>	0.15	<i>mg VSS /mg N</i>
47	<i>P<sub>x</sub> biomass</i>	216.52	<i>kgVSS/d</i>
48	<i>P<sub>x</sub> cell debri</i>	8.12	<i>kgVSS/d</i>
49	<i>P<sub>x</sub>N</i>	48.50	<i>kgVSS/d</i>
50	<i>P<sub>x</sub> total iterasi1</i>	273.14	<i>kgVSS/d</i>
51	<i>NO<sub>x</sub> iterasi 1</i>	0.022	<i>kg/m<sup>3</sup></i>
52	<i>P<sub>x</sub> total iterasi2</i>	229.26	<i>kgVSS/d</i>
53	<i>NO<sub>x</sub> iterasi 2</i>	0.024	<i>kg/m<sup>3</sup></i>
54	<i>P<sub>x</sub> total iterasi3</i>	229.69	<i>kg VSS/d</i>
55	<i>Nox iterasi 3</i>	0.024	<i>kg/m<sup>3</sup></i>
56	<i>P<sub>x</sub> total iterasi4</i>	229.68	<i>kg Vss/d</i>
d. Zona Aerobik (Nitrifikasi)			
1	<i>Q Peak</i>	0.424	<i>m<sup>3</sup>/dt</i>
2	<i>Q Rata Rata</i>	0.121	<i>m<sup>3</sup>/dt</i>
3	<i>Q Min</i>	0.035	<i>m<sup>3</sup>/dt</i>
4	<i>Jumlah Unit</i>	1	<i>buah</i>
5	<i>K<sub>s</sub>N</i>	0.5	<i>mg N/L</i>
6	<i>kdN</i>	0.17	<i>/d</i>
7	<i>m max</i>	0.9	
8	<i>SRT Desain</i>	5	<i>d</i>
9	<i>NH<sub>3</sub> out</i>	0.349	<i>mg/L</i>
10	<i>SSA</i>	500	<i>m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup></i>

11	<i>Media fill</i>	50%	<i>volume</i>
12	<i>NRF *</i>	0.45	<i>g NH3</i> <i>- N/m2/d</i>
13	<i>Suhu air</i>	28	<i>deg C</i>
14	<i>NRF koreksi</i>	1.52	<i>g NH3</i> <i>- N/m2/d</i>
15	<i>Am</i>	59140.08	<i>m2</i>
16	<i>Vm</i>	118.28	<i>m3</i>
17	<i>Volume total</i>	236.56	<i>m3</i>
18	<i>Depth Design</i>	3.5	<i>m</i>
19	<i>Surface Area</i>	67.59	<i>m2</i>
20	<i>Width</i>	5.50	<i>m</i>
21	<i>Length</i>	12.29	<i>m</i>
		12.30	
22	<i>Volume fix</i>	236.78	<i>m3</i>
23	<i>N Load</i>	0.38	<i>kgN/m3.d</i>
24	<i>HRT</i>	2.17	<i>jam</i>
25	<i>Total Luas Lahan</i>	270.6	<i>m2</i>
26	<i>HRT Aerobik</i>	5.50	<i>Jam</i>
27	<i>VOR</i>	3.50	<i>kgO2/m3/d</i>
28	<i>Massa jenis udara</i>	1.21	<i>kg/m3</i>
29	<i>%O2</i>	21%	
30	<i>Airflow rate (Qa)</i>	70	<i>Nm3/h</i>
31	<i>SOTE</i>	10%	
32	<i>ThOR * (AOTR)</i>	829.20	<i>kgO2/d</i>
33	<i>Cs20</i>	9.17	<i>mg/L</i>
34	<i>Cs28</i>	7.93	<i>mg/L</i>
35	<i>Pb</i>	759.84	<i>mmHg</i>
36	<i>Pa</i>	760	<i>mmHg</i>
		10.33	<i>m</i>
37	<i>de</i>	0.4	
38	<i>Diffuser depth</i>	3	<i>m</i>
39	<i>Csinf20</i>	10.24	
40	<i>a</i>	0.82	
41	<i>b</i>	0.95	
42	<i>F</i>	0.9	
43	<i>CL</i>	2	<i>mg/L</i>
44	<i>Suhu air</i>	28	<i>deg C</i>
45	<i>SOTR</i>	1484.75	<i>kgO2/h</i>

46	<i>Qair total</i>	58431.64	<i>standard m3 /h</i>
47	<i>Standard Qa</i>	75.13	<i>standard m3 /h</i>
48	<i>N diffuser</i>	778	<i>tube</i>

#### 4.12.4. *Constucted Wetlands*

1	<i>Q Peak</i>	0.424	<i>m3/dt</i>
2	<i>Q Rata Rata</i>	0.121	<i>m3/dt</i>
3	<i>Q Min</i>	0.035	<i>m3/dt</i>
4	<i>Jumlah Unit</i>	1	<i>buah</i>
5	<i>BOD in</i>	179.26	<i>mg/l</i>
6	<i>COD in</i>	318.94	<i>mg/l</i>
7	<i>TSS in</i>	220.56	<i>mg/l</i>
8	<i>TC in</i>	2010.00	<i>MPN/100ml</i>
9	<i>Suhu Udara (Tu)</i>	26	<i>°C</i>
10	<i>Suhu Air (Ta)</i>	24	<i>°C</i>
11	<i>Kedalaman Wetland (y)</i>	0.3	<i>m</i>
12	<i>Porositas Media (ε)</i>	40%	
13	<i>Jenis Wetland</i>	<i>FWS</i>	
14	<i>Kedalaman Bak (h)</i>	120	<i>cm</i>
		1.2	<i>m</i>
15	<i>Freeboard (fb)</i>	0.3	<i>m</i>
16	<i>KT</i>	0.856	<i>/hari</i>
17	<i>A Surface (As)</i>	2.11	<i>m2</i>
18	<i>P:L</i>	4:1	
19	<i>Lebar (L)</i>	0.73	<i>m</i>
		0.8	<i>m</i>
20	<i>Panjang (P)</i>	3.20	<i>m</i>
		3.2	<i>m</i>
21	<i>A Surface (As)</i>	2.56	<i>m2</i>
		2.6	<i>m2</i>
22	<i>Check HRT</i>	2.58	<i>hari</i>
23	<i>A Surface (As) untuk Polutan Terlarut</i>	5.05	<i>m2</i>
24	<i>Lebar (L)</i>	1.12	<i>m</i>
		1.2	<i>m</i>
25	<i>Panjang (P)</i>	4.80	<i>m</i>
		4.8	<i>m</i>
26	<i>A Surface (As)</i>	5.76	<i>m2</i>

		5.8	m <sup>2</sup>
27	Check HRT	5.75	hari
28	Check HLR	0.02	m/hari
29	Luas Lahan	5.76	m <sup>2</sup>
30	BOD ef	30	mg/l
31	% Removal BOD	83%	
32	% Removal COD	87%	
33	COD ef	41.46	mg/l
34	TSS ef	25.13	mg/l
35	% Removal TSS	89%	
36	TC ef	339.51	MPN/100ml
37	% Removal TC	83%	

#### 4.12.5. Bak Disinfeksi

1	Q Peak	0.424	m <sup>3</sup> /dt
2	Q Rata Rata	0.121	m <sup>3</sup> /dt
3	Q Min	0.035	m <sup>3</sup> /dt
4	Jumlah Unit	2	buah
5	Tipikal waktu kontak	40	menit
6	vh	2 – 4,5	m/min
7	Qave per kanal	0.121	m <sup>3</sup> /s
8	Depth desain	3	m
9	tc desain	40	menit
10	Volume per kanal	290.40	m <sup>3</sup>
11	Asurface per kanal	96.80	m <sup>2</sup>
12	L:W	2:1	
13	Lebar Bak	6.96	m
		7.00	m
14	Panjang	14	m
15	N Baffle	5	
15	Width per kanal	1.4	m
16	Cek vh	0.028809524	m/s
17	Cek tc based vh	40.50	menit
18	Cek tc based volume	2429.75	s
19	hL	0.0006	m
20	Luas Lahan	196	m <sup>2</sup>

### 4.13. Bill of Quantity (BOQ) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)

#### 4.13.1. Bill of Quantity (BOQ) SPAL

##### a. Pengadaan Pipa

Dalam perencanaan ini digunakan pipa HDPE PE-100 tipe PN 10. Pemilihan pipa ini disesuaikan dengan Permen PUPR No. 4 Tahun 2017 dimana pipa yang lebih sesuai untuk daerah rawa yaitu pipa HDPE. Data masing-masing diameter dan panjang pipa diketahui dari perhitungan dimensi pipa. Setiap batang pipa HDPE memiliki panjang 12 m. Brosur pipa yang digunakan sebagai acuan selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut.

ND (inci)	OD (mm)	Tebal Pipa (mm)								Panjang Pipa per batang / rol (mtr)
		S-4 SDR 9	S-5 SDR 11	S-6,3 SDR 13,6	S-8 SDR 17	S-10 SDR 21	S-12,5 SDR 26	S-16 SDR 33	S-20 SDR 41	
PN untuk PE-100		PN-20	PN-16	PN-12,5	PN-10	PN-8	PN-6,3	PN-5	PN-4	
PN untuk PE-80		PN-16	PN-12,5	PN-10	PN-8	PN-6,3	PN-5	PN-4	PN-3,2	
1/2"	20	2,3	2,0	-	-	-	-	-	-	100
3/4"	25	3,0	2,3	2,0	-	-	-	-	-	100
1"	32	3,6	3,0	2,4	2,0	-	-	-	-	100
1 1/4"	40	4,5	3,7	3,0	2,4	2,0	-	-	-	100
1 1/2"	50	5,6	4,6	3,7	3,0	2,4	2,0	-	-	100
2"	63	7,1	5,8	4,7	3,8	3,0	2,5	-	-	100
2 1/2"	75	8,4	6,8	5,6	4,5	3,6	2,9	-	-	6,12,50,100
3"	90	10,1	8,2	6,7	5,4	4,3	3,5	-	-	6,12,50
4"	110	12,3	10,0	8,1	6,6	5,3	4,2	-	-	6,12,50
5"	125	14,0	11,4	9,2	7,4	6,0	4,8	-	-	6,12
5 1/2"	140	15,7	12,7	10,3	8,3	6,7	5,4	-	-	6,12
6"	160	17,9	14,6	11,8	9,5	7,7	6,2	-	-	6,12
7"	180	20,1	16,4	13,3	10,7	8,6	6,9	-	-	6,12
8"	200	22,4	18,2	14,7	11,9	9,6	7,7	-	-	6,12
9"	225	25,2	20,5	16,6	13,4	10,8	8,6	-	-	6,12
10"	250	27,9	22,7	18,4	14,8	11,9	9,6	-	-	6,12
11"	280	31,3	25,4	20,6	16,6	13,4	10,7	-	-	6,12
12"	315	35,2	28,6	23,2	18,7	15,0	12,1	9,7	7,7	6,12
14"	355	39,7	32,2	26,1	21,1	16,9	13,6	10,9	8,7	6,12
16"	400	44,7	36,3	29,4	23,7	19,1	15,3	12,3	9,8	6,12
18"	450	50,3	40,9	33,1	26,7	21,5	17,2	13,8	11,0	6,12
20"	500	55,8	45,4	36,8	29,7	23,9	19,1	15,3	12,3	6,12
22"	560	62,5	50,8	41,2	33,2	26,7	21,4	17,2	13,7	6,12
24"	630	70,3	57,2	46,3	37,4	30,0	24,1	19,3	15,4	6,12
28"	710	79,3	64,5	52,2	42,1	33,9	27,2	21,8	17,4	6,12
32"	800	89,3	72,6	58,8	47,4	38,1	30,6	24,5	19,6	6,12
36"	900	-	81,7	66,2	53,2	42,9	34,4	27,6	22,0	6,12
40"	1.000	-	90,2	72,5	59,3	47,7	38,2	30,6	24,5	6,12
48"	1.200	-	-	88,2	67,9	57,2	45,9	36,7	29,4	6,12
56"	1.400	-	-	102,9	82,4	66,7	53,5	42,9	34,3	6,12
64"	1.600	-	-	117,6	94,1	76,2	61,2	49,0	39,2	6,12

Gambar 4.10 Ukuran Pipa HDPE

Sumber: Brosur Pipa PE Vinilon

Diketahui:

$$ND = 125 \text{ mm}$$

$$\text{panjang satuan pipa di pasar} = 12 \text{ m}$$

$$L \text{ pipa} = 3.505,02 \text{ m}$$

Contoh perhitungan jumlah kebutuhan pipa dapat dilihat di bawah ini.

$$\text{jumlah pipa} = \frac{L \text{ pipa}}{\text{panjang satuan}} = \frac{3.505,02 \text{ m}}{12 \text{ m}} = 292,08 \text{ buah} \approx 293 \text{ buah}$$

Jumlah kebutuhan pipa selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.25 Jumlah Kebutuhan Pipa

ND (mm)	L Pipa (m)
125	3,505.02

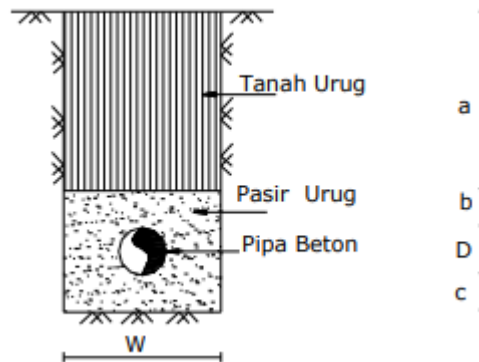


ND (mm)	L Pipa (m)
140	4,110.24
160	1,650.46
180	1,705.80
200	2,133.64
225	526.98
250	1,947.64
280	308.88
315	24.89
355	489.76
400	315.04
450	789.98
560	551.12
630	139.81
710	1,534.70
800	402.86
900	1,077.45

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

b. Penanaman Pipa

Untuk penanaman pipa direncanakan pada keadaan tanah stabil (normal). Gambaran penanaman galian pipa selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.11 Tipikal Galian pada Tanah Stabil

Standar urugan galian yang ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

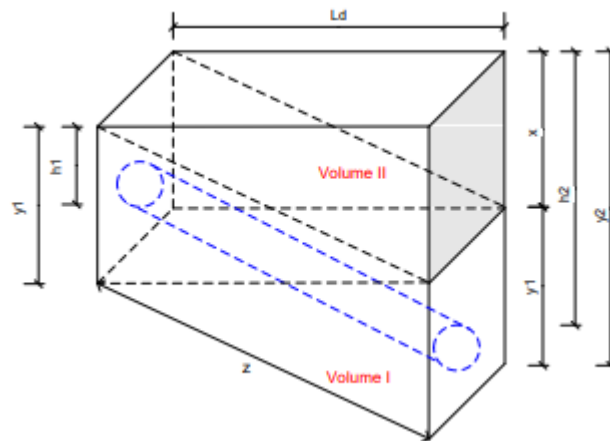
Tabel 4.26 Standar Urugan Galian

Diameter (mm)	L	H Pipa	H Tanah	H Pasir (cm)	
	abcd	w	a	b	c
50-100	100-115	55-60	65-75	15	15
150-200	120-125	65-70	75	15	15
250-300	130-135	75-80	75	15	15

Diameter (mm)	L	H Pipa	H Tanah	H Pasir (cm)	
	abcd	w	a	b	c
350-400	140-150	85- 95	75	15	15
500-600	160-170	100-110	75	15	15
600-700	180-190	120-130	75	15	15
700-900	190-200	140- 150	75	15	15
900-1100	200-210	160-170	75	15	15
1100-1300	210-220	180-190	75	15	15

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum

Bentuk galian yang direncanakan selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.12 Bentuk Galian yang Direncanakan

Diketahui:

$$ND = 160 \text{ mm} = 0,16 \text{ m}$$

$$L \text{ pipa} = 119,80 \text{ m}$$

$$\text{kedalaman penanaman awal} = h1 = 1,16 \text{ m}$$

$$\text{kedalaman penanaman akhir} = h2 = 1,96 \text{ m}$$

$$\text{kedalaman galian awal} = y1 = 1,31 \text{ m}$$

$$\text{kedalaman galian akhir} = y2 = 2,11 \text{ m}$$

$$b = c = 15 \text{ cm} = 0,15 \text{ m}$$

Contoh perhitungan volume galian saluran A1-N1 dapat dilihat di bawah ini.

$$X = y2 - y1 = 2,11 \text{ m} - 1,31 \text{ m} = 0,80 \text{ m}$$

$$Z = ((y1)^2 + (L \text{ pipa})^2)^{0,5} = ((1,31 \text{ m})^2 + (119,80 \text{ m})^2)^{0,5} = 119,80 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{volume galian I} &= ((0,3 \times 2) + ND) \times y1 \times Z \\ &= ((0,3 \times 2) + 0,16 \text{ m}) \times 1,31 \text{ m} \times 119,80 \text{ m} = 119,28 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{volume galian II} &= \frac{1}{2} \times ((0,3 \times 2) + ND) \times X \times L \text{ pipa} \\ &= \frac{1}{2} \times ((0,3 \times 2) + 0,16 \text{ m}) \times 0,80 \text{ m} \times 119,80 \text{ m} = 36,42 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{volume galian total} &= \text{volume galian I} + \text{volume galian II} \\ &= 119,28 \text{ m}^3 + 36,42 \text{ m}^3 = 155,70 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{volume pipa} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times L \text{ pipa} = \frac{1}{4} \times \pi \times (0,16 \text{ m})^2 \times 119,80 \text{ m} = 2,41 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{volume urugan pasir} &= \left( ((0,3 \times 2) + ND) \times (b + D + c) \times L \text{ pipa} \right) - \text{volume pipa} \\ &= \left( ((0,3 \times 2) + 0,16 \text{ m}) \times (0,15 \text{ m} + 0,16 \text{ m} + 0,15 \text{ m}) \times 119,80 \text{ m} \right) \\ &\quad - 2,41 \text{ m}^3 = 39,48 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{volume urugan tanah} &= \text{volume galian total} - \text{volume pipa} - \text{volume urugan pasir} \\ &= 155,70 \text{ m}^3 - 2,41 \text{ m}^3 - 39,48 \text{ m}^3 = 113,81 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{volume sisa tanah galian} &= \text{volume galian total} - \text{volume urugan tanah} \\ &= 155,70 \text{ m}^3 - 113,81 \text{ m}^3 = 41,89 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

#### c. Pembuatan Manhole

Manhole setiap blok memiliki jumlah yang berbeda, dimana manhole yang digunakan diantaranya yaitu manhole lurus, manhole belokan, drop manhole-pertigaan, manhole pertigaan, dan drop manhole-perempatan.

Diketahui:

$$\text{jumlah manhole lurus A6 - N6} = 1 \text{ buah}$$

$$L \text{ pipa} = 262,82 \text{ m}$$

$$\text{kedalaman} = 1,33 \text{ m}$$

Contoh perhitungan volume galian untuk manhole lurus pada saluran A6-N5 dapat dilihat di bawah ini.

$$\text{lebar} = \left( \frac{\text{kedalaman}}{1000} \right) + 1 = \left( \frac{1,33 \text{ m}}{1000} \right) + 1 = 1,27 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{volume galian} &= \text{jumlah manhole} \times \text{kedalaman} \times \text{lebar} \\ &= 1 \text{ buah} \times 1,33 \text{ m} \times 1,27 \text{ m} = 2,15 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{volume urugan pasir} = 0,15 \times \text{lebar} \times \text{lebar} = 0,15 \times 1,21 \text{ m} \times 1,21 \text{ m} = 0,22 \text{ m}^3$$

volume beton

$$= \text{volume galian}$$

$$- \left( \text{volume galian} - 0,2 \right)$$

$$\times \left( \pi \times \left( \frac{(\text{lebar} - 0,4)}{2} \right)^2 \times \text{jumlah manhole} \right)$$

$$= 2,15 \text{ m}^3 - \left( (2,15 \text{ m}^3 - 0,2) \times \left( \pi \times \left( \frac{(1,27 \text{ m} - 0,4)}{2} \right)^2 \times 1 \text{ buah} \right) \right)$$

$$= 1,48 \text{ m}^3$$

$$\text{volume sisa tanah galian} = \text{volume galian} = 2,15 \text{ m}^3$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

#### d. Tenaga Kerja dan Peralatan SPAL

Volume tenaga kerja dan peralatan dihitung berdasarkan koefisien pada Harga Satuan Pokok kegiatan Kota Surabaya Tahun 2019.

Diketahui:

$$\text{volume urugan tanah A1 - N1} = 113,81 \text{ m}^3$$

$$\text{koefisien kepala tukang/mandor} = 0,01 \text{ orang.hari}$$

$$\text{koefisien pembantu tukang} = 0,3 \text{ orang.hari}$$

$$\text{koefisien tanah urug} = 1,2 \text{ m}^3$$

$$\text{koefisien sewa alat} = 8 \text{ m}^3$$

Contoh perhitungan kebutuhan tenaga kerja dan alat untuk saluran A1-N1 dapat dilihat di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{kepala tukang/mandor} &= \text{koefisien} \times \text{volume urugan tanah} = 0,01 \times 113,81 \text{ m}^3 \\ &= 2 \text{ orang.hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pembantu tukang} &= \text{koefisien} \times \text{volume urugan tanah} = 0,3 \times 113,81 \text{ m}^3 \\ &= 35 \text{ orang.hari} \end{aligned}$$

$$\text{tanah urug} = \text{koefisien} \times \text{volume urugan tanah} = 1,2 \times 113,81 \text{ m}^3 = 137 \text{ m}^3$$

$$\text{sewa alat} = \text{koefisien} \times \text{volume urugan tanah} = 8 \times 113,81 \text{ m}^3 = 911 \text{ m}^3$$

Koefisien HSPK dan perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

Rincian kebutuhan pembangunan SPAL selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.27 BOQ Pembangunan SPAL

Volume Pekerjaan	Bahan & Pekerja	Koefisien	Kebutuhan	Satuan
Penggalian Tanah Biasa untuk Konstruksi				
55,135	Kepala Tukang / Mandor	0.025	1,378	orang.hari
	Pembantu Tukang	0.75	41,351	orang.hari
Pengurugan Pasir (PADAT)				
10,016	Kepala Tukang / Mandor	0.01	100	orang.hari
	Pembantu Tukang	0.3	3,005	orang.hari
	Pasir Urug	1.2	12,019	m3
Pengadaan & Pemasangan Pipa Air Kotor HDPE				
21,214	Mandor	0.0041	87	orang.hari
	Kepala Tukang	0.0135	286	orang.hari
	Tukang	0.135	2,864	orang.hari
	Pembantu Tukang	0.081	1,718	orang.hari
	Pipa	0.3	6,364	m
Pekerjaan Beton K-225				
741	Kepala Tukang / Mandor	0.028	21	orang.hari
	Tukang	0.275	204	orang.hari
	Pembantu Tukang	1.65	1,223	orang.hari
	Semen PC 40 Kg	9.275	6,874	Zak
	Pasir Cor	0.43265	321	m3
	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0.551053	408	m3
	Biaya Air	215	159,352	Liter
Pengurugan Tanah dengan Pemasatan				
42,265	Kepala Tukang / Mandor	0.01	423	zak

Volume Pekerjaan	Bahan & Pekerja	Koefisien	Kebutuhan	Satuan
	Pembantu Tukang	0.3	12,680	m <sup>3</sup>
	Tanah Urug	1.2	50,718	m <sup>3</sup>
	Sewa Alat Bantu 1 Set @ 3 alat	8	338,122	kg
Pengangkutan Tanah Keluar Proyek				
12,870	Pembantu Tukang	0.25	3,217	m <sup>3</sup>
	Sewa Dump Truk 5 Ton	0.25	3,217	m <sup>3</sup>

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

#### 4.13.2. *Bill of Quantity (BOQ) IPAL*

Dalam perencanaan ini, unit pengolahan akan dibangun menggunakan beton. Tetapi sebelum pembangunan itu dapat berjalan, harus dilakukan beberapa tahap pada lahan yang akan digunakan. Oleh karena itu, perlu dihitung volume pekerjaan yang akan digunakan. Volume pekerjaan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.28 Volume Pekerjaan IPAL

No	Unit Pengolahan	Nilai	Satuan
Pembersihan Lapangan "Berat" dan Perataan			
1	Sumur Pengumpul	44	m <sup>2</sup>
2	Grease Trap	99	m <sup>2</sup>
3	MBBR	1,186	m <sup>2</sup>
4	Wetland	9	m <sup>2</sup>
5	Disinfeksi	218	m <sup>2</sup>
Penggalian Tanah + Pengangkutan Tanah			
1	Sumur Pengumpul	164	m <sup>3</sup>
2	Grease Trap	383	m <sup>3</sup>
3	MBBR	4,446	m <sup>3</sup>
4	Wetland	17	m <sup>3</sup>
5	Disinfeksi	489	m <sup>3</sup>
Pengurugan Tanah dengan Pemadatan			
1	Sumur Pengumpul	49	m <sup>3</sup>
2	Grease Trap	1,834	m <sup>3</sup>
3	MBBR	1,334	m <sup>3</sup>
4	Wetland	200	m <sup>3</sup>
5	Disinfeksi	147	m <sup>3</sup>
Pekerjaan Beton K-225 + Pekerjaan Bekisting Kolom			
1	Sumur Pengumpul	34	m <sup>3</sup>
2	Grease Trap	39	m <sup>3</sup>
3	MBBR	796	m <sup>3</sup>
4	Wetland	6	m <sup>3</sup>
5	Disinfeksi	97	m <sup>3</sup>

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

Volume pekerjaan dari setiap unit pengolahan selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.

Setelah menghitung volume pekerjaan, selanjutnya dapat dihitung kebutuhan pembangunan unit pengolahan yang direncanakan. Rincian kebutuhan pembangunan IPAL selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.29 BOQ Pembangunan IPAL

Volume Pekerjaan	Bahan & Pekerja	Koefisien	Kebutuhan	Satuan
Pembersihan Lapangan "Berat" dan Perataan				
1,554	Kepala Tukang / Mandor	0.05	78	orang.hari
	Pembantu Tukang	0.1	155	orang.hari
Penggalian Tanah Biasa untuk Konstruksi				
5,499	Kepala Tukang / Mandor	0.025	137	orang.hari
	Pembantu Tukang	0.75	4,125	orang.hari
Pengangkutan Tanah Keluar Proyek				
5,499	Pembantu Tukang	0.25	1,375	orang.hari
	Sewa Dump Truk 5 Ton	0.25	1,375	jam
Pengurugan Tanah dengan Pemadatan				
3,564	Kepala Tukang / Mandor	0.01	36	zak
	Pembantu Tukang	0.3	1,069	m3
	Tanah Urug	1.2	4,277	m3
	Sewa Alat Bantu 1 Set @ 3 alat	8	28,512	kg
Pekerjaan Beton K-225 + Pekerjaan Bekisting Kolom				
973	Kepala Tukang / Mandor	0.028	27	orang.hari
	Tukang	0.275	268	orang.hari
	Pembantu Tukang	1.65	1,606	orang.hari
	Semen PC 40 Kg	9.275	9,025	Zak
	Pasir Cor	0.43265	421	m3
	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	0.551053	536	m3
	Biaya Air	215	209,215	Liter
	Besi Beton Polos	1.05	1,022	kg
	Kawat Beton	0.01	10	kg
	Paku Usuk	0.4	389	kg
	Polywood Teball 9 mm	0.35	341	lembar
	Kayu Meranti Bekisting	0.04	39	m3
	Kayu Meranti Balok 3/5	0.015	15	m3
	Minyak Bekisitng	0.2	195	liter

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

#### 4.13.3. Rencana Anggaran Biaya SPAL

Rencana anggaran biaya dihitung berdasarkan koefisien pada Harga Satuan Pokok kegiatan Kota Surabaya Tahun 2019. Kegiatan pembangunan ini terdiri dari 3 tahap yaitu

- Tahap persiapan terdiri dari penggalian tanah dan pengurugan pasir,
- Tahap pengerjaan terdiri dari pengadaan dan pemasangan bahan, serta
- Tahap penyelesaian terdiri dari pengurugan tanah dan pengangkutan tanah sisa.

Setelah biaya dari semua tahap dihitung, biaya yang ada harus ditambahkan dengan pajak sebesar 10% dan dibulatkan hingga nilai ribuan terdekat.

Diketahui:

*volume penggalian tanah untuk penanaman pipa* =  $53.891 \text{ m}^3$

*koefisien kepala tukang/mandor* = 0,025 orang.hari

*koefisien pembantu tukang* = 0,75 orang.hari

*harga satuan kepala tukang/mandor* = Rp180.000

*harga satuan pembantu tukang* = Rp155.000

Contoh perhitungan biaya penggalian tanah untuk penanaman pipa dapat dilihat di bawah ini.

*harga kepala tukang/mandor* = koefisien  $\times$  harga satuan

$$= 0,025 \text{ orang.hari} \times \text{Rp}180.000 = \text{Rp}4.500$$

*harga pembantu tukang* = koefisien  $\times$  harga satuan

$$= 0,75 \text{ orang.hari} \times \text{Rp}155.000 = \text{Rp}116.250$$

*nilai HSPK penggalian tanah*

$$= \text{harga kepala tukang/mandor} + \text{harga pembantu tukang}$$

$$= \text{Rp}4.500 + \text{Rp}116.250 = \text{Rp}120.750$$

*biaya penggalian tanah* = volume  $\times$  nilai HSPK =  $53.891 \text{ m}^3 \times \text{Rp}120.750$

$$= \text{Rp}6.507.282.705$$

Rincian biaya pembangunan SPAL selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.30 RAB Pembangunan SPAL

No.	Bahan & Pekerja	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Mandor	2,009	orang.hari	Rp 180,000	Rp 361,604,139
2	Kepala Tukang	286	orang.hari	Rp 180,000	Rp 51,550,686
3	Tukang	3,068	orang.hari	Rp 165,000	Rp 506,178,547
4	Pembantu Tukang	63,194	orang.hari	Rp 155,000	Rp 9,795,082,355
5	Pasir Urug	12,019	m <sup>3</sup>	Rp 176,000	Rp 2,115,402,432
6	Pipa	6,364	m	Rp 1,851,093	Rp11,784,818,226
7	Semen PC 40 kg	6,874	Zak	Rp 63,000	Rp 433,084,160
8	Pasir Cor	321	m <sup>3</sup>	Rp 265,300	Rp 85,073,008
9	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	408	m <sup>3</sup>	Rp 243,300	Rp 99,369,548
10	Air	159,352	kg	Rp 6	Rp 956,109
11	Tanah Urug	50,718	m <sup>3</sup>	Rp 140,600	Rp 7,130,984,544
12	Sewa Alat Bantu	338,122	kg	Rp 1,100	Rp 371,933,760
13	Sewa Truk 5ton	3,217	jam	Rp 70,000	Rp 225,216,250
Total					Rp32,961,253,765

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

#### 4.13.4. Rencana Anggaran Biaya IPAL

Rincian biaya pembangunan IPAL selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.31 RAB Pembangunan IPAL

No.	Bahan & Pekerja	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Mandor	278	orang.hari	Rp 180,000	Rp 50,055,599
2	Tukang	268	orang.hari	Rp 165,000	Rp 44,154,186
3	Pembantu Tukang	8,330	orang.hari	Rp 155,000	Rp 1,291,088,388
4	Sewa Truk 5ton	1,375	jam	Rp 70,000	Rp 96,239,063
5	Tanah Urug	4,277	m <sup>3</sup>	Rp 140,600	Rp 601,311,753
6	Sewa Alat Bantu	28,512	kg	Rp 1,100	Rp 31,362,870
7	Semen PC 40Kg	9,025	zak	Rp 63,000	Rp 568,603,736
8	Pasir Cor	421	m3	Rp 265,300	Rp 111,693,834
9	Batu Pecah Mesin 1/2cm	536	m3	Rp 243,300	Rp 130,464,009
10	Biaya Air	209,215	liter	Rp 6	Rp 1,255,293
11	Besi Beton Polos	1,022	kg	Rp 13,500	Rp 13,793,622
12	Kawat Beton	10	kg	Rp 25,900	Rp 252,032
13	Paku Usuk	389	kg	Rp 14,800	Rp 5,760,722
14	Polywood Teball 9mm	341	lembar	Rp 105,000	Rp 35,761,241
15	Kayu Meranti Bekisting	39	m3	Rp 3,622,500	Rp 141,001,466
16	Kayu Meranti Balok 3/5	15	m3	Rp 4,968,000	Rp 72,515,039
17	Minyak Bekisitng	195	liter	Rp 30,100	Rp 5,858,032
Total					Rp 3,307,237,172

No.	Uraian Kegiatan	Harga
1	SPAL	
	Penanaman Pipa	Rp32,003,606,031
	Pembuatan Manhole	Rp 957,647,733
2	IPAL	
	Sumur Pengumpul	Rp 90,074,157
	Bak Penangkap Lemak	Rp 539,836,820
	MBBR	Rp 2,250,321,634
	Constructed Wetland	Rp 57,255,064
	Disinfeksi	Rp 263,683,207
Total		Rp36,162,424,648
PPN 10%		Rp 3,616,242,465
Harga Total		Rp39,778,667,112
Pembulatan		Rp39,778,668,000

Sumber: Hasil Perhitungan (2022)

Rincian rencana anggaran biaya selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran.



#### 4.14. Analisis Pembiayaan

Untuk melakukan analisis statistik, diperlukan data pendukung, maka dari itu perlu dilakukan pengumpulan data. Analisis ini bergantung pada beberapa faktor, baik berupa sampling maupun berupa sensus. Pengumpulan data ini tidak terlepas dari responden. Penentuan jumlah responden akan ditentukan berdasarkan rumus slovin. Persamaan untuk menghitung jumlah responden selengkapnya dapat dilihat di bawah ini.

$$n = \frac{N}{1 + (N \times e^2)} \quad (4.1)$$

Dimana:

- n : jumlah sampel
- N : jumlah populasi
- e : batas toleransi kesalahan.

Adapun data data yang dimiliki untuk menghitung jumlah responden yaitu Diketahui:

*Jumlah Penduduk = 28.623 jiwa*

*Jumlah KK = 8899 KK*

*Jumlah orang/KK = 4 orang*

Perhitungan jumlah responden dapat dilihat di bawah ini.

$$n = \frac{N}{1 + (N \times e^2)} = \frac{8.899 \text{ KK}}{1 + (8.899 \text{ KK} \times 0,1^2)} = 98,88877 \approx 99 \text{ sampel}$$

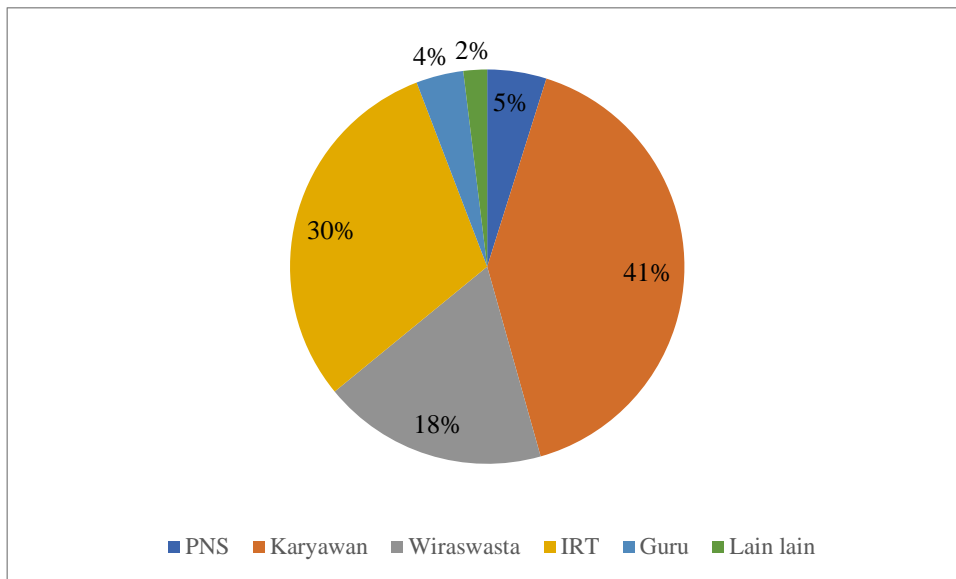
Pengumpulan data ditujukan untuk kurang lebih 100 KK yang berada di Kelurahan Medokan Ayu, Surabaya. Pengisian ini dilakukan dengan menggunakan google form kepada salah satu anggota keluarga. Aspek yang dikaji antara lain sarana sanitasi, kesehatan masyarakat, dan sikap masyarakat. Berdasarkan survei, diketahui juga profil masyarakat seperti umur, pekerjaan, dan pendapatan. Kisaran umur responden selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.32 Profil Umur Responden

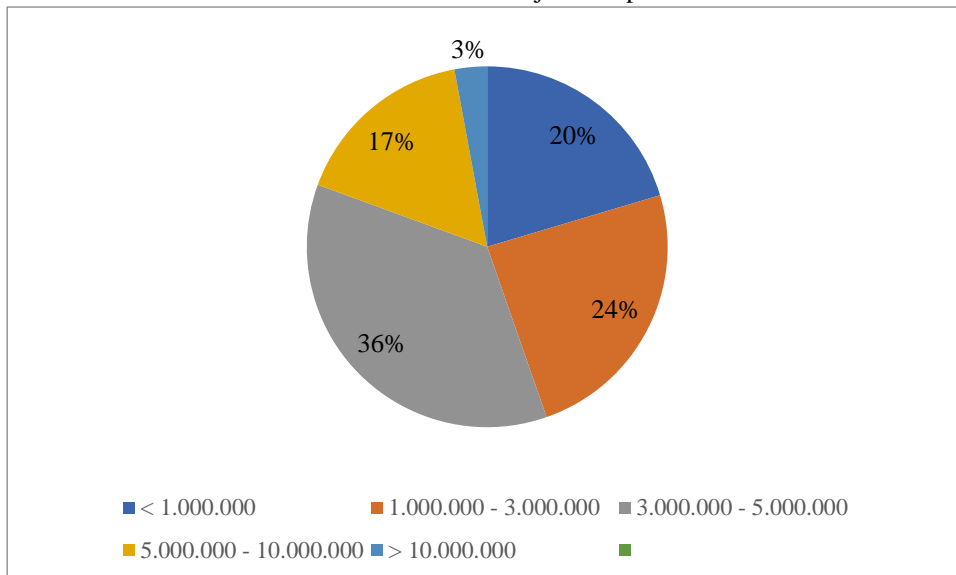
Parameter	18-25	26-40	41-60	>60	Total
Perempuan	6	14	25	12	57
Laki-laki	8	6	21	11	46

Berdasarkan data diatas, mayoritas penduduk yang mendominasi yaitu umur 41-60 tahun. Hasil dari survei ini dapat dikatakan representatif karena responden dapat dikatakan berpengaruh dalam lingkungan sekitarnya.

Selain umur responden itu, berdasarkan data yang ada, dapat diketahui jenis jenis pekerjaan dan pendapatan dari masyarakat Kelurahan Medokan Ayu. Jenis pekerjaan dan pendapatan masyarakat setempat selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.13 Jenis Pekerjaan Responden



Gambar 4.14 Kisaran Pendapatan Responden

Berdasarkan grafik tersebut, diketahui bahwa warga yang memiliki pendapatan antara Rp.3.000.000-Rp.5.000.000 memiliki persentase yang paling besar. Dengan penghasilan yang dapat dikatakan sudah layak, maka dapat diperkirakan untuk iuran biaya operasi dan pemeliharaan tidak akan memberatkan warga Kelurahan Medokan Ayu.

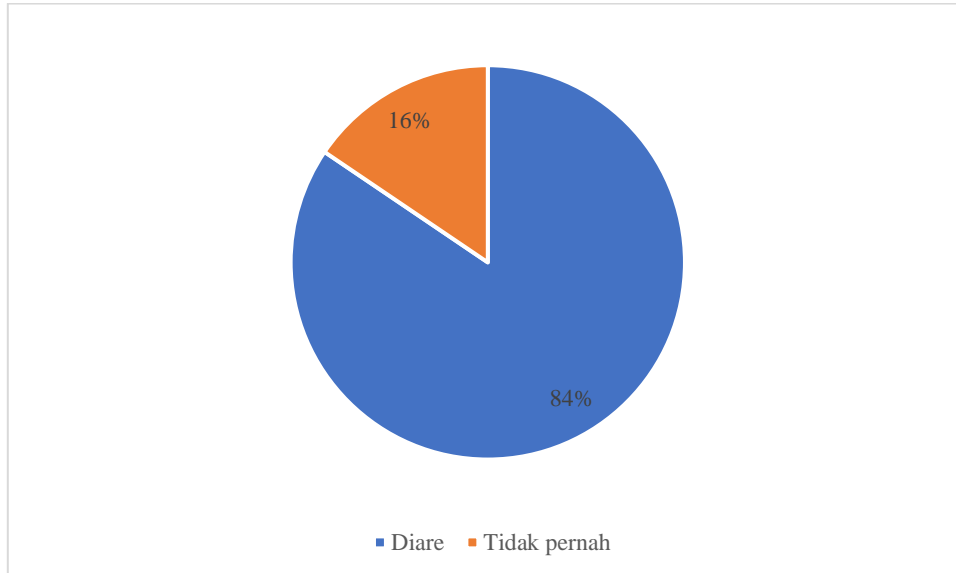
#### 4.14.1. Sarana Sanitasi dan Sumber Air

Saat ini, penanganan hal hal yang berkaitan dengan sanitasi dilakukan oleh beberapa pihak. Menurut Ketua Informasi Masyarakat Kelurahan Medokan Ayu dan responden, suplai air bersih masyarakat Kelurahan Medokan Ayu dilakukan oleh dari PDAM Surya Sembada Kota Surabaya dan penanganan limbah padat dilakukan oleh DKRTH Kota Surabaya. Untuk penanganan air limbah kakus (*black water*) berupa tangki septik dan efluennya disalurkan oleh pihak swasta ke

IPLT. Sedangkan untuk air limbah non-kakus (*grey water*) belum ditangani dan langsung masuk ke saluran drainase.

#### 4.14.2. Kesehatan Masyarakat

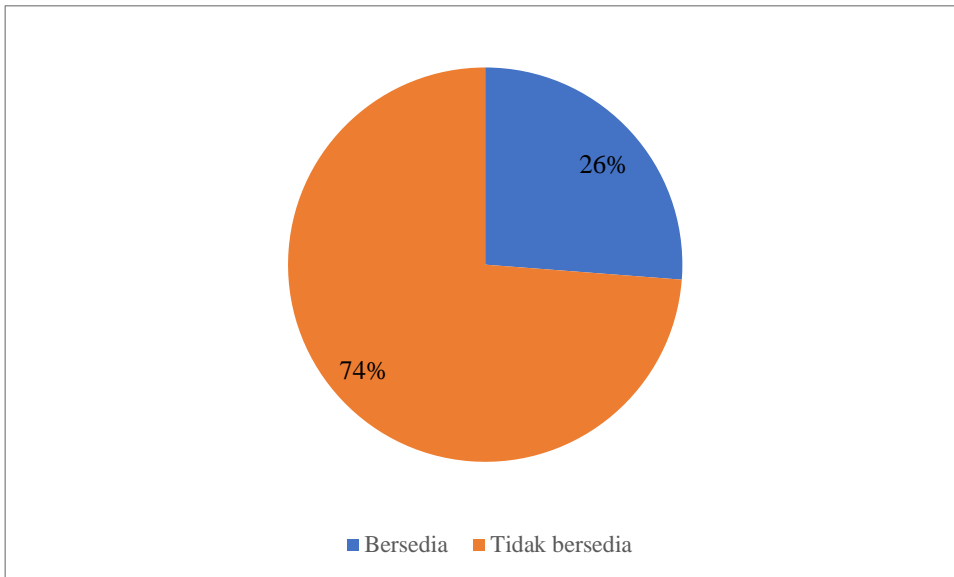
Puskesmas Kalirungkut dan Puskesmas Medokan Ayu memiliki beberapa program terkait dengan kesehatan masyarakat. Puskesmas senantiasa melakukan pembinaan terkait pola hidup sehat terutama setelah pandemi. Program meliputi penyuluhan untuk meningkatkan kontribusi masyarakat dalam peningkatan kualitas sanitasi. Namun tidak semua warga melakukan hal untuk memperbaiki fasilitas sanitasinya sendiri. Pembuangan air limbah non kakus secara langsung menuju saluran drainase di depan rumah tanpa ada pengolahan terlebih dahulu, secara tidak langsung mempengaruhi kesehatan serta kualitas badan air penerima. Air limbah non-kakus yang dibuang secara langsung menyebabkan badan air menjadi kotor dan sarang penyakit. Berdasarkan hasil survei sebanyak 87 warga pernah terjangkit penyakit diare. Hal ini dapat menunjukkan bahwa lingkungan Kelurahan Medokan Ayu kurang sehat dikarenakan pencemaran air limbah domestik ke badan air. Grafik masyarakat yang pernah terjangkit diare selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut.



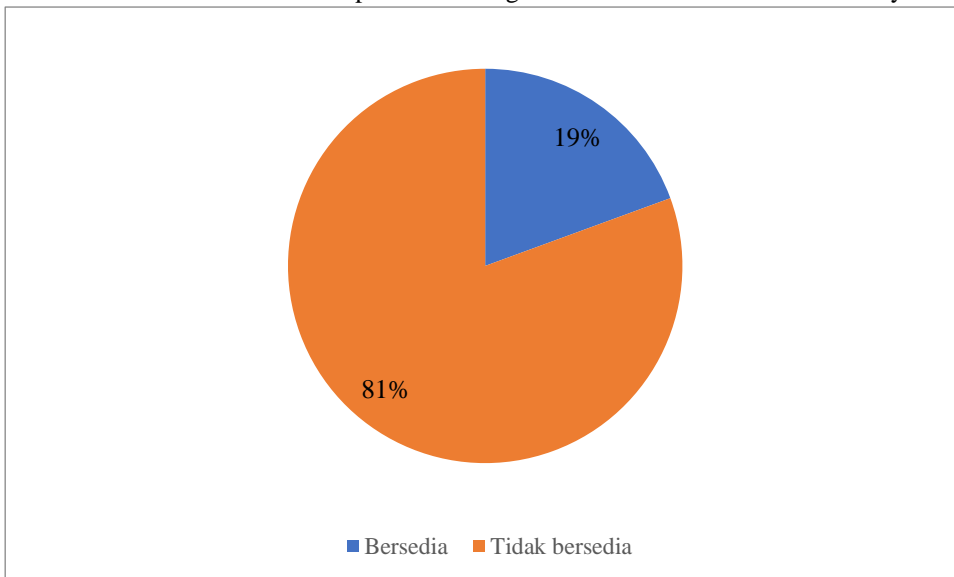
Gambar 4.15 Jumlah Responden yang Pernah Terjangkit Diare

#### 4.14.3. Sikap Masyarakat

Berdasarkan hasil survei dari 103 KK sebanyak 76 KK tidak bersedia apabila di Kelurahan Medokan Ayu dibangun IPAL sebagai pengolahan lanjutan dari tangki septik dan lubang buangan. Hal ini dikarenakan kebanyakan warga masih belum memahami pentingnya mengolah air limbah dan belum memahami akibat tidak diolahnya air limbah. Sedangkan 27 KK bersedia apabila dibangun IPAL sebagai pengolahan lanjutan. Selain itu, dilakukan pula survei kesediaan warga untuk membayar retribusi untuk biaya operasional dan pemeliharaan IPAL. Dari 27 KK yang setuju dibangun IPAL hanya 20 KK saja yang bersedia untuk membayar retribusi. Grafik masyarakat yang bersedia dibangunnya IPAL dan membayar retribusi selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut.

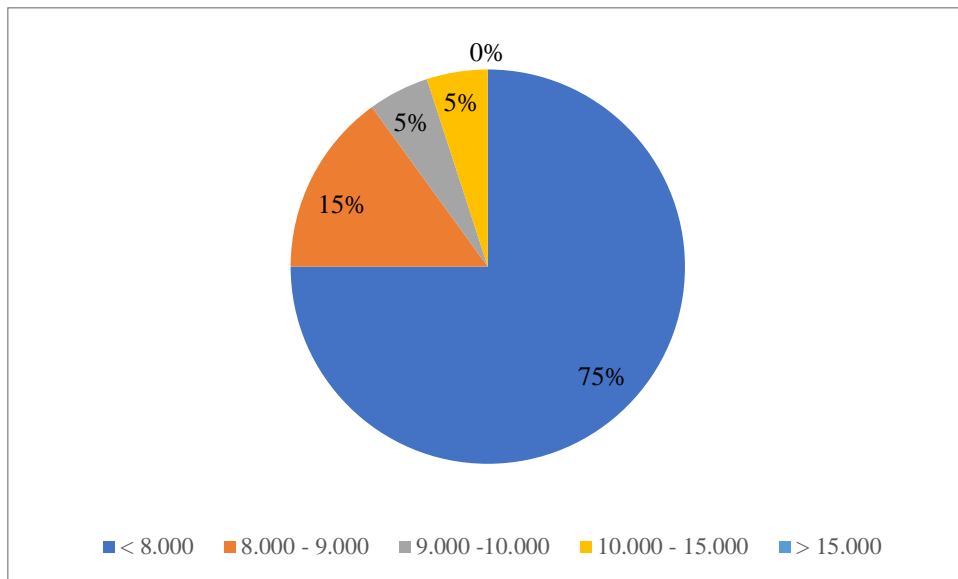


Gambar 4.16 Kesiadaan Responden Dibangun IPAL di Kelurahan Medokan Ayu



Gambar 4.17 Kesiadaan Responden untuk Membayar Biaya Retribusi

Berdasarkan data dari masyarakat yang bersedia membayar biaya retribusi, dilakukan survei tentang kemampuan masyarakat untuk membayar biaya retribusi. Dari 20 KK yang setuju, terdapat 15 KK yang bersedia membayar biaya kurang dari Rp7.000/bulan; terdapat 3 KK yang bersedia membayar hanya didapat 7 KK saja yang bersedia membayar biaya sebesar Rp8.000-9.000/bulan; terdapat 1 KK yang bersedia membayar biaya sebesar Rp9.000-10.000/bulan; terdapat 1 KK yang bersedia membayar biaya sebesar Rp10.000-Rp15.000/bulan; serta tidak ada yang bersedia membayar biaya lebih dari Rp15.000/bulan. Grafik kemampuan masyarakat membayar retribusi selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.18 Kemampuan Responden untuk Membayar Biaya Retribusi

#### 4.14.4. Pembahasan Hasil Survei

Berdasarkan hasil survei diketahui bahwa hanya terdapat 26% warga yang bersedia dibangun Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sebagai pengolahan lanjutan air limbah di Kelurahan Medokan Ayu. Dari 26% tersebut, hanya 19% yang bersedia membayar biaya retribusi untuk biaya operasional dan pemeliharaan unit IPAL. Dari 19% yang bersedia membayar biaya retribusi, terdapat 75% yang bersedia membayar retribusi kurang dari Rp8.000/bulan; sedangkan yang bersedia membayar biaya retribusi lebih dari Rp9.000/bulan sekitar 25%. Berdasarkan hasil survei, dapat disimpulkan bahwa tingkat kemauan warga Kelurahan Medokan Ayu akan dibangunnya dibangun Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sebagai pengolahan lanjutan air limbah tergolong rendah. Hal ini dapat ditingkatkan dengan cara melakukan penyuluhan mengenai sanitas dimana penyuluhan tidak hanya dilakukan pada acara acara seperti seminar, arisan, dll, tetapi dapat dilakukan melalui program lainnya yang menuntut kontribusi masyarakat secara langsung seperti karang taruna, komunitas, dll. Selain itu, program ini perlu didukung oleh tokoh masyarakat seperti ketua RT, ketua RW, dan lurah sebagai contoh.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil yaitu

- a. Daerah yang dilayani yaitu Kelurahan Medokan Ayu, Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya dengan jumlah penduduk terlayani sebesar 49.038 jiwa.
- b. Daerah pelayanan dianggap sebagai 1 cluster dengan 11 blok yang memiliki luas total 2,83 km<sup>2</sup> dikarenakan sekitar 4,45 km<sup>2</sup> merupakan kawasan mangrove yang tidak ditinggali warga.
- c. Sistem SPAL yang digunakan yaitu sistem konvensional, sedangkan unit pengolahan yang digunakan yaitu Sumur Pengumpul, Bak Penangkap Lemak, *Moving Bed Biofilm Reactor*, *Constructed Wetlands*, dan Disinfeksi.
- d. Debit air limbah rata rata sebesar 0,121 m<sup>3</sup>/detik; debit peak sebesar 1,277 m<sup>3</sup>/detik; serta debit minimum sebesar 0,0528 m<sup>3</sup>/detik.
- e. Dimensi Unit IPAL
  - Sumur Pengumpul:
    - 1) P = 8,6 m;
    - 2) L = 4,3 m; dan
    - 3) h = 7,32 m.
  - Bak Penangkap Lemak:
    - 1) P = 30,3 m;
    - 2) L = 10,1 m; dan
    - 3) h = 1,3 m.
  - *Moving Bed Biofilm Reactor*:
    - 1) P = 40,51 m;
    - 2) L = 5,5 m; dan
    - 3) h = 3,5 m.
  - *Constructed Wetlands*:
    - 1) P = 4,8 m;
    - 2) L = 1,2 m; dan
    - 3) h = 1,2 m.
  - Bak Disinfeksi:
    - 1) P = 14 m;
    - 2) L = 7 m; dan
    - 3) h = 3 m.
- 4) Luas lahan IPAL sebesar 2.053,53 m<sup>2</sup> atau 0,21 ha.
- 5) Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk SPAL sebesar Rp39,778,668,000.
- 6) Biaya retribusi setiap kepala keluarga untuk operasi dan pemeliharaan yang dibayar melalui organisasi lingkungan setempat sebesar Rp7.000/KK setiap bulan.

### 5.2. Saran

Saran yang dapat diambil yaitu

- a. Perlu dilakukan pengecekan data kembali dengan data eksisting di lapangan untuk mendapatkan hasil yang detail dan akurat, sehingga dapat diterapkan di Kelurahan Medokan Ayu, Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya.

- b. Perlu dilakukan sosialisasi dan penyuluhan kembali terkait pentingnya penanganan air limbah lebih lanjut agar kemauan untuk membayar retribusi pembangunan SPAL dan IPAL semakin meningkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- A., F. Rahmawati, Oktawan W., dan Nugraha, W. D. (2013). *Detail Engineering Desain (Ded) Sistem Penyaluran Air Limbah dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Kawasan Industri BSB City, Mijen Kota Semarang*. Jurnal Teknik Lingkungan, 2(2). 1-10.
- Ajakima, S. O. dan Soedjono, E. S. (2016). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal di Kelurahan Kedung Cowek sebagai Upaya Revitalisasi Kawasan Pesisir Kota Surabaya. Jurnal Teknik ITS. 5(2). 1-10.
- Ardiansyah, Juwono, P. T., dan Ismoyo, M. J. (2012). Analisa Kinerja Sistem Distribusi Air Bersih pada PDAM Di Kota ternate. Jurnal Teknik Pengairan. 3(2). 211-220
- Ariesmanaya, A. dan Hanuurdin, M. A. (2018). Analisis Pemakaian dan Sistem Distribusi Air Bersih PDAM Tirta Berkah Pandeglang. Journal Industrial Services. 3(2). 70-76.
- Arumsari, N., U., Brodjol S. S., dan Soedjono, E. S. 2012. Geographically Weighted Lasso (GWL) Study for Modeling the Diarrheic to Achieve Open Defecation Free (ODF) Target. 4th International Conference on Mathematics and Natural Sciences
- Ayu, W. F. G. dan Pangesti, F. S. P. (2021). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Domestik dengan Metode *Constructed Wetland* di Perumahan Bumi Ciruas Permai 1 Kabupaten Serang. Jurnal Lingkungan dan Sumberdaya Alam (JURNALIS). 4(2).138-149.
- Badan Lingkungan Hidup. (2014). Status Lingkungan Hidup Daerah Kota Surabaya. Surabaya: Pemerintah Kota Surabaya.
- Badan Pusat Statistik. (2012). Kecamatan Medokan Ayu dalam Angka 2012. Juni. BPS Surabaya.
- Badan Pusat Statistik. (2013). Kecamatan Medokan Ayu dalam Angka 2013. Agustus. BPS Surabaya.
- Badan Pusat Statistik. (2014). Kecamatan Medokan Ayu dalam Angka 2014. November. BPS Surabaya.
- Badan Pusat Statistik. (2015). Kecamatan Medokan Ayu dalam Angka 2015. November. BPS Surabaya.
- Badan Pusat Statistik. (2016). Kecamatan Medokan Ayu dalam Angka 2016. November. BPS Surabaya.
- Badan Pusat Statistik. (2017). Kecamatan Medokan Ayu dalam Angka 2017. Desember. BPS Surabaya.
- Badan Pusat Statistik. (2018). Kecamatan Medokan Ayu dalam Angka 2018. November. BPS Surabaya.
- Badan Pusat Statistik. (2019). Kecamatan Medokan Ayu dalam Angka 2019. September. BPS Surabaya.
- Damayanti, H. (2016). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya. Skripsi. Program S1 Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.
- Danika, W. (2019). Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah dan Bangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Perumahan Puri Persada Indah. Skripsi. Program S1 Teknik Lingkungan Universitas Pelita Bangsa (UPB). Bekasi.
- Darmawan, I. F. (2018). Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Bulak Banteng, Kota Surabaya. Skripsi. Program S1 Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.



- Destio, R. I. (2018). Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Putat Jaya, Surabaya. Skripsi. Program S1 Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.
- Dewi, A. P. dan Slamet, A. (2020). Perencanaan Sistem Penyaluran dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Rangkah, Kecamatan Tambaksari, Kota Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*. 9(2). D85-D90.
- Dinas Kesehatan Kota Surabaya. (2018). Profil Kesehatan Kota Surabaya Tahun 2018. Dinas Kesehatan Kota Surabaya.
- Dinas Kesehatan Kota Surabaya. (2019). Profil Kesehatan Kota Surabaya Tahun 2019. Dinas Kesehatan Kota Surabaya.
- Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman. (2017). Buku 1 Penjelasan Umum Kelembagaan Bidang PLP. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Eckenfelder, W. W., Patozka, J. B., dan Pulliam G. W. (1988). Anaerobic Versus Aerobic Treatment in the USA. In. *Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Symposium of Anaerobic Digestion*.
- Fajarwati, A. (2000). Perencanaan Sistem Penyaluran Air Buangan Domestik Kota Palembang (Studi Kasus: Kecamatan Ilir Timur I dan Kecamatan Ilir Timur II). *Skripsi*. Program S1 Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung (ITB). Bandung.
- Fanggi, M. S., Utomo, S., dan Udiana, I. M. (2015). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Komunal pada Daerah Pesisir di Kelurahan Metina Kecamatan Lobalain Kabupaten Rote-Ndao. *Jurnal Teknik Sipil*. 4(2). 159-166.
- Hardjosuprpto dan M. Masduki. (2000). *Penyaluran Air Buangan (PAB) Volume II*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Isnanto, B. A. (2017). Baru 13 Kota di Indonesia yang Miliki Sistem IPAL Berskala Besar. <URL:<https://news.detik.com/berita/d-3442862/baru-13-kota-di-indonesia-yang-miliki-sistem-ipal-berskala-besar>>.
- Januarita, R., Syafrudin, dan Samudra, G. (2016). Perencanaan Sistem Penyaluran dan Pengolahan Air Limbah Domestik di Sempadan Sungai Pepe Segmen 1 Kota Surakarta. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 5(4). 1-8.
- Kadariswan, A. 2008. Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah Beserta Instalasi Pengolahan Air Limbah Perumahan Dosen dan Asrama Mahasiswa ITS. Skripsi. Program S1 Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.
- Kagan, J. (2021). Thomas Malthus. <URL:<https://www.investopedia.com/terms/t/thomas-malthus.asp>>.
- Ketua Informasi Masyarakat Kelurahan Medokan Ayu. (2022). Wawancara Sanitasi Kelurahan Medokan Ayu. Surabaya: Kelurahan Medokan Ayu.
- Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Surabaya. (2022). Kelurahan Medokan Ayu. Surabaya: Kelurahan Medokan Ayu.
- Menteri Pekerjaan Umum. (1996). Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya. PU. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). Panduan Perencanaan Teknik Terinci Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja. Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya. PU. Kementerian Pekerjaan Umum.
- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). Panduan Perencanaan Teknik Terinci Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Terpusat (SPALD-T). Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya. PU. Kementerian Pekerjaan Umum.

- Mashuri, Fauzi, M., dan Sandhyavitri, A. (2015). Kajian Ketersediaan Dan Kebutuhan Air Baku Dengan Pemodelan IHACRES di Daerah Aliran Sungai Tapung Kiri. *Jurnal Fakultas Teknik*. 2(1). 1-12.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. (2014). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2014 Sanitasi Total Berbasis Masyarakat. *Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 193*.
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2016). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Baku Mutu Air Limbah Domestik. *Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2016 Nomor 1323*.
- Menteri Pekerjaan Umum. (2013). Diseminasi dan Sosialisasi Keteknikan Bidang PLP Materi I Bidang Air Limbah.
- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2017). Peraturan Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 04/PRT/M/2017 Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik. *Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2017 Nomor 456*.
- Metcalf & Eddy. (2003). *Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4<sup>th</sup> Edition*. New York: Mc Graw Hill.
- Metcalf & Eddy. (2014). *Wastewater Engineering Treatment and Reuse 5<sup>th</sup> Edition*. New York: Mc Graw Hill.
- Mubin, F., Binilang, A., dan Halim, F. (2016). Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Istiqlal Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*. 4(3). 211-223.
- Muga, H. E., dan Mihelcic, J. R. (2008). Sustainability of wastewater treatment technologies. *Journal of Environmental Management*. 88(3). 437-447.
- Naway, R. 2013. Pengembangan Sistem Pelayanan Air Bersih. *Jurnal Sipil Statik*. 1(6). 444-451.
- Nguyen, H., Turgen, S. Matte, J. (2010). *The Anaerobic Baffled Reactor*. Singapore: Worcester Polytechnic Institute.
- Notoamodjo, S. (1997). *Ilmu Kesehatan Masyarakat: Prinsip Prinsip Dasar*. Jakarta: PT. Rineka Cipta,
- Pratiwi, R. S. (2015). Perencanaan Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Alternatif Media Biofilter (Studi Kasus: Kejawan Gebang Kelurahan Keputih Surabaya). Skripsi. Program S1 Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.
- Prasasti, R. A. dan Samudro, G. (2018). Analisis Fluktuasi Pemakaian Air PDAM Tirta Moedal Kota Semarang Wilayah Studi DMA Tejosari Dan Mega Bukit Mas. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*. 15(2). 106-113.
- Priambodo, M. B. (2020). Perencanaan Sistem Penyaluran dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kecamatan Tambaksari Kota Surabaya. Skripsi. Program S1 Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.
- Qasim, S. R. dan Zhu, G. (2018). *Wastewater Treatment and Reuse Theory and Design Examples*. CRC Taylor & Francis.
- Qiqi, Y., Qiang H., dan Ibrahim, H. (2012). Review on Moving Bed Biofilm Processes. *Pakistan Journal of Nutrition*. 11(9). 804-811.
- Rahmanissa, A. (2017). Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Kelurahan Bulak Banteng, Kota Surabaya. Skripsi. Program S1 Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.

- Rifai, A. dan Nugroho, R. (2007). Kajian Pendahuluan Kelayakan Penerapan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik secara Komunal di Permukiman Kota Bogor. *Jurnal Air Indonesia*. 3(2). 146-152.
- Riolanda, V. H. (2017). Perencanaan Pengolahan Air Limbah Domestik secara Komunal di Kelurahan Kapasari Kecamatan Genteng Surabaya. Skripsi. Program S1 Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.
- Rochaida, E. (2016). Dampak Pertumbuhan Penduduk terhadap Pertumbuhan Ekonomi dan Keluarga Sejahtera di Provinsi Kalimantan Timur. *Forum Ekonomi*. 18(1). 14-24.
- Said, N. I., dan Santoso. T. I. (2015). Penghilangan Polutan Organik Dan Padatan Tersuspensi di dalam Air Limbah Domestik dengan Proses Moving Bed Biofilm Reactor (MBBR). *Jurnal Air Indonesia* 8(1). 33-46.
- Santoso, A. (2015). Perencanaan Pengelolaan Air Limbah Domestik di Kelurahan Keputih Surabaya. Skripsi. Program S1 Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.
- Sari, D. R. (2011). Kajian Fluktuasi Pemakaian Air Bersih pada Gedung Perkantoran di Surabaya. Skripsi. Program S1 Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.
- Silvia, Cut, Suciatina. (2016). Kajian Tingkat Kehilangan Air dengan Metode NRW pada PDAM Tirta Meulaboh. *Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar*. 2(2). 11-20.
- Siswanto, B. A. P. (2016). Perencanaan Sistem Penyaluran dan Pengolahan Air Limbah Domestik Kecamatan Semarang Barat Kota Semarang. Skripsi. Program S1 Teknik Lingkungan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.
- Sugiharto, (1987). *Dasar Dasar Pengolahan Air Limbah*. Universitas Indonesia Press.
- Supriyatno, B. (2000). Pengelolaan Air Limbah yang Berwawasan Lingkungan Suatu Strategi dan Langkah Penanganannya. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 1(1). 17-26.
- Tchobanoglous. (2014). *Wastewater Engineering Treatment and Resource Recovery*. New York: McGraw Hill.
- Umar, M. A. (2011). Peran Masyarakat dan Pemerintah dalam Pengelolaan Air Limbah Domestik di Wilayah Ternate Tengah. *Majalah Geografi Indonesia*. 25(1). 42-54.
- Utami, I. A. dan Nawangsari, E. R. (2016). Peran Puskesmas Medokan Ayu Kota Surabaya dalam Pengendalian Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD). *Jurnal Dinamika Governance FISIP PUN "Veteran" Jatim*. 6(2).127-138.
- Utami, Y. K. A. (2018). Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik di Rumah Susun Sederhana Sewa Selagalas Kota Mataram. Skripsi. Program S1 Teknik Sipil Universitas Mataram (Unram). Mataram.
- Weiner, R. F. dan Matthews, R. A. (2003). *Environmental Engineering 4<sup>th</sup> Edition*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Wijaya, I. M. W. dan Soedjono, E. S. 2018. Domestic Wastewater in Indonesia: Challenge in The Future Related to Nitrogen Content. *International Journal of GEOMATE*. 15(47). 32-41.
- Wulandari, P. R. (2014). Perencanaan Pengolahan Air Limbah Sistem Terpusat (Studi Kasus di Perumahan PT. Pertamina Unit Pelayanan III Plaju-Sumatera Selatan). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 2(3).499-509.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Proyeksi Kebutuhan Air Kelurahan Medokan Ayu Tahun 2023-2043

Uraian	Satuan	Tahun									
		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
<b>Domestik</b>											
Jumlah Penduduk	Jiwa	30,623	31,543	32,464	33,385	34,306	35,226	36,147	37,068	37,989	38,910
Persentase Pelayanan	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	30,623	31,543	32,464	33,385	34,306	35,226	36,147	37,068	37,989	38,910
<b>Sambungan Rumah (SR)</b>											
Persentase	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	30,623	31,543	32,464	33,385	34,306	35,226	36,147	37,068	37,989	38,910
Penduduk per Sambungan	Jiwa/SR	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Jumlah Sambungan	Unit	9,521	9,807	10,093	10,379	10,666	10,952	11,238	11,525	11,811	12,097
Unit Konsumsi	m <sup>3</sup> /jiwa/bulan	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Pemakaian Rata-Rata	L/detik	70.89	73.02	75.15	77.28	79.41	81.54	83.67	85.81	87.94	90.07
<b>Kran Umum (KU)</b>											
Persentase	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Penduduk per Sambungan	Jiwa/KU	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109
Jumlah Sambungan	Unit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unit Konsumsi	L/jiwa.hari	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Pemakaian Rata-Rata	L/detik	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Jumlah Pelanggan	Unit	9,521	9,807	10,093	10,379	10,666	10,952	11,238	11,525	11,811	12,097
Pemakaian Rata-Rata	L/detik	70.89	73.02	75.15	77.28	79.41	81.54	83.67	85.81	87.94	90.07
Kebocoran	%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
Q Kebocoran	L/dt	23.63	24.34	25.05	25.76	26.47	27.18	27.89	28.60	29.31	30.02
Q Rata-rata	L/dt	94.51	97.36	100.20	103.04	105.88	108.72	111.57	114.41	117.25	120.09
Faktor Puncak	-	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
Q Jam puncak	L/dt	170.13	175.24	180.36	185.47	190.59	195.70	200.82	205.93	211.05	216.16
Faktor Hari Maksimum	-	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Q Hari Maksimum	L/dt	113.42	116.83	120.24	123.65	127.06	130.47	133.88	137.29	140.70	144.11

Uraian	Satuan	Tahun									
		2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
Domestik											
Jumlah Penduduk	Jiwa	39,830	40,751	41,672	42,593	43,513	44,434	45,355	46,276	47,197	48,117
Persentase Pelayanan	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	39,830	40,751	41,672	42,593	43,513	44,434	45,355	46,276	47,197	48,117
Sambungan Rumah (SR)											
Persentase	%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	39,830	40,751	41,672	42,593	43,513	44,434	45,355	46,276	47,197	48,117
Penduduk per Sambungan	Jiwa/SR	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Jumlah Sambungan	Unit	12,383	12,670	12,956	13,242	13,528	13,815	14,101	14,387	14,674	14,960
Unit Konsumsi	m <sup>3</sup> /jiwa/bulan	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Pemakaian Rata-Rata	L/detik	92.20	94.33	96.46	98.59	100.73	102.86	104.99	107.12	109.25	111.38
Kran Umum (KU)											
Persentase	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Jumlah Penduduk Terlayani	Jiwa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Penduduk per Sambungan	Jiwa/KU	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
Jumlah Sambungan	Unit	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unit Konsumsi	L/jiwa.hari	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
Pemakaian Rata-Rata	L/detik	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Jumlah Pelanggan	Unit	12,383	12,670	12,956	13,242	13,528	13,815	14,101	14,387	14,674	14,960
Pemakaian Rata-Rata	L/detik	92.20	94.33	96.46	98.59	100.73	102.86	104.99	107.12	109.25	111.38
Kebocoran	%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
Q Kebocoran	L/dt	30.73	31.44	32.15	32.86	33.58	34.29	35.00	35.71	36.42	37.13
Q Rata-rata	L/dt	122.93	125.77	128.62	131.46	134.30	137.14	139.98	142.83	145.67	148.51
Faktor Puncak	-	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80
Q Jam puncak	L/dt	221.28	226.39	231.51	236.63	241.74	246.86	251.97	257.09	262.20	267.32
Faktor Hari Maksimum	-	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
Q Hari Maksimum	L/dt	147.52	150.93	154.34	157.75	161.16	164.57	167.98	171.39	174.80	178.21

Lampiran 2 Debit Air Limbah

Blok	Persentase Wilayah	Luas Blok (m <sup>2</sup> )	Luas Blok (ha)	Debit Blok (L/dt)	Debit Rata Rata (m <sup>3</sup> /dt)	Debit Rata Rata (m <sup>3</sup> /hari)	F Peak	Q Peak (m <sup>3</sup> /dt)
Blok I	5.4%	153,724.2734	15.37	6.58	0.007	568.72	3.79	0.025
Blok II	5.4%	152,826.3866	15.28	6.54	0.007	565.40	3.79	0.025
Blok III	5.4%	153,875.2775	15.39	6.59	0.007	569.28	3.79	0.025
Blok IV	3.6%	100,572.5247	10.06	4.31	0.004	372.08	3.98	0.018
Blok V	11.1%	313,998.5376	31.40	13.45	0.013	1,161.67	3.42	0.046
Blok VI	5.7%	162,052.8076	16.21	6.94	0.007	599.53	3.76	0.027
Blok VII	15.1%	427,734.8881	42.77	18.32	0.018	1,582.46	3.28	0.061
Blok VIII	3.7%	104,139.6810	10.41	4.46	0.004	385.28	3.97	0.018
Blok IX	10.5%	297,006.6892	29.70	12.72	0.013	1,098.81	3.44	0.044
Blok X	15.4%	434,503.1764	43.45	18.61	0.019	1,607.50	3.28	0.062
Blok XI	18.6%	527,278.0059	52.73	22.58	0.023	1,950.73	3.22	0.073
Total		2,827,712.2480	282.77	121.08	0.121	10,461.45		0.424

Blok	Persentase Wilayah	F Peak Infiltrasi	Q Peak Infiltrasi (m <sup>3</sup> /hari)	Q Peak Infiltrasi (m <sup>3</sup> /dt)	Q Peak Total (m <sup>3</sup> /dt)	Jumlah Penduduk	Q Min (m <sup>3</sup> /hari)	Q Min (m <sup>3</sup> /dt)
Blok I	5.4%	15	8,530.82	0.099	0.124	2,666	138.39	0.0017
Blok II	5.4%	15	8,480.99	0.098	0.123	2,650	137.42	0.0016
Blok III	5.4%	15	8,539.20	0.099	0.124	2,668	138.56	0.0017
Blok IV	3.6%	15	5,581.20	0.065	0.083	1,744	83.18	0.0010
Blok V	11.1%	15	17,425.12	0.202	0.248	5,445	326.08	0.0038
Blok VI	5.7%	15	8,993.01	0.104	0.131	2,810	147.44	0.0018
Blok VII	15.1%	14.73	23,309.58	0.270	0.331	7,418	472.52	0.0055
Blok VIII	3.7%	15	5,779.16	0.067	0.085	1,806	86.73	0.0011
Blok IX	10.5%	15	16,482.17	0.191	0.235	5,151	305.02	0.0036
Blok X	15.4%	14.66	23,565.89	0.273	0.335	7,535	481.51	0.0056
Blok XI	18.6%	13.73	26,783.49	0.310	0.383	9,144	607.38	0.0071
Total			153,470.63	1.776	2.200	49,038	2,924.23	0.0345

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



Lampiran 3 Panjang Saluran Air Limbah

No Saluran	L Pipa (m)	No Saluran	L Pipa (m)
A1-N7		P6-Q1	109.3022
A1-N1	119.7977	E21-R5	
A7-N1	54.1384	E21-Q1	130.7877
N1-N2	29.9402	Q1-Q2	32.3826
A8-N2	61.3305	E11-Q2	79.3591
N2-N3	25.4389	Q2-Q3	24.6485
A2-N3	149.3423	E10-Q3	82.4377
N3-N4	25.1982	Q3-Q5	25.5634
A4-N5	179.8374	E20-Q4	74.6476
A5-N5	173.9155	Q4-Q5	3.6343
N5-N4	24.8052	Q5-Q6	25.5982
A3-N4	149.1953	E9-Q6	111.0074
N4-N6	32.7099	Q6-Q7	21.8452
A6-N6	262.822	E19-Q7	60.0942
N6-N7	124.2004	Q7-Q8	2.4039
B1-O6		E8-Q8	113.6243
B1-N7	119.9333	Q8-Q9	24.9936
N7-N8	22.9025	E7-Q9	117.7405
B2-N8	143.2926	Q9-Q10	21.4407
N8-O6	306.1712	E12-Q11	37.1518
C4-O7		E13-Q11	42.6015
C4-O1	65.9231	Q11-Q12	23.8511
C5-O1	67.7298	E1-Q12	150.3236
O1-O5	127.3888	Q12-Q13	10.7351
C3-O2	89.6596	E2-Q13	142.0697
O2-O3	25.215	Q13-Q14	22.3581
C2-O3	89.0572	E3-Q14	139.6724
O3-O4	25.051	Q14-Q15	25.3397
C1-O4	88.9442	E4-Q15	136.931
O4-O5	55.6131	E15-Q21	33.3087
O5-O6	156.1831	E16-Q21	51.7974
O6-O7	82.6043	Q21-Q20	4.8227
D1-Q1		E14-Q20	43.3005
D1-P1	179.9485	Q20-Q15	24.456
D2-P1	149.723	Q15-Q16	24.5211
P1-P2	24.9315	E5-Q16	134.7469
D3-P2	149.8454	Q16-Q17	22.9264
P2-P3	25.7405	E17-Q17	52.4633
D4-P3	150.4377	Q17-Q18	2.015
P3-P4	25.0038	E6-Q18	168.6093
D5-P4	187.1227	Q18-Q19	16.8277
P4-P5	24.8936	E18-Q19	58.4177
D6-P5	149.8916	Q19-Q10	31.1098
P5-P6	99.7127	Q10-Q22	90.097
D7-P6	200.4458	E22-Q22	67.7784

No Saluran	L Pipa (m)
Q22-R5	36.0368
F2-U4	
F2-T1	102.9239
F3-T1	82.2113
T1-T3	39.2865
F4-T2	64.472
F5-T2	83.075
T2-T3	37.6828
T3-T4	169.8263
F6-T4	62.4016
T4-T5	16.2989
F7-T5	62.8874
T5-T6	19.3158
F8-T7	99.7532
T7-T6	17.0662
T6-T8	44.5177
F9-T8	209.4621
T8-T9	19.5727
F10-T9	240.4775
T9-T10	17.6561
F11-T10	170.307
T10-T11	22.1576
F1-O7	188.8346
O7-T11	265.0319
T11-U4	26.7596
G3-U24	
G3-U1	93.5042
G4-U1	128.1961
U1-U2	16.2796
G2-U2	93.6089
U2-U3	18.5841
G1-U3	89.8185
U3-U4	161.9984
U4-U5	19.6417
G9-U5	39.3875
U5-U6	16.1169
G6-U9	43.127
G5-U11	79.5898
H1-U11	117.5275
U11-U10	122.2886
U10-U9	15.7476
U9-U8	16.6113
G7-U8	37.9062
U8-U7	16.5118
G8-U7	40.6607

No Saluran	L Pipa (m)
U7-U6	2.537
U6-U13	66.9659
G10-U12	50.7524
G11-U12	19.3482
U12-U13	20.6673
U13-U14	23.5991
G12-U14	81.005
U14-U22	62.451
U22-U23	18.9965
G13-U23	138.352
U23-U24	16.4753
H2-W7	
H2-U15	44.4621
H3-U15	37.5503
U15-U16	18.6722
H4-U16	40.1849
U16-U17	22.8865
H5-U17	41.0856
U17-U10	147.0691
H10-U18	56.8693
H11-U18	77.781
U18-U19	15.9627
H9-U19	58.1138
U19-U22	56.3852
H7-U20	39.3752
H8-U20	56.5279
U20-U21	20.8452
H6-U21	108.5934
U21-U24	49.2033
U24-U25	19.9487
U25-W7	159.5088
I6-V7	
I6-V1	64.7836
I7-V1	79.2274
V1-V2	78.532
I8-V2	27.6825
V2-V3	66.3181
I18-V3	167.0388
V3-V4	25.8791
I17-V4	102.0167
V4-V5	11.2301
I16-V5	80.9671
V5-V6	8.5266
I9-V6	82.9314
V6-V9	48.621

No Saluran	L Pipa (m)
I14-V7	94.1333
I15-V7	68.5834
V7-V8	17.4737
I13-V8	78.6686
V8-V9	20.6412
V9-V10	75.675
I10-V10	82.9133
V10-V11	25.5903
I11-V17	29.0078
I12-V17	163.7279
V17-V11	8.6001
V11-V13	45.6133
I4-V12	75.9783
I5-V12	125.0755
V12-V13	22.6823
V13-V14	85.7002
I3-V14	77.1837
V14-V15	23.8131
I2-V15	110.5284
V15-V16	176.6191
I1-V16	116.5092
V16-T7	102.5791
K1-S18	
K1-W3	89.0398
K2-W3	71.4231
W3-W4	17.9131
K3-W4	81.147
W4-W5	26.6942
K4-W5	107.5731
W5-U25	117.7134
J2-W1	70.0376
J3-W1	22.652
W1-W2	23.5509
J1-W2	68.0996
W2-W8	23.9468
J4-W9	141.6805
J5-W9	135.8604
J6-W9	132.3543
W9-W8	184.7873
W8-W7	10.7242
W7-W6	38.4359
K5-W6	128.5819
W6-W15	15.3976
K6-W15	55.3196
W15-W14	141.7647

No Saluran	L Pipa (m)
K7-W10	58.6469
K8-W10	58.0536
W10-W12	75.266
K9-W11	23.4383
K10-W11	204.1278
W11-W12	112.071
W12-W13	75.2892
W13-W14	150.3529
W14-S18	166.8698
L8-S1	
L8-R1	20.0537
L9-R1	47.2926
R1-R2	46.0372
L10-R2	36.3239
R2-R3	29.5048
L11-R3	38.6608
R3-R4	19.5385
L12-R4	32.7885
R4-R5	44.204
R5-R6	72.1399
L1-R6	111.2288
R6-R8	5.3904
L3-R7	54.6073
L4-R7	62.2612
R7-R8	122.7734
R8-R9	12.04
L5-R9	185.9391
R9-R10	23.3097
L6-R10	190.21
R10-R11	4.5049
L2-R11	58.4216
R11-R12	18.4983
L7-R12	195.8563
R12-S1	29.3816
M1-IPAL	
M1-S1	64.4178
S1-S2	21.9528
M2-S2	70.9709
S2-S3	22.7505
M3-S3	68.2141
S3-S4	16.4856
M18-S4	78.3887
S4-S5	7.315
M4-S5	82.1878
S5-S6	4.5936

No Saluran	L Pipa (m)
M19-S6	32.1531
S6-S7	18.5513
M5-S7	44.4934
S7-S8	21.6853
M17-S8	163.1599
S8-S28	25.2409
M12-S9	43.5983
M13-S9	23.6966
S9-S10	61.996
M20-S10	127.3189
S10-S11	12.7629
M14-S11	54.1977
S11-S13	74.0254
M21-S13	176.9987
S13-S12	8.5792
M15-S12	101.7099
S12-S14	22.6942
M16-S14	107.9639
S14-S15	66.4982
S15-S16	58.7095
M7-S26	61.2992
M8-S26	46.2463
S26-S27	25.565
M6-S27	25.0519
M9-S27	32.3451
S27-S28	23.0991
S28-S29	38.6066
M10-S29	68.6311
S29-S30	13.6762
M11-S30	26.9971
S30-S16	39.2208
S16-S17	25.305
M26-S17	59.4293
S17-S18	19.9339
S18-S25	47.9641
M23-S19	66.7425
M24-S19	28.5269
S19-S20	18.3341
M25-S20	50.43
S20-S21	14.8708
M22-S21	102.5722
S21-S22	54.0311
M27-S22	86.2009
S22-S23	22.3742
M28-S23	95.0025

No Saluran	L Pipa (m)
S23-S24	20.5282
M29-S24	82.4297
S24-S25	65.699
S25-IPAL	5.9448
Total	3,232.9437

Lampiran 4 Pembebanan Saluran Air Limbah

No Saluran	Beban Saluran	Blok	Luas Blok (ha)	Akumulasi Debit Rata rata (m3/dt)	F Peak	Q Peak (m3/dt)	F Peak Infiltrasi	Q Peak Infiltrasi (m3/dt)	Q Peak Total (m3/dt)	Jumlah Penduduk	Q min (m3/dt)
A1-N7											
A1-N1	12%	1	1.84	0.001					0.015		0.0002
A7-N1	10%	1	1.54	0.001					0.012		0.0002
N1-N2	22%	1	3.38	0.001	4.00	0.006	15.00	0.022	0.028	586	0.0003
A8-N2	10%	1	1.54	0.001					0.012		0.0002
N2-N3	32%	1	4.92	0.002	4.00	0.008	15.00	0.032	0.040	853	0.0005
A2-N3	11%	1	1.69	0.001					0.014		0.0002
N3-N4	43%	1	6.61	0.003	4.00	0.011	15.00	0.042	0.054	1146	0.0006
A4-N5	20%	1	3.07	0.001					0.025		0.0003
A5-N5	11%	1	1.69	0.001					0.014		0.0002
N5-N4	31%	1	4.77	0.002	4.00	0.008	15.00	0.031	0.039	826	0.0004
A3-N4	11%	1	1.69	0.001					0.014		0.0002
N4-N6	85%	1	13.07	0.006	3.87	0.022	15.00	0.084	0.106	2266	0.0014
A6-N6	15%	1	2.31	0.001					0.019		0.0003
N6-N7	100%	1	15.37	0.007	3.79	0.025	15.00	0.099	0.124	2666	0.0017
B1-O6											
B1-N7	25%	3	3.85	0.002					0.031		0.0004
N7-N8	100%	1	19.22	0.008	3.55	0.029	15.00	0.123	0.153	3333	0.0021
	25%	3									
B2-N8	25%	3	3.85	0.002					0.031		0.0004
N8-O6	100%	1	26.91	0.012	3.47	0.040	15.00	0.173	0.213	4667	0.0032
	75%	3									
C4-O7											
C4-O1	13%	4	1.31	0.001					0.011		0.0001
C5-O1	20%	4	2.01	0.001					0.017		0.0002

No Saluran	Beban Saluran	Blok			Luas Blok (ha)	Akumulasi Debit Rata rata (m3/dt)	F Peak	Q Peak (m3/dt)	F Peak Infiltrasi	Q Peak Infiltrasi (m3/dt)	Q Peak Total (m3/dt)	Jumlah Penduduk	Q min (m3/dt)
O1-O5	43%	4			4.32	0.002	4.00	0.007	15.00	0.028	0.035	750	0.0004
C3-O2	16%	4			1.61	0.001					0.013		0.0002
O2-O3	16%	4			1.61	0.001	4.00	0.003	15.00	0.010	0.013	279	0.0002
C2-O3	16%	4			1.61	0.001					0.013		0.0002
O3-O4	32%	4			3.22	0.001	4.00	0.006	15.00	0.021	0.026	558	0.0003
C1-O4	25%	4			2.51	0.001					0.021		0.0003
O4-O5	57%	4			5.73	0.002	4.00	0.010	15.00	0.037	0.047	994	0.0005
O5-O6	100%	4			10.06	0.004	3.98	0.017	15.00	0.065	0.082	1744	0.0010
O6-O7	100%	1	3	4	40.82	0.017	3.29	0.058	14.92	0.261	0.318	7079	0.0052
D1-Q1													
D1-P1	8%	2			1.22	0.001					0.010		0.0001
D2-P1	10%	2			1.53	0.001					0.012		0.0002
P1-P2	18%	2			2.75	0.001	4.00	0.005	15.00	0.018	0.022	477	0.0003
D3-P2	10%	2			1.53	0.001					0.012		0.0002
P2-P3	28%	2			4.28	0.002	4.00	0.007	15.00	0.027	0.035	742	0.0004
D4-P3	10%	2			1.53	0.001					0.012		0.0002
P3-P4	38%	2			5.81	0.002	4.00	0.010	15.00	0.037	0.047	1007	0.0005
D5-P4	20%	2			3.06	0.001					0.025		0.0003
P4-P5	58%	2			8.86	0.004	4.02	0.015	15.00	0.057	0.072	1537	0.0009
D6-P5	22%	2			3.36	0.001					0.027		0.0004
P5-P6	80%	2			12.23	0.005	3.9	0.020	15.00	0.079	0.099	2120	0.0013
D7-P6	20%	2			3.06	0.001					0.025		0.0003
P6-Q1	100%	2			15.28	0.007	3.79	0.025	15.00	0.098	0.123	2650	0.0016
E21-R5													
E21-Q1	7%	5			2.04	0.001					0.016		0.0002
Q1-Q2	100%	2			46.68	0.020	3.26	0.065	14.34	0.287	0.352	2650	0.0049

No Saluran	Beban Saluran	Blok	Luas Blok (ha)	Akumulasi Debit Rata rata (m3/dt)	F Peak	Q Peak (m3/dt)	F Peak Infiltrasi	Q Peak Infiltrasi (m3/dt)	Q Peak Total (m3/dt)	Jumlah Penduduk	Q min (m3/dt)
		5									
E11-Q2	7%	5	2.04	0.001					0.016		0.0002
Q2-Q3	100%	2	46.68	0.020	3.26	0.065	14.34	0.287	0.352	2650	0.0049
		5									
E10-Q3	4%	5	1.26	0.001					0.010		0.0002
Q3-Q5	100%	2	46.68	0.020	3.26	0.065	14.34	0.287	0.352	2650	0.0049
		5									
E20-Q4	5%	5	1.41	0.001					0.011		0.0002
Q4-Q5	5%	5	1.41	0.001	4.00	0.002	15.00	0.009	0.011	119	0.0001
Q5-Q6	100%	2	46.68	0.020	3.26	0.065	14.34	0.287	0.352	2650	0.0049
		5									
E9-Q6	4%	5	1.26	0.001					0.010		0.0002
Q6-Q7	100%	2	46.68	0.020	3.26	0.065	14.34	0.287	0.352	2650	0.0049
		5									
E19-Q7	3%	5	0.94	0.000					0.007		0.0001
Q7-Q8	100%	2	46.68	0.020	3.26	0.065	14.34	0.287	0.352	2650	0.0049
		5									
E8-Q8	4%	5	1.26	0.001					0.010		0.0002
Q8-Q9	100%	2	46.68	0.020	3.26	0.065	14.34	0.287	0.352	2650	0.0049
		5									
E7-Q9	5%	5	1.57	0.001					0.012		0.0002
Q9-Q10	100%	2	46.68	0.020	3.26	0.065	14.34	0.287	0.352	2650	0.0049
		5									
E12-Q11	2%	5	0.47	0.000					0.004		0.0001
E13-Q11	2%	5	0.47	0.000					0.004		0.0001
Q11-Q12	3%	5	0.94	0.000	4.00	0.002	15.00	0.006	0.008	80	0.0001

No Saluran	Beban Saluran	Blok	Luas Blok (ha)	Akumulasi Debit Rata rata (m3/dt)	F Peak	Q Peak (m3/dt)	F Peak Infiltrasi	Q Peak Infiltrasi (m3/dt)	Q Peak Total (m3/dt)	Jumlah Penduduk	Q min (m3/dt)
E1-Q12	5%	5	1.57	0.001					0.012		0.0002
Q12-Q13	8%	5	2.51	0.001	4.00	0.004	15.00	0.016	0.020	212	0.0002
E2-Q13	4%	5	1.10	0.000					0.009		0.0001
Q13-Q14	12%	5	3.61	0.002	4.00	0.006	15.00	0.023	0.029	305	0.0003
E3-Q14	4%	5	1.10	0.000					0.009		0.0001
Q14-Q15	15%	5	4.71	0.002	4.00	0.008	15.00	0.030	0.038	398	0.0004
E4-Q15	4%	5	1.10	0.000					0.009		0.0001
E15-Q21	3%	5	0.78	0.000					0.006		0.0001
E16-Q21	3%	5	0.78	0.000					0.006		0.0001
Q21-Q20	5%	5	1.57	0.001	4.00	0.003	15.00	0.010	0.013	133	0.0001
E14-Q20	3%	5	0.78	0.000					0.006		0.0001
Q20-Q15	8%	5	2.35	0.001	4.00	0.004	15.00	0.015	0.019	199	0.0002
Q15-Q16	26%	5	8.16	0.003	4.05	0.014	15.00	0.052	0.067	689	0.0007
E5-Q16	4%	5	1.10	0.000					0.009		0.0001
Q16-Q17	30%	5	9.26	0.004	4.01	0.016	15.00	0.059	0.075	782	0.0008
E17-Q17	3%	5	0.94	0.000					0.007		0.0001
Q17-Q18	33%	5	10.20	0.004	3.97	0.017	15.00	0.066	0.083	861	0.0009
E6-Q18	6%	5	1.88	0.001					0.015		0.0002
Q18-Q19	39%	5	12.09	0.005	3.91	0.020	15.00	0.078	0.098	1020	0.0011
E18-Q19	3%	5	0.94	0.000					0.007		0.0001
Q19-Q10	42%	5	13.03	0.006	3.87	0.022	15.00	0.084	0.105	1100	0.0012
Q10-Q22	100%	2	46.68	0.020	3.26	0.065	14.34	0.287	0.352	2650	0.0049
		5									
E22-Q22	5%	5	1.57	0.001					0.012		0.0002
Q22-R5	100%	2	46.68	0.020	3.26	0.065	14.34	0.287	0.352	2650	0.0049
		5									



No Saluran	Beban Saluran	Blok	Luas Blok (ha)	Akumulasi Debit Rata rata (m3/dt)	F Peak	Q Peak (m3/dt)	F Peak Infiltrasi	Q Peak Infiltrasi (m3/dt)	Q Peak Total (m3/dt)	Jumlah Penduduk	Q min (m3/dt)
F2-U4											
F2-T1	9%	6	1.46	0.001					0.012		0.0002
F3-T1	9%	6	1.46	0.001					0.012		0.0002
T1-T3	18%	6	2.92	0.001	4.00	0.005	15.00	0.019	0.024	506	0.0003
F4-T2	6%	6	0.97	0.000					0.008		0.0001
F5-T2	7%	6	1.13	0.000					0.009		0.0001
T2-T3	13%	6	2.11	0.001	4.00	0.004	15.00	0.014	0.017	365	0.0002
T3-T4	31%	6	5.02	0.002	4.00	0.009	15.00	0.032	0.041	871	0.0005
F6-T4	6%	6	0.97	0.000					0.008		0.0001
T4-T5	37%	6	6.00	0.003	4.00	0.010	15.00	0.039	0.049	1040	0.0006
F7-T5	6%	6	0.97	0.000					0.008		0.0001
T5-T6	43%	6	6.97	0.003	4.00	0.012	15.00	0.045	0.057	1208	0.0007
F8-T7	15%	6	2.43	0.001					0.020		0.0003
T7-T6	15%	6	32.13	0.003	4.00	0.012	15.00	0.044	0.056	5572	0.0009
	100%	9									
T6-T8	58%	6	39.10	0.011	3.47	0.040	15.00	0.171	0.211	6781	0.0034
	100%	9									
F9-T8	10%	6	1.62	0.001					0.013		0.0002
T8-T9	68%	6	40.72	0.013	3.42	0.046	14.93	0.200	0.245	7062	0.004
	100%	9									
F10-T9	10%	6	1.62	0.001					0.013		0.0002
T9-T10	78%	6	42.34	0.015	3.37	0.052	14.77	0.226	0.278	7343	0.0046
	100%	9									
F11-T10	10%	6	1.62	0.001					0.013		0.0002
T10-T11	88%	6	43.96	0.017	3.3	0.057	14.61	0.253	0.310	7624	0.0052
	100%	9									

No Saluran	Beban Saluran	Blok	Luas Blok (ha)	Akumulasi Debit Rata rata (m3/dt)	F Peak	Q Peak (m3/dt)	F Peak Infiltrasi	Q Peak Infiltrasi (m3/dt)	Q Peak Total (m3/dt)	Jumlah Penduduk	Q min (m3/dt)
F1-O7	12%	6	1.94	0.001					0.016		0.0002
O7-T11	100%	1   3   4	57.02	0.024	3.19	0.078	13.30	0.325	0.403	9889	0.0078
		6									
T11-U4	100%	1   3   4   9	86.72	0.037	2.98	0.111	11.45	0.425	0.536	15039	0.0128
		6									
G3-U24											
G3-U1	2%	7	0.86	0.000					0.331		0.0001
G4-U1	5%	7	2.14	0.001					0.331		0.0003
U1-U2	7%	7	2.99	0.001	4.00	0.005	15.00	0.019	0.024	519	0.0003
G2-U2	2%	7	0.86	0.000					0.331		0.0001
U2-U3	9%	7	3.85	0.002	4.00	0.007	15.00	0.025	0.031	668	0.0004
G1-U3	2%	7	0.86	0.000					0.331		0.0001
U3-U4	11%	7	4.71	0.002	4.00	0.008	15.00	0.030	0.038	816	0.0004
U4-U5	100%	1   3   4   9	91.43	0.039	2.94	0.115	11.29	0.442	0.557	22457	0.0146
	100%	6									
	11%	7									
G9-U5	2%	7	0.86	0.000					0.331		0.0001
U5-U6	100%	1   3   4   9	92.28	0.040	2.94	0.116	11.26	0.445	0.561	22457	0.0148
	100%	6									
	13%	7									
G6-U9	2%	7	0.86	0.000					0.331		0.0001
G5-U11	10%	7	4.28	0.002					0.331		0.0006
H1-U11	15%	7	6.42	0.003					0.331		0.0008
U11-U10	25%	7	10.69	0.005	3.96	0.018	15.00	0.069	0.087	1854	0.0011
U10-U9	37%	7	15.83	0.007	3.77	0.026	15.00	0.102	0.127	2745	0.0017
U9-U8	39%	7	16.68	0.007	3.74	0.027	15.00	0.107	0.134	2893	0.0018

No Saluran	Beban Saluran	Blok	Luas Blok (ha)	Akumulasi Debit Rata rata (m3/dt)	F Peak	Q Peak (m3/dt)	F Peak Infiltrasi	Q Peak Infiltrasi (m3/dt)	Q Peak Total (m3/dt)	Jumlah Penduduk	Q min (m3/dt)
G7-U8	2%	7	0.86	0.000					0.331		0.0001
U8-U7	41%	7	17.54	0.008	3.71	0.028	15.00	0.113	0.140	3041	0.0019
G8-U7	2%	7	0.86	0.000					0.331		0.0001
U7-U6	43%	7	18.39	0.008	3.68	0.029	15.00	0.118	0.147	3190	0.0020
U6-U13	100%	1 3 4 9	110.68	0.047	2.78	0.132	10.79	0.511	0.643	19193	0.0172
	100%	6									
	56%	7									
G10-U12	2%	7	0.86	0.000					0.331		0.0001
G11-U12	2%	7	0.86	0.000					0.331		0.0001
U12-U13	4%	7	1.71	0.001	4.00	0.003	15.00	0.011	0.014	297	0.0002
U13-U14	100%	1 3 4 9	112.39	0.048	2.77	0.133	10.76	0.518	0.651	19490	0.0175
	100%	6									
	60%	7									
G12-U14	7%	7	2.99	0.001					0.331		0.0004
U14-U22	100%	1 3 4 9	115.38	0.049	2.76	0.136	10.70	0.529	0.665	20009	0.0180
	100%	6									
	67%	7									
U22-U23	100%	1 3 4 9	119.23	0.051	2.74	0.140	10.62	0.542	0.682	20677	0.0188
	100%	6									
	76%	7									
G13-U23	5%	7	2.14	0.001					0.331		0.0003
U23-U24	100%	1 3 4 9	121.37	0.052	2.74	0.142	10.58	0.550	0.692	21048	0.0192
	100%	6									
	81%	7									
H2-W7											
H2-U15	2%	7	0.86	0.000					0.007		0.0001

No Saluran	Beban Saluran	Blok	Luas Blok (ha)	Akumulasi Debit Rata rata (m3/dt)	F Peak	Q Peak (m3/dt)	F Peak Infiltrasi	Q Peak Infiltrasi (m3/dt)	Q Peak Total (m3/dt)	Jumlah Penduduk	Q min (m3/dt)
H3-U15	2%	7	0.86	0.000					0.007		0.0001
U15-U16	4%	7	1.71	0.001	4.00	0.003	15.00	0.011	0.014	297	0.0002
H4-U16	2%	7	0.86	0.000					0.007		0.0001
U16-U17	6%	7	2.57	0.001	4.00	0.004	15.00	0.016	0.021	445	0.0002
H5-U17	6%	7	2.57	0.001					0.020		0.0003
U17-U10	12%	7	5.13	0.002	4.00	0.009	15.00	0.033	0.042	890	0.0005
H10-U18	3%	7	1.28	0.001					0.010		0.0002
H11-U18	3%	7	1.28	0.001					0.010		0.0002
U18-U19	6%	7	2.57	0.001	4.00	0.004	15.00	0.016	0.021	445	0.0002
H9-U19	3%	7	1.28	0.001					0.010		0.0002
U19-U22	9%	7	3.85	0.002	4.00	0.007	15.00	0.025	0.031	668	0.0004
H7-U20	2%	7	0.86	0.000					0.007		0.0001
H8-U20	2%	7	0.86	0.000					0.007		0.0001
U20-U21	4%	7	1.71	0.001	4.00	0.003	15.00	0.011	0.014	297	0.0002
H6-U21	15%	7	6.42	0.003					0.050		0.0008
U21-U24	19%	7	8.13	0.003	4.05	0.014	15.00	0.052	0.066	1409	0.0008
U24-U25	100%	1   3   4   9	129.50	0.055	2.70	0.150	10.42	0.578	0.728	22457	0.0207
	100%	6									
	100%	7									
U25-W7	100%	1   3   4   9	137.75	0.041	2.92	0.119	10.25	0.416	0.535	22457	0.0152
	100%	6   7									
	19%	10									
I6-T7											
I6-V1	3%	9	0.89	0.000					0.007		0.0001
I7-V1	3%	9	0.89	0.000					0.007		0.0001
V1-V2	6%	9	1.78	0.001	4.00	0.003	15.00	0.011	0.014	309	0.0002

No Saluran	Beban Saluran	Blok	Luas Blok (ha)	Akumulasi Debit Rata rata (m3/dt)	F Peak	Q Peak (m3/dt)	F Peak Infiltrasi	Q Peak Infiltrasi (m3/dt)	Q Peak Total (m3/dt)	Jumlah Penduduk	Q min (m3/dt)
I8-V2	5%	9	1.49	0.001					0.012		0.0002
V2-V3	11%	9	3.27	0.001	4.00	0.006	15.00	0.021	0.027	567	0.0003
I18-V3	5%	9	1.49	0.001					0.012		0.0002
V3-V4	16%	9	4.75	0.002	4.00	0.008	15.00	0.031	0.039	824	0.0004
I17-V4	4%	9	1.19	0.001					0.009		0.0001
V4-V5	20%	9	5.94	0.003	4.00	0.010	15.00	0.038	0.048	1030	0.0006
I16-V5	4%	9	1.19	0.001					0.009		0.0001
V5-V6	24%	9	7.13	0.003	4.00	0.012	15.00	0.046	0.058	1236	0.0007
I9-V6	5%	9	1.34	0.001					0.011		0.0002
V6-V9	29%	9	8.46	0.004	4.04	0.015	15.00	0.054	0.069	1468	0.0008
I14-V7	4%	9	1.19	0.001					0.009		0.0001
I15-V7	4%	9	1.19	0.001					0.009		0.0001
V7-V8	8%	9	2.38	0.001	4.00	0.004	15.00	0.015	0.019	412	0.0002
I13-V8	6%	9	1.78	0.001					0.014		0.0002
V8-V9	14%	9	4.16	0.002	4.00	0.007	15.00	0.027	0.034	721	0.0004
V9-V10	43%	9	12.62	0.005	3.89	0.021	15.00	0.081	0.102	2189	0.0013
I10-V10	5%	9	1.34	0.001					0.011		0.0002
V10-V11	47%	9	13.96	0.006	3.84	0.023	15.00	0.090	0.113	2421	0.0015
I11-V17	5%	9	1.49	0.001					0.012		0.0002
I12-V17	5%	9	1.49	0.001					0.012		0.0002
V17-V11	10%	9	2.97	0.001	4.00	0.005	15.00	0.019	0.024	515	0.0003
V11-V13	57%	9	16.93	0.007	3.73	0.027	15.00	0.109	0.136	2936	0.0018
I4-V12	5%	9	1.49	0.001					0.012		0.0002
I5-V12	5%	9	1.49	0.001					0.012		0.0002
V12-V13	10%	9	2.97	0.001	4.00	0.005	15.00	0.019	0.024	515	0.0003
V13-V14	67%	9	19.90	0.009	3.54	0.030	15.00	0.128	0.158	3451	0.0022

No Saluran	Beban Saluran	Blok	Luas Blok (ha)	Akumulasi Debit Rata rata (m3/dt)	F Peak	Q Peak (m3/dt)	F Peak Infiltrasi	Q Peak Infiltrasi (m3/dt)	Q Peak Total (m3/dt)	Jumlah Penduduk	Q min (m3/dt)			
I3-V14	11%	9	3.27	0.001					0.026		0.0004			
V14-V15	78%	9	23.17	0.010	3.51	0.035	15.00	0.149	0.184	4018	0.0027			
I2-V15	9%	9	2.67	0.001					0.021		0.0003			
V15-V16	87%	9	25.84	0.011	3.48	0.039	15.00	0.166	0.204	4481	0.0030			
I1-V16	13%	9	3.86	0.002					0.031		0.0005			
V16-T7	100%	9	29.70	0.013	3.44	0.044	15.00	0.191	0.235	5151	0.0036			
K1-S18														
K1-W3	7%	10	3.04	0.001					0.023		0.0004			
K2-W3	4%	10	1.74	0.001					0.013		0.0002			
W3-W4	11%	10	4.78	0.002	4.00	0.008	15.00	0.031	0.039	829	0.0004			
K3-W4	4%	10	1.74	0.001					0.013		0.0002			
W4-W5	15%	10	6.52	0.003	4.00	0.011	15.00	0.042	0.053	1130	0.0006			
K4-W5	4%	10	1.74	0.001					0.013		0.0002			
W5-U25	19%	10	8.26	0.004	4.04	0.014	15.00	0.053	0.067	1432	0.0008			
J2-W1	4%	10	1.74	0.001					0.013		0.0002			
J3-W1	5%	10	2.17	0.001					0.017		0.0003			
W1-W2	9%	10	3.91	0.002	4.00	0.007	15.00	0.025	0.032	678	0.0004			
J1-W2	4%	10	1.74	0.001					0.013		0.0002			
W2-W8	13%	10	5.65	0.002	4.00	0.010	15.00	0.036	0.046	980	0.0005			
J4-W9	6%	10	2.61	0.001					0.020		0.0003			
J5-W9	4%	10	1.74	0.001					0.013		0.0002			
J6-W9	6%	10	2.61	0.001					0.020		0.0003			
W9-W8	16%	10	6.95	0.003	4.00	0.012	15.00	0.045	0.057	1206	0.0007			
W8-W7	29%	10	12.60	0.005	3.89	0.021	15.00	0.081	0.102	2185	0.0013			
W7-W6	100%	1	3	4	9	150.35	0.046	2.80	0.129	10.00	0.459	0.588	22457	0.0172
	100%	6	7											

No Saluran	Beban Saluran	Blok	Luas Blok (ha)	Akumulasi Debit Rata rata (m3/dt)	F Peak	Q Peak (m3/dt)	F Peak Infiltrasi	Q Peak Infiltrasi (m3/dt)	Q Peak Total (m3/dt)	Jumlah Penduduk	Q min (m3/dt)
	48%	10									
K5-W6	7%	10	3.04	0.001					0.023		0.0004
W6-W15	100%	1   3   4   9	153.39	0.047	2.78	0.131	9.94	0.469	0.600	22457	0.0176
	100%	6   7									
	55%	10									
K6-W15	4%	10	1.74	0.001					0.013		0.0002
W15-W14	100%	1   3   4   9	155.13	0.048	2.78	0.133	9.90	0.475	0.608	22457	0.0179
	100%	6   7									
	59%	10									
K7-W10	8%	10	3.48	0.001					0.027		0.0004
K8-W10	8%	10	3.48	0.001					0.027		0.0004
W10-W12	16%	10	6.95	0.003	4.00	0.012	15.00	0.045	0.057	1206	0.0007
K9-W11	10%	10	4.35	0.002					0.033		0.0006
K10-W11	15%	10	6.52	0.003					0.050		0.0008
W11-W12	25%	10	10.86	0.005	3.95	0.018	15.00	0.070	0.088	1884	0.0011
W12-W13	41%	10	17.81	0.008	3.70	0.028	15.00	0.114	0.143	3089	0.0020
W13-W14	41%	10	17.81	0.008	3.70	0.028	15.00	0.114	0.143	3089	0.0020
W14-S18	100%	1   3   4   9	172.95	0.055	2.70	0.150	9.55	0.530	0.679	22457	0.0207
	100%	6   7									
	100%	10									
L8-S1											
L8-R1	2%	5	1.05	0.000					0.005		0.0001
L9-R1	2%	5	1.05	0.000					0.005		0.0001
R1-R2	4%	5	2.11	0.001	4.00	0.002	15.00	0.008	0.010	218	0.0001
L10-R2	4%	5	2.11	0.001					0.010		0.0002
R2-R3	8%	5	4.22	0.001	4.00	0.004	15.00	0.016	0.020	436	0.0002

No Saluran	Beban Saluran	Blok	Luas Blok (ha)	Akumulasi Debit Rata rata (m3/dt)	F Peak	Q Peak (m3/dt)	F Peak Infiltrasi	Q Peak Infiltrasi (m3/dt)	Q Peak Total (m3/dt)	Jumlah Penduduk	Q min (m3/dt)
L11-R3	4%	5	2.11	0.001					0.010		0.0002
R3-R4	12%	5	6.33	0.002	4.00	0.006	15.00	0.024	0.031	653	0.0003
L12-R4	4%	5	2.11	0.001					0.010		0.0002
R4-R5	16%	5	8.44	0.002	4.00	0.009	15.00	0.032	0.041	871	0.0005
R5-R6	100%	2	46.68	0.020	3.26	0.065	14.34	0.287	0.352	8096	0.0061
	100%	5									
L1-R6	17%	8	1.77	0.001					0.042		0.0006
R6-R8	100%	2	48.45	0.021	3.24	0.067	14.16	0.294	0.361	8403	0.0064
	17%	8									
L3-R7	11%	8	1.15	0.000					0.027		0.0004
L4-R7	12%	8	1.25	0.001					0.030		0.0005
R7-R8	23%	8	2.40	0.001	4.00	0.004	15.00	0.015	0.019	1252	0.0003
R8-R9	100%	2	50.85	0.022	3.23	0.070	13.92	0.303	0.373	8818	0.0068
	40%	8									
L5-R9	14%	8	1.46	0.001					0.035		0.0005
R9-R10	100%	2	52.31	0.022	3.22	0.072	13.77	0.308	0.381	9071	0.007
	54%	8									
L6-R10	14%	8	1.46	0.001					0.035		0.0005
R10-R11	100%	2	53.76	0.023	3.21	0.074	13.63	0.314	0.388	9324	0.0072
	68%	8									
L2-R11	15%	8	1.56	0.001					0.037		0.0006
R11-R12	100%	2	55.33	0.024	3.2	0.076	13.47	0.319	0.395	9595	0.0075
	83%	8									
L7-R12	17%	8	1.77	0.001					0.042		0.0006
R12-S1	100%	2	57.10	0.024	3.19	0.078	13.30	0.325	0.403	9902	0.0078
	100%	8									



No Saluran	Beban Saluran	Blok	Luas Blok (ha)	Akumulasi Debit Rata rata (m3/dt)	F Peak	Q Peak (m3/dt)	F Peak Infiltrasi	Q Peak Infiltrasi (m3/dt)	Q Peak Total (m3/dt)	Jumlah Penduduk	Q min (m3/dt)
M1-IPAL											
M1-S1	5%	11	2.64	0.001					0.019		0.0001
S1-S2	100%	2   5   8	59.73	0.026	3.18	0.081	13.03	0.333	0.415	10359	0.0082
	5%	11									
M2-S2	5%	11	2.64	0.001					0.019		0.0001
S2-S3	100%	2   5   8	62.37	0.027	3.16	0.084	12.77	0.341	0.425	10816	0.0086
	10%	11									
M3-S3	5%	11	2.64	0.001					0.019		0.0001
S3-S4	100%	2   5   8	65.01	0.028	3.14	0.087	12.50	0.348	0.435	11273	0.0091
	15%	11									
M18-S4	3%	11	1.58	0.001					0.011		0.0000
S4-S5	100%	2   5   8	66.59	0.029	3.13	0.089	12.35	0.352	0.441	11548	0.0094
	18%	11									
M4-S5	5%	11	2.64	0.001					0.019		0.0001
S5-S6	100%	2   5   8	69.22	0.030	3.11	0.092	12.08	0.358	0.450	12005	0.0098
	23%	11									
M19-S6	2%	11	1.05	0.000					0.008		0.0000
S6-S7	100%	2   5   8	70.28	0.030	3.1	0.093	12.00	0.361	0.454	12188	0.0100
	25%	11									
M5-S7	4%	11	2.11	0.001					0.015		0.0000
S7-S8	100%	2   5   8	72.39	0.031	3.09	0.096	11.93	0.370	0.466	12553	0.0103
	29%	11									
M17-S8	4%	11	2.11	0.001					0.015		0.0000
S8-S28	100%	2   5   8	74.50	0.032	3.07	0.098	11.86	0.378	0.476	12919	0.0107
	33%	11									
M12-S9	3%	11	1.58	0.001					0.011		0.0000

No Saluran	Beban Saluran	Blok			Luas Blok (ha)	Akumulasi Debit Rata rata (m3/dt)	F Peak	Q Peak (m3/dt)	F Peak Infiltrasi	Q Peak Infiltrasi (m3/dt)	Q Peak Total (m3/dt)	Jumlah Penduduk	Q min (m3/dt)
M13-S9	2%	11			1.05	0.000					0.008		0.0000
S9-S10	5%	11			2.64	0.001	4.00	0.005	15.00	0.017	0.021	457	0.0002
M20-S10	4%	11			2.11	0.001					0.015		0.0000
S10-S11	9%	11			4.75	0.002	4.00	0.008	15.00	0.030	0.039	823	0.0004
M14-S11	4%	11			2.11	0.001					0.015		0.0000
S11-S13	13%	11			6.85	0.003	4.00	0.012	15.00	0.044	0.056	1189	0.0007
M21-S13	8%	11			3.95	0.002					0.029		0.0001
S13-S12	21%	11			10.81	0.005	4.00	0.019	15.00	0.069	0.088	1875	0.0011
M15-S12	3%	11			1.58	0.001					0.011		0.0000
S12-S14	24%	11			12.39	0.005	3.90	0.021	15.00	0.080	0.100	2149	0.0013
M16-S14	5%	11			2.64	0.001					0.019		0.0001
S14-S15	29%	11			15.03	0.006	3.80	0.024	15.00	0.097	0.121	2606	0.0016
S15-S16	29%	11			15.03	0.006	3.80	0.024	15.00	0.097	0.121	2606	0.0016
M7-S26	4%	11			2.11	0.001					0.015		0.0000
M8-S26	4%	11			2.11	0.001					0.015		0.0000
S26-S27	8%	11			4.22	0.002	4.00	0.007	15.00	0.027	0.034	732	0.0004
M6-S27	3%	11			1.58	0.001					0.011		0.0000
M9-S27	3%	11			1.58	0.001					0.011		0.0000
S27-S28	14%	11			7.38	0.003	4.00	0.013	15.00	0.047	0.060	1280	0.0007
S28-S29	100%	2	5	8	81.88	0.035	3.02	0.106	11.61	0.407	0.513	14199	0.0120
	47%	11											
M10-S29	3%	11			1.58	0.001					0.011		0.0000
S29-S30	100%	2	5	8	83.46	0.036	3	0.107	11.56	0.413	0.520	14474	0.0122
	50%	11											
M11-S30	2%	11			0.79	0.000					0.006		0.0000
S30-S16	100%	2	5	8	84.25	0.036	3	0.108	11.53	0.416	0.524	14611	0.0124

No Saluran	Beban Saluran	Blok	Luas Blok (ha)	Akumulasi Debit Rata rata (m3/dt)	F Peak	Q Peak (m3/dt)	F Peak Infiltrasi	Q Peak Infiltrasi (m3/dt)	Q Peak Total (m3/dt)	Jumlah Penduduk	Q min (m3/dt)
	52%	11									
S16-S17	100%	2   5   8	99.28	0.043	2.83	0.120	11.03	0.469	0.589	17217	0.0151
	80%	11									
M26-S17	2%	11	1.05	0.000					0.008		0.0000
S17-S18	100%	2   5   8	100.33	0.043	2.83	0.122	11.00	0.473	0.594	17400	0.0153
	82%	11									
S18-S25	100%	1   2   3   4	273.28	0.117	2.38	0.279	8.27	0.968	1.246	47392	0.0507
	100%	5   6   7   8									
	100%	9   10									
	82%	11									
M23-S19	2%	11	1.05	0.000					0.008		0.0000
M24-S19	2%	11	0.79	0.000					0.006		0.0000
S19-S20	4%	11	1.85	0.001	4.00	0.003	15.00	0.012	0.015	320	0.0002
M25-S20	3%	11	1.58	0.001					0.011		0.0000
S20-S21	7%	11	3.43	0.001	4.00	0.006	15.00	0.022	0.028	594	0.0003
M22-S21	4%	11	2.11	0.001					0.015		0.0000
S21-S22	11%	11	5.54	0.002	4.00	0.009	15.00	0.036	0.045	960	0.0005
M27-S22	3%	11	1.32	0.001					0.010		0.0000
S22-S23	13%	11	6.85	0.003	4.00	0.012	15.00	0.044	0.056	1189	0.0007
M28-S23	3%	11	1.32	0.001					0.010		0.0000
S23-S24	16%	11	8.17	0.003	4.05	0.014	15.00	0.052	0.067	1417	0.0008
M29-S24	3%	11	1.32	0.001					0.010		0.0000
S24-S25	18%	11	9.49	0.004	4.00	0.016	15.00	0.061	0.077	1646	0.0009
S25-IPAL	100%	1   2   3   4	282.77	0.121	2.37	0.287	8.18	0.990	1.277	49038	0.0528
	100%	5   6   7   8									
	100%	9   10									



Lampiran 5 Dimensi Pipa Air Limbah

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Medan		$\Delta h$ Medan	Slope Medan	Slope Rencana	Q Peak Total (m <sup>3</sup> /dt)	Q Min (m <sup>3</sup> /dt)	d/D	Q Peak/Q Full	Q Full (m <sup>3</sup> /dt)
		Awal	Akhir								
A1-N1	119.80	4.60	4.20	0.40	0.0034	0.0100	0.015	0.0002	0.8	0.975	0.016
A7-N1	54.14	5.80	4.20	1.60	0.0296	0.0100	0.012	0.0002	0.8	0.975	0.013
N1-N2	29.94	4.20	4.00	0.20	0.0067	0.0100	0.028	0.0003	0.8	0.975	0.029
A8-N2	61.33	5.40	4.00	1.40	0.0229	0.0100	0.012	0.0002	0.8	0.975	0.013
N2-N3	25.44	4.00	4.40	-0.40	-0.0158	0.0100	0.040	0.0005	0.8	0.975	0.042
A2-N3	149.34	4.40	4.40	0.00	0.0000	0.0100	0.014	0.0002	0.8	0.975	0.014
N3-N4	25.20	4.40	4.60	-0.20	-0.0080	0.0100	0.054	0.0006	0.8	0.975	0.056
A4-N5	179.84	5.20	4.80	0.40	0.0023	0.0100	0.025	0.0003	0.8	0.975	0.026
A5-N5	173.92	5.80	4.80	1.00	0.0058	0.0100	0.014	0.0002	0.8	0.975	0.014
N5-N4	24.81	4.80	4.60	0.20	0.0081	0.0100	0.039	0.0004	0.8	0.975	0.040
A3-N4	149.20	4.80	4.60	0.20	0.0014	0.0100	0.014	0.0002	0.8	0.975	0.014
N4-N6	32.71	4.60	3.60	1.00	0.0306	0.0100	0.106	0.0014	0.8	0.975	0.109
A6-N6	262.82	6.00	3.60	2.40	0.0092	0.0100	0.019	0.0003	0.8	0.975	0.020
N6-N7	124.20	3.60	3.40	0.20	0.0017	0.0100	0.124	0.0017	0.8	0.975	0.127
B1-N7	119.93	4.80	3.40	1.40	0.0117	0.0100	0.031	0.0004	0.8	0.975	0.032
N7-N8	22.90	3.40	2.60	0.80	0.0350	0.0100	0.153	0.0021	0.8	0.975	0.157
B2-N8	143.29	4.00	2.60	1.40	0.0098	0.0100	0.031	0.0004	0.8	0.975	0.032
N8-O6	306.17	2.60	3.40	-0.80	-0.0027	0.0100	0.213	0.0032	0.8	0.975	0.219
C4-O1	65.92	6.00	4.20	1.80	0.0274	0.0100	0.011	0.0001	0.8	0.975	0.012
C5-O1	67.73	5.00	4.20	0.80	0.0119	0.0100	0.017	0.0002	0.8	0.975	0.017
O1-O5	127.39	4.20	3.00	1.20	0.0095	0.0100	0.035	0.0004	0.8	0.975	0.037
C3-O2	89.66	5.60	4.00	1.60	0.0179	0.0100	0.013	0.0002	0.8	0.975	0.014
O2-O3	25.22	4.00	3.80	0.20	0.0080	0.0100	0.013	0.0002	0.8	0.975	0.014
C2-O3	89.06	5.20	3.80	1.40	0.0158	0.0100	0.013	0.0002	0.8	0.975	0.014
O3-O4	25.05	3.80	3.40	0.40	0.0160	0.0100	0.026	0.0003	0.8	0.975	0.027
C1-O4	88.94	4.60	3.40	1.20	0.0135	0.0100	0.021	0.0003	0.8	0.975	0.022

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Medan		$\Delta h$ Medan	Slope Medan	Slope Rencana	Q Peak Total (m <sup>3</sup> /dt)	Q Min (m <sup>3</sup> /dt)	d/D	Q Peak/Q Full	Q Full (m <sup>3</sup> /dt)
		Awal	Akhir								
O4-O5	55.61	3.20	3.00	0.20	0.0036	0.0100	0.047	0.0005	0.8	0.975	0.048
O5-O6	156.18	3.00	3.40	-0.40	-0.0026	0.0100	0.082	0.0010	0.8	0.975	0.084
O6-O7	82.60	3.40	2.80	0.60	0.0073	0.0100	0.318	0.0052	0.8	0.975	0.327
D1-P1	179.95	6.00	6.40	-0.40	-0.0023	0.0100	0.010	0.0001	0.8	0.975	0.011
D2-P1	149.72	5.80	6.40	-0.60	-0.0041	0.0100	0.012	0.0002	0.8	0.975	0.013
P1-P2	24.93	6.40	5.80	0.60	0.0241	0.0100	0.022	0.0003	0.8	0.975	0.023
D3-P2	149.85	6.00	5.80	0.20	0.0014	0.0100	0.012	0.0002	0.8	0.975	0.013
P2-P3	25.74	5.80	4.80	1.00	0.0389	0.0100	0.035	0.0004	0.8	0.975	0.036
D4-P3	150.44	6.00	4.80	1.20	0.0080	0.0100	0.012	0.0002	0.8	0.975	0.013
P3-P4	25.00	4.80	4.80	0.00	0.0000	0.0100	0.047	0.0005	0.8	0.975	0.049
D5-P4	187.12	6.20	4.80	1.40	0.0075	0.0100	0.025	0.0003	0.8	0.975	0.026
P4-P5	24.89	4.80	5.20	-0.40	-0.0161	0.0100	0.072	0.0009	0.8	0.975	0.075
D6-P5	149.89	4.80	5.20	-0.40	-0.0027	0.0100	0.027	0.0004	0.8	0.975	0.028
P5-P6	99.71	5.20	4.00	1.20	0.0121	0.0100	0.099	0.0013	0.8	0.975	0.102
D7-P6	200.45	4.40	4.00	0.40	0.0020	0.0100	0.025	0.0003	0.8	0.975	0.026
P6-Q1	109.30	4.00	3.40	0.60	0.0055	0.0100	0.123	0.0016	0.8	0.975	0.127
E21-Q1	130.79	3.60	3.40	0.20	0.0016	0.0100	0.016	0.0002	0.8	0.975	0.017
Q1-Q2	32.38	3.40	3.40	0.00	0.0000	0.0100	0.352	0.0049	0.8	0.975	0.361
E11-Q2	79.36	3.80	3.40	0.40	0.0051	0.0100	0.016	0.0002	0.8	0.975	0.017
Q2-Q3	24.65	3.40	3.40	0.00	0.0000	0.0100	0.352	0.0049	0.8	0.975	0.361
E10-Q3	82.44	4.00	3.40	0.60	0.0073	0.0100	0.010	0.0002	0.8	0.975	0.011
Q3-Q5	25.56	3.40	3.00	0.40	0.0157	0.0100	0.352	0.0049	0.8	0.975	0.361
E20-Q4	74.65	3.20	3.00	0.20	0.0027	0.0100	0.011	0.0002	0.8	0.975	0.012
Q4-Q5	3.63	3.00	3.00	0.00	0.0000	0.0100	0.011	0.0001	0.8	0.975	0.012
Q5-Q6	25.60	3.00	3.40	-0.40	-0.0157	0.0100	0.352	0.0049	0.8	0.975	0.361
E9-Q6	111.01	4.00	3.40	0.60	0.0055	0.0100	0.010	0.0002	0.8	0.975	0.011
Q6-Q7	21.85	3.40	3.60	-0.20	-0.0092	0.0100	0.352	0.0049	0.8	0.975	0.361

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Medan		$\Delta h$ Medan	Slope Medan	Slope Rencana	Q Peak Total (m <sup>3</sup> /dt)	Q Min (m <sup>3</sup> /dt)	d/D	Q Peak/Q Full	Q Full (m <sup>3</sup> /dt)
		Awal	Akhir								
E19-Q7	60.09	3.60	3.60	0.00	0.0000	0.0100	0.007	0.0001	0.8	0.975	0.008
Q7-Q8	2.40	3.20	3.60	-0.40	-0.1664	0.0100	0.352	0.0049	0.8	0.975	0.361
E8-Q8	113.62	4.20	3.60	0.60	0.0053	0.0100	0.010	0.0002	0.8	0.975	0.011
Q8-Q9	24.99	3.60	3.20	0.40	0.0161	0.0100	0.352	0.0049	0.8	0.975	0.361
E7-Q9	117.74	4.40	3.20	1.20	0.0102	0.0100	0.012	0.0002	0.8	0.975	0.013
Q9-Q10	21.44	3.20	2.00	1.20	0.0560	0.0100	0.352	0.0049	0.8	0.975	0.361
E12-Q11	37.15	4.20	3.00	1.20	0.0323	0.0100	0.004	0.0001	0.8	0.975	0.004
E13-Q11	42.60	3.60	3.00	0.60	0.0141	0.0100	0.004	0.0001	0.8	0.975	0.004
Q11-Q12	23.85	3.00	2.80	0.20	0.0084	0.0100	0.008	0.0001	0.8	0.975	0.008
E1-Q12	150.32	4.40	2.80	1.60	0.0107	0.0100	0.012	0.0002	0.8	0.975	0.013
Q12-Q13	10.74	2.80	2.60	0.20	0.0187	0.0100	0.020	0.0002	0.8	0.975	0.021
E2-Q13	142.07	5.00	2.60	2.40	0.0169	0.0100	0.009	0.0001	0.8	0.975	0.009
Q13-Q14	22.36	2.60	2.00	0.60	0.0269	0.0100	0.029	0.0003	0.8	0.975	0.031
E3-Q14	139.67	5.80	2.00	3.80	0.0273	0.0100	0.009	0.0001	0.8	0.975	0.009
Q14-Q15	25.34	2.00	2.20	-0.20	-0.0079	0.0100	0.038	0.0004	0.8	0.975	0.040
E4-Q15	136.93	5.20	2.20	3.00	0.0220	0.0100	0.009	0.0001	0.8	0.975	0.009
E15-Q21	33.31	3.60	3.20	0.40	0.0121	0.0100	0.006	0.0001	0.8	0.975	0.007
E16-Q21	51.80	3.20	3.20	0.00	0.0000	0.0100	0.006	0.0001	0.8	0.975	0.007
Q21-Q20	4.82	3.20	3.20	0.00	0.0000	0.0100	0.013	0.0001	0.8	0.975	0.014
E14-Q20	43.30	3.80	3.20	0.60	0.0139	0.0100	0.006	0.0001	0.8	0.975	0.007
Q20-Q15	24.46	3.20	2.20	1.00	0.0409	0.0100	0.019	0.0002	0.8	0.975	0.020
Q15-Q16	24.52	2.20	2.40	-0.20	-0.0082	0.0100	0.067	0.0007	0.8	0.975	0.069
E5-Q16	134.75	4.60	2.40	2.20	0.0164	0.0100	0.009	0.0001	0.8	0.975	0.009
Q16-Q17	22.93	2.40	2.40	0.00	0.0000	0.0100	0.075	0.0008	0.8	0.975	0.078
E17-Q17	52.46	3.00	2.40	0.60	0.0115	0.0100	0.007	0.0001	0.8	0.975	0.008
Q17-Q18	2.02	2.40	2.40	0.00	0.0000	0.0100	0.083	0.0009	0.8	0.975	0.086
E6-Q18	168.61	3.40	2.40	1.00	0.0060	0.0100	0.015	0.0002	0.8	0.975	0.016

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Medan		$\Delta h$ Medan	Slope Medan	Slope Rencana	Q Peak Total (m <sup>3</sup> /dt)	Q Min (m <sup>3</sup> /dt)	d/D	Q Peak/Q Full	Q Full (m <sup>3</sup> /dt)
		Awal	Akhir								
Q18-Q19	16.83	2.40	2.20	0.20	0.0119	0.0100	0.098	0.0011	0.8	0.975	0.101
E18-Q19	58.42	3.00	2.20	0.80	0.0137	0.0100	0.007	0.0001	0.8	0.975	0.008
Q19-Q10	31.11	2.20	2.00	0.20	0.0065	0.0100	0.105	0.0012	0.8	0.975	0.108
Q10-Q22	90.10	2.00	4.40	-2.40	-0.0267	0.0100	0.352	0.0049	0.8	0.975	0.361
E22-Q22	67.78	4.40	4.40	0.00	0.0000	0.0100	0.012	0.0002	0.8	0.975	0.013
Q22-R5	36.04	4.40	3.40	1.00	0.0278	0.0100	0.352	0.0049	0.8	0.975	0.361
F2-T1	102.92	3.60	3.60	0.00	0.0000	0.0100	0.012	0.0002	0.8	0.975	0.013
F3-T1	82.21	3.40	3.60	-0.20	-0.0025	0.0100	0.012	0.0002	0.8	0.975	0.013
T1-T3	39.29	3.60	3.80	-0.20	-0.0051	0.0100	0.024	0.0003	0.8	0.975	0.025
F4-T2	64.47	3.40	3.60	-0.20	-0.0032	0.0100	0.008	0.0001	0.8	0.975	0.009
F5-T2	83.08	3.20	3.60	-0.40	-0.0049	0.0100	0.009	0.0001	0.8	0.975	0.010
T2-T3	37.68	3.60	3.80	-0.20	-0.0054	0.0100	0.017	0.0002	0.8	0.975	0.018
T3-T4	169.83	3.80	2.60	1.20	0.0071	0.0100	0.041	0.0005	0.8	0.975	0.042
F6-T4	62.40	3.60	2.60	1.00	0.0161	0.0100	0.008	0.0001	0.8	0.975	0.009
T4-T5	16.30	2.60	3.00	-0.40	-0.0246	0.0100	0.049	0.0006	0.8	0.975	0.051
F7-T5	62.89	4.00	3.00	1.00	0.0160	0.0100	0.008	0.0001	0.8	0.975	0.009
T5-T6	19.32	3.00	3.20	-0.20	-0.0104	0.0100	0.057	0.0007	0.8	0.975	0.059
F8-T7	99.75	4.20	3.40	0.80	0.0081	0.0100	0.020	0.0003	0.8	0.975	0.021
T7-T6	17.07	3.40	3.20	0.20	0.0118	0.0100	0.056	0.0009	0.8	0.975	0.058
T6-T8	44.52	3.20	1.00	2.20	0.0495	0.0100	0.211	0.0034	0.8	0.975	0.216
F9-T8	209.46	3.00	1.00	2.00	0.0096	0.0100	0.013	0.0002	0.8	0.975	0.014
T8-T9	19.57	1.00	1.00	0.00	0.0000	0.0100	0.245	0.0040	0.8	0.975	0.252
F10-T9	240.48	2.60	1.00	1.60	0.0067	0.0100	0.013	0.0002	0.8	0.975	0.014
T9-T10	17.66	1.00	1.00	0.00	0.0000	0.0100	0.278	0.0046	0.8	0.975	0.286
F11-T10	170.31	3.20	1.00	2.20	0.0130	0.0100	0.013	0.0002	0.8	0.975	0.014
T10-T11	22.16	1.00	1.00	0.00	0.0000	0.0100	0.310	0.0052	0.8	0.975	0.318
F1-O7	188.83	3.60	2.80	0.80	0.0043	0.0100	0.016	0.0002	0.8	0.975	0.017



No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Medan		$\Delta h$ Medan	Slope Medan	Slope Rencana	Q Peak Total (m <sup>3</sup> /dt)	Q Min (m <sup>3</sup> /dt)	d/D	Q Peak/Q Full	Q Full (m <sup>3</sup> /dt)
		Awal	Akhir								
O7-T11	265.03	2.80	1.00	1.80	0.0068	0.0100	0.403	0.0078	0.8	0.975	0.413
T11-U4	26.76	1.00	1.00	0.00	0.0000	0.0100	0.536	0.0128	0.8	0.975	0.550
G3-U1	93.50	2.80	3.00	-0.20	-0.0022	0.0100	0.331	0.0001	0.8	0.975	0.340
G4-U1	128.20	3.20	3.00	0.20	0.0016	0.0100	0.331	0.0003	0.8	0.975	0.340
U1-U2	16.28	3.00	3.20	-0.20	-0.0123	0.0100	0.024	0.0003	0.8	0.975	0.025
G2-U2	93.61	3.40	3.20	0.20	0.0022	0.0100	0.331	0.0001	0.8	0.975	0.340
U2-U3	18.58	3.20	3.60	-0.40	-0.0216	0.0100	0.031	0.0004	0.8	0.975	0.033
G1-U3	89.82	3.60	3.60	0.00	0.0000	0.0100	0.331	0.0001	0.8	0.975	0.340
U3-U4	162.00	3.60	1.00	2.60	0.0161	0.0100	0.038	0.0004	0.8	0.975	0.040
U4-U5	19.64	1.00	1.00	0.00	0.0000	0.0100	0.557	0.0146	0.8	0.975	0.572
G9-U5	39.39	1.80	1.00	0.80	0.0204	0.0100	0.331	0.0001	0.8	0.975	0.340
U5-U6	16.12	1.00	1.00	0.00	0.0000	0.0100	0.561	0.0148	0.8	0.975	0.576
G6-U9	43.13	2.40	2.20	0.20	0.0047	0.0100	0.331	0.0001	0.8	0.975	0.340
G5-U11	79.59	3.80	3.60	0.20	0.0026	0.0100	0.331	0.0006	0.8	0.975	0.340
H1-U11	117.53	4.00	3.60	0.40	0.0035	0.0100	0.331	0.0008	0.8	0.975	0.340
U11-U10	122.29	3.60	2.40	1.20	0.0099	0.0100	0.087	0.0011	0.8	0.975	0.090
U10-U9	15.75	2.40	2.20	0.20	0.0128	0.0100	0.127	0.0017	0.8	0.975	0.131
U9-U8	16.61	2.20	1.40	0.80	0.0482	0.0100	0.134	0.0018	0.8	0.975	0.138
G7-U8	37.91	2.20	1.40	0.80	0.0212	0.0100	0.331	0.0001	0.8	0.975	0.340
U8-U7	16.51	1.40	1.20	0.20	0.0122	0.0100	0.140	0.0019	0.8	0.975	0.145
G8-U7	40.66	2.00	1.20	0.80	0.0197	0.0100	0.331	0.0001	0.8	0.975	0.340
U7-U6	2.54	1.20	1.00	0.20	0.0789	0.0100	0.147	0.0020	0.8	0.975	0.151
U6-U13	66.97	1.00	3.00	-2.00	-0.0299	0.0100	0.643	0.0172	0.8	0.975	0.660
G10-U12	50.75	1.60	3.20	-1.60	-0.0316	0.0100	0.331	0.0001	0.8	0.975	0.340
G11-U12	19.35	3.00	3.20	-0.20	-0.0104	0.0100	0.331	0.0001	0.8	0.975	0.340
U12-U13	20.67	3.20	3.00	0.20	0.0097	0.0100	0.014	0.0002	0.8	0.975	0.015
U13-U14	23.60	3.00	2.60	0.40	0.0170	0.0100	0.651	0.0175	0.8	0.975	0.668

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Medan		$\Delta h$ Medan	Slope Medan	Slope Rencana	Q Peak Total (m <sup>3</sup> /dt)	Q Min (m <sup>3</sup> /dt)	d/D	Q Peak/Q Full	Q Full (m <sup>3</sup> /dt)
		Awal	Akhir								
G12-U14	81.01	1.80	2.60	-0.80	-0.0099	0.0100	0.331	0.0004	0.8	0.975	0.340
U14-U22	62.45	2.60	2.40	0.20	0.0033	0.0120	0.665	0.0180	0.8	0.975	0.683
U22-U23	19.00	2.40	2.00	0.40	0.0211	0.0120	0.682	0.0188	0.8	0.975	0.700
G13-U23	138.35	1.80	2.00	-0.20	-0.0015	0.0100	0.331	0.0003	0.8	0.975	0.340
U23-U24	16.48	2.00	1.80	0.20	0.0122	0.0120	0.692	0.0192	0.8	0.975	0.710
H2-U15	44.46	4.40	3.80	0.60	0.0135	0.0100	0.007	0.0001	0.8	0.975	0.007
H3-U15	37.55	5.20	3.80	1.40	0.0373	0.0100	0.007	0.0001	0.8	0.975	0.007
U15-U16	18.67	3.80	3.40	0.40	0.0215	0.0100	0.014	0.0002	0.8	0.975	0.015
H4-U16	40.18	5.00	3.40	1.60	0.0399	0.0100	0.007	0.0001	0.8	0.975	0.007
U16-U17	22.89	3.40	2.80	0.60	0.0263	0.0100	0.021	0.0002	0.8	0.975	0.022
H5-U17	41.09	3.20	2.80	0.40	0.0098	0.0100	0.020	0.0003	0.8	0.975	0.021
U17-U10	147.07	2.80	2.40	0.40	0.0028	0.0100	0.042	0.0005	0.8	0.975	0.043
H10-U18	56.87	2.40	2.20	0.20	0.0036	0.0100	0.010	0.0002	0.8	0.975	0.011
H11-U18	77.78	2.20	2.20	0.00	0.0000	0.0100	0.010	0.0002	0.8	0.975	0.011
U18-U19	15.96	2.20	2.20	0.00	0.0000	0.0100	0.021	0.0002	0.8	0.975	0.022
H9-U19	58.11	2.60	2.20	0.40	0.0069	0.0100	0.010	0.0002	0.8	0.975	0.011
U19-U22	56.39	2.20	2.40	-0.20	-0.0036	0.0100	0.031	0.0004	0.8	0.975	0.033
H7-U20	39.38	2.80	2.20	0.60	0.0153	0.0100	0.007	0.0001	0.8	0.975	0.007
H8-U20	56.53	2.60	2.20	0.40	0.0071	0.0100	0.007	0.0001	0.8	0.975	0.007
U20-U21	20.85	2.20	1.60	0.60	0.0288	0.0100	0.014	0.0002	0.8	0.975	0.015
H6-U21	108.59	2.20	1.60	0.60	0.0056	0.0100	0.050	0.0008	0.8	0.975	0.051
U21-U24	49.20	1.60	1.80	-0.20	-0.0041	0.0100	0.066	0.0008	0.8	0.975	0.068
U24-U25	19.95	1.80	1.40	0.40	0.0201	0.0120	0.728	0.0207	0.8	0.975	0.747
U25-W7	159.51	1.40	2.00	-0.60	-0.0038	0.0100	0.535	0.0152	0.8	0.975	0.549
I6-V1	64.78	1.80	2.20	-0.40	-0.0062	0.0100	0.007	0.0001	0.8	0.975	0.008
I7-V1	79.23	2.20	2.20	0.00	0.0000	0.0100	0.007	0.0001	0.8	0.975	0.008
V1-V2	78.53	2.20	1.80	0.40	0.0051	0.0100	0.014	0.0002	0.8	0.975	0.015

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Medan		$\Delta h$ Medan	Slope Medan	Slope Rencana	Q Peak Total (m <sup>3</sup> /dt)	Q Min (m <sup>3</sup> /dt)	d/D	Q Peak/Q Full	Q Full (m <sup>3</sup> /dt)
		Awal	Akhir								
I8-V2	27.68	2.00	1.80	0.20	0.0073	0.0100	0.012	0.0002	0.8	0.975	0.013
V2-V3	66.32	1.80	1.40	0.40	0.0061	0.0100	0.027	0.0003	0.8	0.975	0.028
I18-V3	167.04	1.40	1.40	0.00	0.0000	0.0100	0.012	0.0002	0.8	0.975	0.013
V3-V4	25.88	1.40	1.60	-0.20	-0.0078	0.0100	0.039	0.0004	0.8	0.975	0.040
I17-V4	102.02	1.40	1.60	-0.20	-0.0020	0.0100	0.009	0.0001	0.8	0.975	0.010
V4-V5	11.23	1.60	1.20	0.40	0.0357	0.0100	0.048	0.0006	0.8	0.975	0.050
I16-V5	80.97	1.60	1.20	0.40	0.0050	0.0100	0.009	0.0001	0.8	0.975	0.010
V5-V6	8.53	1.20	1.40	-0.20	-0.0235	0.0100	0.058	0.0007	0.8	0.975	0.060
I9-V6	82.93	1.20	1.40	-0.20	-0.0025	0.0100	0.011	0.0002	0.8	0.975	0.011
V6-V9	48.62	1.40	1.20	0.20	0.0042	0.0100	0.069	0.0008	0.8	0.975	0.071
I14-V7	94.13	2.20	2.00	0.20	0.0022	0.0100	0.009	0.0001	0.8	0.975	0.010
I15-V7	68.58	2.20	2.00	0.20	0.0030	0.0100	0.009	0.0001	0.8	0.975	0.010
V7-V8	17.47	2.00	1.60	0.40	0.0229	0.0100	0.019	0.0002	0.8	0.975	0.020
I13-V8	78.67	2.80	1.60	1.20	0.0153	0.0100	0.014	0.0002	0.8	0.975	0.015
V8-V9	20.64	1.60	1.20	0.40	0.0194	0.0100	0.034	0.0004	0.8	0.975	0.035
V9-V10	75.68	1.20	1.40	-0.20	-0.0027	0.0100	0.102	0.0013	0.8	0.975	0.105
I10-V10	82.91	1.00	1.40	-0.40	-0.0049	0.0100	0.011	0.0002	0.8	0.975	0.011
V10-V11	25.59	1.40	1.40	0.00	0.0000	0.0100	0.113	0.0015	0.8	0.975	0.116
I11-V17	29.01	2.22	1.80	0.42	0.0145	0.0100	0.012	0.0002	0.8	0.975	0.013
I12-V17	163.73	1.60	1.80	-0.20	-0.0013	0.0100	0.012	0.0002	0.8	0.975	0.013
V17-V11	8.60	1.80	1.40	0.40	0.0466	0.0100	0.024	0.0003	0.8	0.975	0.025
V11-V13	45.61	1.40	0.20	1.20	0.0264	0.0100	0.136	0.0018	0.8	0.975	0.140
I4-V12	75.98	1.80	0.20	1.60	0.0211	0.0100	0.012	0.0002	0.8	0.975	0.013
I5-V12	125.08	1.60	0.20	1.40	0.0112	0.0100	0.012	0.0002	0.8	0.975	0.013
V12-V13	22.68	0.20	0.20	0.00	0.0000	0.0100	0.024	0.0003	0.8	0.975	0.025
V13-V14	85.70	0.20	1.60	-1.40	-0.0164	0.0100	0.158	0.0022	0.8	0.975	0.163
I3-V14	77.18	1.60	1.60	0.00	0.0000	0.0100	0.026	0.0004	0.8	0.975	0.027

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Medan		$\Delta h$ Medan	Slope Medan	Slope Rencana	Q Peak Total (m <sup>3</sup> /dt)	Q Min (m <sup>3</sup> /dt)	d/D	Q Peak/Q Full	Q Full (m <sup>3</sup> /dt)
		Awal	Akhir								
V14-V15	23.81	1.60	1.00	0.60	0.0252	0.0100	0.184	0.0027	0.8	0.975	0.189
I2-V15	110.53	2.00	1.00	1.00	0.0091	0.0100	0.021	0.0003	0.8	0.975	0.022
V15-V16	176.62	1.00	1.60	-0.60	-0.0034	0.0100	0.204	0.0030	0.8	0.975	0.210
I1-V16	116.51	2.40	1.60	0.80	0.0069	0.0100	0.031	0.0005	0.8	0.975	0.032
V16-T7	102.58	1.60	3.40	-1.80	-0.0176	0.0100	0.235	0.0036	0.8	0.975	0.241
K1-W3	89.04	2.00	2.20	-0.20	-0.0023	0.0100	0.023	0.0004	0.8	0.975	0.025
K2-W3	71.42	2.00	2.20	-0.20	-0.0029	0.0100	0.013	0.0002	0.8	0.975	0.014
W3-W4	17.91	2.20	2.40	-0.20	-0.0112	0.0100	0.039	0.0004	0.8	0.975	0.040
K3-W4	81.15	1.80	2.40	-0.60	-0.0074	0.0100	0.013	0.0002	0.8	0.975	0.014
W4-W5	26.69	2.40	2.00	0.40	0.0150	0.0100	0.053	0.0006	0.8	0.975	0.055
K4-W5	107.57	1.40	2.00	-0.60	-0.0056	0.0100	0.013	0.0002	0.8	0.975	0.014
W5-U25	117.71	2.00	1.40	0.60	0.0051	0.0100	0.067	0.0008	0.8	0.975	0.070
J2-W1	70.04	2.00	3.60	-1.60	-0.0229	0.0100	0.013	0.0002	0.8	0.975	0.014
J3-W1	22.65	3.40	3.60	-0.20	-0.0089	0.0100	0.017	0.0003	0.8	0.975	0.018
W1-W2	23.55	3.60	2.80	0.80	0.0340	0.0100	0.032	0.0004	0.8	0.975	0.033
J1-W2	68.10	2.00	2.80	-0.80	-0.0118	0.0100	0.013	0.0002	0.8	0.975	0.014
W2-W8	23.95	2.80	1.80	1.00	0.0418	0.0100	0.046	0.0005	0.8	0.975	0.048
J4-W9	141.68	1.00	1.00	0.00	0.0000	0.0100	0.020	0.0003	0.8	0.975	0.021
J5-W9	135.86	1.00	1.00	0.00	0.0000	0.0100	0.013	0.0002	0.8	0.975	0.014
J6-W9	132.35	1.40	1.00	0.40	0.0031	0.0100	0.020	0.0003	0.8	0.975	0.021
W9-W8	184.79	1.00	1.80	-0.80	-0.0044	0.0100	0.057	0.0007	0.8	0.975	0.059
W8-W7	10.72	1.80	2.00	-0.20	-0.0187	0.0100	0.102	0.0013	0.8	0.975	0.105
W7-W6	38.44	2.00	1.40	0.60	0.0157	0.0100	0.588	0.0172	0.8	0.975	0.603
K5-W6	128.58	0.00	1.40	-1.40	-0.0109	0.0100	0.023	0.0004	0.8	0.975	0.025
W6-W15	15.40	1.40	1.40	0.00	0.0000	0.0100	0.600	0.0176	0.8	0.975	0.616
K6-W15	55.32	0.80	1.40	-0.60	-0.0109	0.0100	0.013	0.0002	0.8	0.975	0.014
W15-W14	141.76	1.40	0.20	1.20	0.0085	0.0100	0.608	0.0179	0.8	0.975	0.624

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Medan		$\Delta h$ Medan	Slope Medan	Slope Rencana	Q Peak Total (m <sup>3</sup> /dt)	Q Min (m <sup>3</sup> /dt)	d/D	Q Peak/Q Full	Q Full (m <sup>3</sup> /dt)
		Awal	Akhir								
K7-W10	58.65	1.80	1.80	0.00	0.0000	0.0100	0.027	0.0004	0.8	0.975	0.028
K8-W10	58.05	1.80	1.80	0.00	0.0000	0.0100	0.027	0.0004	0.8	0.975	0.028
W10-W12	75.27	1.80	1.80	0.00	0.0000	0.0100	0.057	0.0007	0.8	0.975	0.059
K9-W11	23.44	1.40	0.60	0.80	0.0342	0.0100	0.033	0.0006	0.8	0.975	0.035
K10-W11	204.13	1.40	0.60	0.80	0.0040	0.0100	0.050	0.0008	0.8	0.975	0.052
W11-W12	112.07	0.60	1.80	-1.20	-0.0108	0.0100	0.088	0.0011	0.8	0.975	0.091
W12-W13	75.29	1.80	0.80	1.00	0.0133	0.0100	0.143	0.0020	0.8	0.975	0.147
W13-W14	150.35	0.80	0.20	0.60	0.0040	0.0100	0.143	0.0020	0.8	0.975	0.147
W14-S18	166.87	0.20	1.60	-1.40	-0.0084	0.0120	0.679	0.0207	0.8	0.975	0.697
L8-R1	20.05	3.60	4.20	-0.60	-0.0300	0.0100	0.005	0.0001	0.8	0.975	0.006
L9-R1	47.29	3.00	4.20	-1.20	-0.0254	0.0100	0.005	0.0001	0.8	0.975	0.006
R1-R2	46.04	4.20	4.60	-0.40	-0.0087	0.0100	0.010	0.0001	0.8	0.975	0.011
L10-R2	36.32	4.00	4.60	-0.60	-0.0166	0.0100	0.010	0.0002	0.8	0.975	0.011
R2-R3	29.50	4.60	3.40	1.20	0.0407	0.0100	0.020	0.0002	0.8	0.975	0.021
L11-R3	38.66	2.80	3.40	-0.60	-0.0156	0.0100	0.010	0.0002	0.8	0.975	0.011
R3-R4	19.54	3.40	3.00	0.40	0.0205	0.0100	0.031	0.0003	0.8	0.975	0.032
L12-R4	32.79	2.80	3.00	-0.20	-0.0061	0.0100	0.010	0.0002	0.8	0.975	0.011
R4-R5	44.20	3.00	3.40	-0.40	-0.0091	0.0100	0.041	0.0005	0.8	0.975	0.042
R5-R6	72.14	3.40	3.20	0.20	0.0028	0.0100	0.352	0.0061	0.8	0.975	0.361
L1-R6	111.23	4.20	3.20	1.00	0.0090	0.0100	0.042	0.0006	0.8	0.975	0.044
R6-R8	5.39	3.20	3.20	0.00	0.0000	0.0100	0.361	0.0064	0.8	0.975	0.371
L3-R7	54.61	1.80	2.40	-0.60	-0.0110	0.0100	0.027	0.0004	0.8	0.975	0.028
L4-R7	62.26	2.00	2.40	-0.40	-0.0065	0.0100	0.030	0.0005	0.8	0.975	0.031
R7-R8	122.77	2.40	3.20	-0.80	-0.0066	0.0100	0.019	0.0003	0.8	0.975	0.020
R8-R9	12.04	3.20	3.20	0.00	0.0000	0.0100	0.373	0.0068	0.8	0.975	0.383
L5-R9	185.94	2.20	3.20	-1.00	-0.0054	0.0100	0.035	0.0005	0.8	0.975	0.036
R9-R10	23.31	3.20	3.20	0.00	0.0000	0.0100	0.381	0.0070	0.8	0.975	0.391

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Medan		$\Delta h$ Medan	Slope Medan	Slope Rencana	Q Peak Total (m <sup>3</sup> /dt)	Q Min (m <sup>3</sup> /dt)	d/D	Q Peak/Q Full	Q Full (m <sup>3</sup> /dt)
		Awal	Akhir								
L6-R10	190.21	2.60	3.20	-0.60	-0.0032	0.0100	0.035	0.0005	0.8	0.975	0.036
R10-R11	4.50	3.20	3.40	-0.20	-0.0444	0.0100	0.388	0.0072	0.8	0.975	0.398
L2-R11	58.42	4.80	3.40	1.40	0.0240	0.0100	0.037	0.0006	0.8	0.975	0.039
R11-R12	18.50	3.40	3.20	0.20	0.0109	0.0100	0.395	0.0075	0.8	0.975	0.406
L7-R12	195.86	2.60	3.20	-0.60	-0.0031	0.0100	0.042	0.0006	0.8	0.975	0.044
R12-S1	29.38	3.20	3.00	0.20	0.0069	0.0100	0.403	0.0078	0.8	0.975	0.414
M1-S1	64.42	3.00	3.00	0.00	0.0000	0.0100	0.019	0.0001	0.8	0.975	0.020
S1-S2	21.95	3.00	2.80	0.20	0.0092	0.0100	0.415	0.0082	0.8	0.975	0.426
M2-S2	70.97	2.60	2.80	-0.20	-0.0029	0.0100	0.019	0.0001	0.8	0.975	0.020
S2-S3	22.75	2.80	2.40	0.40	0.0176	0.0100	0.425	0.0086	0.8	0.975	0.437
M3-S3	68.21	2.20	2.40	-0.20	-0.0030	0.0100	0.019	0.0001	0.8	0.975	0.020
S3-S4	16.49	2.40	2.20	0.20	0.0122	0.0100	0.435	0.0091	0.8	0.975	0.447
M18-S4	78.39	3.00	2.20	0.80	0.0103	0.0100	0.011	0.0000	0.8	0.975	0.012
S4-S5	7.32	2.20	2.00	0.20	0.0274	0.0100	0.441	0.0094	0.8	0.975	0.453
M4-S5	82.19	2.00	2.00	0.00	0.0000	0.0100	0.019	0.0001	0.8	0.975	0.020
S5-S6	4.59	2.00	2.00	0.00	0.0000	0.0100	0.450	0.0098	0.8	0.975	0.462
M19-S6	32.15	2.00	2.00	0.00	0.0000	0.0100	0.008	0.0000	0.8	0.975	0.008
S6-S7	18.55	2.00	1.40	0.60	0.0324	0.0100	0.454	0.0100	0.8	0.975	0.467
M5-S7	44.49	1.50	1.40	0.10	0.0023	0.0100	0.015	0.0000	0.8	0.975	0.016
S7-S8	21.69	1.40	1.20	0.20	0.0093	0.0100	0.466	0.0103	0.8	0.975	0.478
M17-S8	163.16	3.40	1.20	2.20	0.0135	0.0100	0.015	0.0000	0.8	0.975	0.016
S8-S28	25.24	1.20	1.80	-0.60	-0.0238	0.0100	0.476	0.0107	0.8	0.975	0.489
M12-S9	43.60	2.00	1.80	0.20	0.0046	0.0100	0.011	0.0000	0.8	0.975	0.012
M13-S9	23.70	2.20	1.80	0.40	0.0169	0.0100	0.008	0.0000	0.8	0.975	0.008
S9-S10	62.00	1.80	1.80	0.00	0.0000	0.0100	0.021	0.0002	0.8	0.975	0.022
M20-S10	127.32	1.80	1.80	0.00	0.0000	0.0100	0.015	0.0000	0.8	0.975	0.016
S10-S11	12.76	1.80	1.80	0.00	0.0000	0.0100	0.039	0.0004	0.8	0.975	0.040

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Medan		$\Delta h$ Medan	Slope Medan	Slope Rencana	Q Peak Total (m <sup>3</sup> /dt)	Q Min (m <sup>3</sup> /dt)	d/D	Q Peak/Q Full	Q Full (m <sup>3</sup> /dt)
		Awal	Akhir								
M14-S11	54.20	2.80	1.80	1.00	0.0185	0.0100	0.015	0.0000	0.8	0.975	0.016
S11-S13	74.03	1.80	1.80	0.00	0.0000	0.0100	0.056	0.0007	0.8	0.975	0.058
M21-S13	177.00	1.80	1.80	0.00	0.0000	0.0100	0.029	0.0001	0.8	0.975	0.030
S13-S12	8.58	1.80	1.80	0.00	0.0000	0.0100	0.088	0.0011	0.8	0.975	0.091
M15-S12	101.71	3.40	1.80	1.60	0.0158	0.0100	0.011	0.0000	0.8	0.975	0.012
S12-S14	22.69	1.80	1.80	0.00	0.0000	0.0100	0.100	0.0013	0.8	0.975	0.103
M16-S14	107.96		1.80	-1.80	-0.0167	0.0100	0.019	0.0001	0.8	0.975	0.020
S14-S15	66.50	1.80	1.40	0.40	0.0061	0.0100	0.121	0.0016	0.8	0.975	0.125
S15-S16	58.71	1.40	1.80	-0.40	-0.0069	0.0100	0.121	0.0016	0.8	0.975	0.125
M7-S26	61.30	1.80	1.20	0.60	0.0098	0.0100	0.015	0.0000	0.8	0.975	0.016
M8-S26	46.25	1.80	1.20	0.60	0.0130	0.0100	0.015	0.0000	0.8	0.975	0.016
S26-S27	25.57	1.20	1.40	-0.20	-0.0079	0.0100	0.034	0.0004	0.8	0.975	0.036
M6-S27	25.05	1.20	1.40	-0.20	-0.0080	0.0100	0.011	0.0000	0.8	0.975	0.012
M9-S27	32.35	1.20	1.40	-0.20	-0.0062	0.0100	0.011	0.0000	0.8	0.975	0.012
S27-S28	23.10	1.40	1.80	-0.40	-0.0174	0.0100	0.060	0.0007	0.8	0.975	0.062
S28-S29	38.61	1.80	1.80	0.00	0.0000	0.0100	0.513	0.0120	0.8	0.975	0.527
M10-S29	68.63	1.20	1.80	-0.60	-0.0088	0.0100	0.011	0.0000	0.8	0.975	0.012
S29-S30	13.68	1.80	1.60	0.20	0.0147	0.0100	0.520	0.0122	0.8	0.975	0.534
M11-S30	27.00	1.20	1.60	-0.40	-0.0149	0.0100	0.006	0.0000	0.8	0.975	0.006
S30-S16	39.22	1.60	1.80	-0.20	-0.0051	0.0100	0.524	0.0124	0.8	0.975	0.538
S16-S17	25.31	1.80	1.80	0.00	0.0000	0.0100	0.589	0.0151	0.8	0.975	0.605
M26-S17	59.43	2.40	1.80	0.60	0.0101	0.0100	0.008	0.0000	0.8	0.975	0.008
S17-S18	19.93	1.80	1.60	0.20	0.0101	0.0100	0.594	0.0153	0.8	0.975	0.610
S18-S25	47.96	1.60	1.20	0.40	0.0084	0.0200	1.246	0.0507	0.8	0.975	1.279
M23-S19	66.74	1.80	1.60	0.20	0.0030	0.0100	0.008	0.0000	0.8	0.975	0.008
M24-S19	28.53	1.80	1.60	0.20	0.0071	0.0100	0.006	0.0000	0.8	0.975	0.006
S19-S20	18.33	1.60	1.80	-0.20	-0.0110	0.0100	0.015	0.0002	0.8	0.975	0.016

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Medan		$\Delta h$ Medan	Slope Medan	Slope Rencana	Q Peak Total (m <sup>3</sup> /dt)	Q Min (m <sup>3</sup> /dt)	d/D	Q Peak/Q Full	Q Full (m <sup>3</sup> /dt)
		Awal	Akhir								
M25-S20	50.43	1.80	1.80	0.00	0.0000	0.0100	0.011	0.0000	0.8	0.975	0.012
S20-S21	14.87	1.80	1.80	0.00	0.0000	0.0100	0.028	0.0003	0.8	0.975	0.029
M22-S21	102.57	1.00	1.80	-0.80	-0.0078	0.0100	0.015	0.0000	0.8	0.975	0.016
S21-S22	54.03	1.80	1.40	0.40	0.0075	0.0100	0.045	0.0005	0.8	0.975	0.047
M27-S22	86.20	2.40	1.40	1.00	0.0117	0.0100	0.010	0.0000	0.8	0.975	0.010
S22-S23	22.37	1.40	1.40	0.00	0.0000	0.0100	0.056	0.0007	0.8	0.975	0.058
M28-S23	95.00	1.40	1.40	0.00	0.0000	0.0100	0.010	0.0000	0.8	0.975	0.010
S23-S24	20.53	1.40	1.20	0.20	0.0098	0.0100	0.067	0.0008	0.8	0.975	0.069
M29-S24	82.43	2.00	1.20	0.80	0.0098	0.0100	0.010	0.0000	0.8	0.975	0.010
S24-S25	65.70	1.20	1.20	0.00	0.0000	0.0100	0.077	0.0009	0.8	0.975	0.080
S25-IPAL	5.94	1.20	1.00	0.20	0.0337	0.0205	1.277	0.0528	0.8	0.975	1.311

No Saluran	n	D Hitung		D Apply		V Full (m/dt)	V Min Check (m/dt)	d Min (mm)	Q Full Check (m <sup>3</sup> /dt)
		(m)	(mm)	ID (mm)	ND (mm)				
A1-N1	0.013	0.16	160	141.00	160	1.03	0.629	30.32	0.017
A7-N1	0.013	0.15	150	123.40	140	1.09	0.680	27.15	0.014
N1-N2	0.013	0.20	200	176.20	200	1.19	0.720	37.00	0.030
A8-N2	0.013	0.15	150	123.40	140	1.09	0.680	27.15	0.014
N2-N3	0.013	0.22	220	220.40	250	1.11	0.680	47.39	0.043
A2-N3	0.013	0.15	150	123.40	140	1.18	0.740	27.15	0.015
N3-N4	0.013	0.25	250	246.80	280	1.18	0.720	53.06	0.057
A4-N5	0.013	0.19	190	176.20	200	1.07	0.670	38.76	0.027
A5-N5	0.013	0.15	150	123.40	140	1.18	0.740	27.15	0.015
N5-N4	0.013	0.22	220	220.40	250	1.05	0.630	46.28	0.041
A3-N4	0.013	0.15	150	123.40	140	1.18	0.740	27.15	0.015
N4-N6	0.013	0.32	320	352.60	400	1.12	0.700	77.57	0.110
A6-N6	0.013	0.17	170	158.60	180	1.02	0.640	34.89	0.021



No Saluran	n	D Hitung		D Apply		V Full (m/dt)	V Min Check (m/dt)	d Min (mm)	Q Full Check (m <sup>3</sup> /dt)
		(m)	(mm)	ID (mm)	ND (mm)				
N6-N7	0.013	0.34	340	396.60	450	1.03	0.640	87.25	0.128
B1-N7	0.013	0.20	200	176.20	200	1.32	0.820	38.76	0.033
N7-N8	0.013	0.36	360	396.60	450	1.28	0.800	87.25	0.159
B2-N8	0.013	0.20	200	176.20	200	1.32	0.820	38.76	0.033
N8-O6	0.013	0.41	410	493.60	560	1.15	0.730	113.53	0.221
C4-O1	0.013	0.14	140	123.40	140	1.01	0.610	25.91	0.013
C5-O1	0.013	0.16	160	141.00	160	1.09	0.670	30.32	0.018
O1-O5	0.013	0.21	210	198.20	225	1.20	0.740	42.61	0.038
C3-O2	0.013	0.15	150	123.40	140	1.18	0.720	26.53	0.015
O2-O3	0.013	0.15	150	123.40	140	1.18	0.740	27.15	0.015
C2-O3	0.013	0.15	150	123.40	140	1.18	0.720	26.53	0.015
O3-O4	0.013	0.19	190	176.20	200	1.11	0.680	37.88	0.028
C1-O4	0.013	0.18	180	158.60	180	1.12	0.690	34.10	0.023
O4-O5	0.013	0.24	240	220.40	250	1.26	0.770	47.39	0.049
O5-O6	0.013	0.29	290	312.80	355	1.10	0.680	67.25	0.085
O6-O7	0.013	0.48	480	625.80	710	1.07	0.680	143.93	0.330
D1-P1	0.013	0.14	140	110.20	125	1.16	0.710	23.69	0.012
D2-P1	0.013	0.15	150	123.40	140	1.09	0.670	26.53	0.014
P1-P2	0.013	0.18	180	158.60	180	1.17	0.730	34.89	0.024
D3-P2	0.013	0.15	150	123.40	140	1.09	0.670	26.53	0.014
P2-P3	0.013	0.21	210	176.20	200	1.48	0.910	37.88	0.037
D4-P3	0.013	0.15	150	123.40	140	1.09	0.670	26.53	0.014
P3-P4	0.013	0.24	240	220.40	250	1.29	0.780	46.28	0.050
D5-P4	0.013	0.19	190	176.20	200	1.07	0.660	37.88	0.027
P4-P5	0.013	0.28	280	277.60	315	1.24	0.760	59.68	0.076
D6-P5	0.013	0.19	190	176.20	200	1.15	0.720	38.76	0.029
P5-P6	0.013	0.31	310	352.60	400	1.05	0.660	77.57	0.103

No Saluran	n	D Hitung		D Apply		V Full (m/dt)	V Min Check (m/dt)	d Min (mm)	Q Full Check (m <sup>3</sup> /dt)
		(m)	(mm)	ID (mm)	ND (mm)				
D7-P6	0.013	0.19	190	176.20	200	1.07	0.660	37.88	0.027
P6-Q1	0.013	0.34	340	396.60	450	1.03	0.640	87.25	0.128
E21-Q1	0.013	0.16	160	141.00	160	1.09	0.680	31.02	0.018
Q1-Q2	0.013	0.50	500	625.80	710	1.18	0.740	137.68	0.363
E11-Q2	0.013	0.16	160	141.00	160	1.09	0.680	31.02	0.018
Q2-Q3	0.013	0.50	500	625.80	710	1.18	0.740	137.68	0.363
E10-Q3	0.013	0.14	140	110.20	125	1.16	0.720	24.24	0.012
Q3-Q5	0.013	0.50	500	625.80	710	1.18	0.740	137.68	0.363
E20-Q4	0.013	0.14	140	123.40	140	1.01	0.630	27.15	0.013
Q4-Q5	0.013	0.14	140	123.40	140	1.01	0.610	25.91	0.013
Q5-Q6	0.013	0.50	500	625.80	710	1.18	0.740	137.68	0.363
E9-Q6	0.013	0.14	140	110.20	125	1.16	0.720	24.24	0.012
Q6-Q7	0.013	0.50	500	625.80	710	1.18	0.740	137.68	0.363
E19-Q7	0.013	0.12	120	110.20	125	0.84	0.530	24.24	0.009
Q7-Q8	0.013	0.50	500	625.80	710	1.18	0.740	137.68	0.363
E8-Q8	0.013	0.14	140	110.20	125	1.16	0.720	24.24	0.012
Q8-Q9	0.013	0.50	500	625.80	710	1.18	0.740	137.68	0.363
E7-Q9	0.013	0.15	150	123.40	140	1.09	0.680	27.15	0.014
Q9-Q10	0.013	0.50	500	625.80	710	1.18	0.740	137.68	0.363
E12-Q11	0.013	0.10	100	110.20	125	0.42	0.260	23.69	0.005
E13-Q11	0.013	0.10	100	110.20	125	0.42	0.260	23.69	0.005
Q11-Q12	0.013	0.12	120	110.20	125	0.84	0.520	23.69	0.009
E1-Q12	0.013	0.15	150	123.40	140	1.09	0.680	27.15	0.014
Q12-Q13	0.013	0.17	170	158.60	180	1.07	0.650	33.31	0.022
E2-Q13	0.013	0.13	130	110.20	125	0.95	0.590	24.24	0.010
Q13-Q14	0.013	0.20	200	158.60	180	1.57	0.950	33.31	0.032
E3-Q14	0.013	0.13	130	110.20	125	0.95	0.590	24.24	0.010

No Saluran	n	D Hitung		D Apply		V Full (m/dt)	V Min Check (m/dt)	d Min (mm)	Q Full Check (m <sup>3</sup> /dt)
		(m)	(mm)	ID (mm)	ND (mm)				
Q14-Q15	0.013	0.22	220	220.40	250	1.05	0.630	46.28	0.041
E4-Q15	0.013	0.13	130	110.20	125	0.95	0.590	24.24	0.010
E15-Q21	0.013	0.12	120	110.20	125	0.74	0.460	23.69	0.008
E16-Q21	0.013	0.12	120	110.20	125	0.74	0.460	23.69	0.008
Q21-Q20	0.013	0.15	150	123.40	140	1.18	0.710	25.91	0.015
E14-Q20	0.013	0.12	120	110.20	125	0.74	0.460	23.69	0.008
Q20-Q15	0.013	0.17	170	158.60	180	1.02	0.620	33.31	0.021
Q15-Q16	0.013	0.27	270	246.80	280	1.45	0.870	51.83	0.070
E5-Q16	0.013	0.13	130	110.20	125	0.95	0.590	24.24	0.010
Q16-Q17	0.013	0.28	280	312.80	355	1.02	0.630	67.25	0.079
E17-Q17	0.013	0.12	120	110.20	125	0.84	0.530	24.24	0.009
Q17-Q18	0.013	0.29	290	312.80	355	1.12	0.690	67.25	0.087
E6-Q18	0.013	0.16	160	141.00	160	1.03	0.640	31.02	0.017
Q18-Q19	0.013	0.31	310	352.60	400	1.04	0.640	75.81	0.102
E18-Q19	0.013	0.12	120	110.20	125	0.84	0.530	24.24	0.009
Q19-Q10	0.013	0.32	320	352.60	400	1.11	0.680	75.81	0.109
Q10-Q22	0.013	0.50	500	625.80	710	1.18	0.740	137.68	0.363
E22-Q22	0.013	0.15	150	123.40	140	1.09	0.680	27.15	0.014
Q22-R5	0.013	0.50	500	625.80	710	1.18	0.740	137.68	0.363
F2-T1	0.013	0.15	150	123.40	140	1.09	0.670	26.53	0.014
F3-T1	0.013	0.15	150	123.40	140	1.09	0.670	26.53	0.014
T1-T3	0.013	0.19	190	176.20	200	1.03	0.630	37.88	0.026
F4-T2	0.013	0.13	130	110.20	125	0.95	0.580	23.69	0.010
F5-T2	0.013	0.13	130	110.20	125	1.05	0.650	23.69	0.011
T2-T3	0.013	0.16	160	141.00	160	1.16	0.710	30.32	0.019
T3-T4	0.013	0.22	220	220.40	250	1.11	0.680	47.39	0.043
F6-T4	0.013	0.13	130	110.20	125	0.95	0.580	23.69	0.010

No Saluran	n	D Hitung		D Apply		V Full (m/dt)	V Min Check (m/dt)	d Min (mm)	Q Full Check (m <sup>3</sup> /dt)
		(m)	(mm)	ID (mm)	ND (mm)				
T4-T5	0.013	0.24	240	220.40	250	1.34	0.820	47.39	0.052
F7-T5	0.013	0.13	130	110.20	125	0.95	0.580	23.69	0.010
T5-T6	0.013	0.25	250	220.40	250	1.55	0.950	47.39	0.060
F8-T7	0.013	0.17	170	158.60	180	1.07	0.670	34.89	0.022
T7-T6	0.013	0.25	250	493.60	560	0.31	0.200	113.53	0.060
T6-T8	0.013	0.41	410	493.60	560	1.13	0.720	113.53	0.217
F9-T8	0.013	0.15	150	123.40	140	1.18	0.720	26.53	0.015
T8-T9	0.013	0.43	430	555.20	630	1.05	0.670	127.70	0.255
F10-T9	0.013	0.15	150	123.40	140	1.18	0.720	26.53	0.015
T9-T10	0.013	0.46	460	555.20	630	1.19	0.750	127.70	0.289
F11-T10	0.013	0.15	150	123.40	140	1.18	0.720	26.53	0.015
T10-T11	0.013	0.47	470	625.80	710	1.04	0.670	150.19	0.320
F1-O7	0.013	0.16	160	141.00	160	1.09	0.670	30.32	0.018
O7-T11	0.013	0.52	520	705.20	800	1.06	0.690	176.30	0.415
T11-U4	0.013	0.58	580	793.60	900	1.12	0.760	214.27	0.555
G3-U1	0.013	0.49	490	625.80	710	1.11	0.670	131.42	0.342
G4-U1	0.013	0.49	490	625.80	710	1.11	0.670	131.42	0.342
U1-U2	0.013	0.19	190	625.80	710	0.09	0.060	134.55	0.028
G2-U2	0.013	0.49	490	625.80	710	1.11	0.670	131.42	0.342
U2-U3	0.013	0.21	210	625.80	710	0.11	0.070	134.55	0.034
G1-U3	0.013	0.49	490	625.80	710	1.11	0.670	131.42	0.342
U3-U4	0.013	0.22	220	625.80	710	0.14	0.090	131.42	0.044
U4-U5	0.013	0.59	590	793.60	900	1.16	0.790	222.21	0.574
G9-U5	0.013	0.49	490	625.80	710	1.11	0.670	131.42	0.342
U5-U6	0.013	0.59	590	793.60	900	1.17	0.800	222.21	0.579
G6-U9	0.013	0.49	490	396.60	450	2.76	1.660	83.29	0.341
G5-U11	0.013	0.49	490	312.80	355	4.43	2.660	65.69	0.341

No Saluran	n	D Hitung		D Apply		V Full (m/dt)	V Min Check (m/dt)	d Min (mm)	Q Full Check (m <sup>3</sup> /dt)
		(m)	(mm)	ID (mm)	ND (mm)				
H1-U11	0.013	0.49	490	312.80	355	4.43	2.660	65.69	0.341
U11-U10	0.013	0.30	300	312.80	355	1.18	0.740	68.82	0.091
U10-U9	0.013	0.34	340	396.60	450	1.07	0.670	87.25	0.133
U9-U8	0.013	0.35	350	396.60	450	1.12	0.700	87.25	0.139
G7-U8	0.013	0.49	490	625.80	710	1.11	0.670	131.42	0.342
U8-U7	0.013	0.35	350	396.60	450	1.18	0.740	87.25	0.146
G8-U7	0.013	0.49	490	625.80	710	1.11	0.670	131.42	0.342
U7-U6	0.013	0.36	360	396.60	450	1.23	0.770	87.25	0.152
U6-U13	0.013	0.62	620	793.60	900	1.34	0.920	222.21	0.663
G10-U12	0.013	0.49	490	625.80	710	1.11	0.670	131.42	0.342
G11-U12	0.013	0.49	490	625.80	710	1.11	0.670	131.42	0.342
U12-U13	0.013	0.15	150	625.80	710	0.05	0.040	137.68	0.016
U13-U14	0.013	0.62	620	793.60	900	1.36	0.940	230.14	0.673
G12-U14	0.013	0.49	490	625.80	710	1.11	0.670	131.42	0.342
U14-U22	0.013	0.61	610	793.60	900	1.39	0.960	230.14	0.688
U22-U23	0.013	0.61	610	793.60	900	1.42	0.980	230.14	0.703
G13-U23	0.013	0.49	490	625.80	710	1.11	0.670	131.42	0.342
U23-U24	0.013	0.62	620	793.60	900	1.44	1.000	230.14	0.713
H2-U15	0.013	0.12	120	110.20	125	0.74	0.460	24.24	0.008
H3-U15	0.013	0.12	120	110.20	125	0.74	0.460	24.24	0.008
U15-U16	0.013	0.15	150	141.00	160	0.97	0.610	31.02	0.016
H4-U16	0.013	0.12	120	110.20	125	0.74	0.460	24.24	0.008
U16-U17	0.013	0.18	180	158.60	180	1.12	0.680	33.31	0.023
H5-U17	0.013	0.17	170	158.60	180	1.07	0.680	36.48	0.022
U17-U10	0.013	0.23	230	220.40	250	1.13	0.690	47.39	0.044
H10-U18	0.013	0.14	140	110.20	125	1.16	0.720	24.24	0.012
H11-U18	0.013	0.14	140	110.20	125	1.16	0.720	24.24	0.012

No Saluran	n	D Hitung		D Apply		V Full (m/dt)	V Min Check (m/dt)	d Min (mm)	Q Full Check (m <sup>3</sup> /dt)
		(m)	(mm)	ID (mm)	ND (mm)				
U18-U19	0.013	0.18	180	158.60	180	1.12	0.680	33.31	0.023
H9-U19	0.013	0.14	140	110.20	125	1.16	0.720	24.24	0.012
U19-U22	0.013	0.21	210	176.20	200	1.36	0.830	37.88	0.034
H7-U20	0.013	0.12	120	110.20	125	0.74	0.460	24.24	0.008
H8-U20	0.013	0.12	120	110.20	125	0.74	0.460	24.24	0.008
U20-U21	0.013	0.15	150	141.00	160	0.97	0.610	31.02	0.016
H6-U21	0.013	0.24	240	220.40	250	1.34	0.850	50.69	0.052
U21-U24	0.013	0.27	270	246.80	280	1.43	0.880	53.06	0.069
U24-U25	0.013	0.63	630	793.60	900	1.52	1.050	230.14	0.752
U25-W7	0.013	0.58	580	793.60	900	1.11	0.770	230.14	0.550
I6-V1	0.013	0.12	120	110.20	125	0.84	0.520	23.69	0.009
I7-V1	0.013	0.12	120	110.20	125	0.84	0.520	23.69	0.009
V1-V2	0.013	0.15	150	141.00	160	0.97	0.610	31.02	0.016
I8-V2	0.013	0.15	150	123.40	140	1.09	0.680	27.15	0.014
V2-V3	0.013	0.19	190	176.20	200	1.15	0.710	37.88	0.029
I18-V3	0.013	0.15	150	123.40	140	1.09	0.680	27.15	0.014
V3-V4	0.013	0.22	220	220.40	250	1.05	0.630	46.28	0.041
I17-V4	0.013	0.13	130	110.20	125	1.05	0.660	24.24	0.011
V4-V5	0.013	0.24	240	220.40	250	1.32	0.810	47.39	0.051
I16-V5	0.013	0.13	130	110.20	125	1.05	0.660	24.24	0.011
V5-V6	0.013	0.26	260	220.40	250	1.58	0.970	47.39	0.061
I9-V6	0.013	0.14	140	110.20	125	1.16	0.720	24.24	0.012
V6-V9	0.013	0.27	270	246.80	280	1.49	0.910	53.06	0.072
I14-V7	0.013	0.13	130	110.20	125	1.05	0.660	24.24	0.011
I15-V7	0.013	0.13	130	110.20	125	1.05	0.660	24.24	0.011
V7-V8	0.013	0.17	170	158.60	180	1.02	0.620	33.31	0.021
I13-V8	0.013	0.15	150	141.00	160	0.97	0.610	31.02	0.016

No Saluran	n	D Hitung		D Apply		V Full (m/dt)	V Min Check (m/dt)	d Min (mm)	Q Full Check (m <sup>3</sup> /dt)
		(m)	(mm)	ID (mm)	ND (mm)				
V8-V9	0.013	0.21	210	176.20	200	1.44	0.880	37.88	0.036
V9-V10	0.013	0.31	310	352.60	400	1.08	0.670	77.57	0.106
I10-V10	0.013	0.14	140	110.20	125	1.16	0.720	24.24	0.012
V10-V11	0.013	0.33	330	352.60	400	1.19	0.740	77.57	0.117
I11-V17	0.013	0.15	150	123.40	140	1.09	0.680	27.15	0.014
I12-V17	0.013	0.15	150	123.40	140	1.09	0.680	27.15	0.014
V17-V11	0.013	0.19	190	176.20	200	1.03	0.630	37.88	0.026
V11-V13	0.013	0.35	350	396.60	450	1.14	0.710	87.25	0.141
I4-V12	0.013	0.15	150	123.40	140	1.09	0.680	27.15	0.014
I5-V12	0.013	0.15	150	123.40	140	1.09	0.680	27.15	0.014
V12-V13	0.013	0.19	190	176.20	200	1.03	0.630	37.88	0.026
V13-V14	0.013	0.37	370	396.60	450	1.32	0.820	87.25	0.164
I3-V14	0.013	0.19	190	176.20	200	1.11	0.700	40.53	0.028
V14-V15	0.013	0.39	390	493.60	560	0.99	0.630	113.53	0.190
I2-V15	0.013	0.18	180	158.60	180	1.12	0.710	36.48	0.023
V15-V16	0.013	0.41	410	493.60	560	1.10	0.700	113.53	0.211
I1-V16	0.013	0.20	200	176.20	200	1.32	0.840	40.53	0.033
V16-T7	0.013	0.43	430	493.60	560	1.26	0.800	113.53	0.242
K1-W3	0.013	0.19	190	176.20	200	1.03	0.650	40.53	0.026
K2-W3	0.013	0.15	150	123.40	140	1.18	0.750	28.38	0.015
W3-W4	0.013	0.22	220	220.40	250	1.05	0.630	46.28	0.041
K3-W4	0.013	0.15	150	123.40	140	1.18	0.750	28.38	0.015
W4-W5	0.013	0.25	250	220.40	250	1.45	0.890	47.39	0.056
K4-W5	0.013	0.15	150	123.40	140	1.18	0.750	28.38	0.015
W5-U25	0.013	0.27	270	246.80	280	1.47	0.900	53.06	0.071
J2-W1	0.013	0.15	150	123.40	140	1.18	0.750	28.38	0.015
J3-W1	0.013	0.16	160	141.00	160	1.16	0.740	32.43	0.019

No Saluran	n	D Hitung		D Apply		V Full (m/dt)	V Min Check (m/dt)	d Min (mm)	Q Full Check (m <sup>3</sup> /dt)
		(m)	(mm)	ID (mm)	ND (mm)				
W1-W2	0.013	0.21	210	176.20	200	1.36	0.830	37.88	0.034
J1-W2	0.013	0.15	150	123.40	140	1.18	0.750	28.38	0.015
W2-W8	0.013	0.24	240	220.40	250	1.26	0.770	47.39	0.049
J4-W9	0.013	0.17	170	158.60	180	1.07	0.680	36.48	0.022
J5-W9	0.013	0.15	150	123.40	140	1.18	0.750	28.38	0.015
J6-W9	0.013	0.17	170	158.60	180	1.07	0.680	36.48	0.022
W9-W8	0.013	0.25	250	220.40	250	1.55	0.950	47.39	0.060
W8-W7	0.013	0.31	310	352.60	400	1.08	0.670	77.57	0.106
W7-W6	0.013	0.60	600	793.60	900	1.22	0.860	238.08	0.604
K5-W6	0.013	0.19	190	176.20	200	1.03	0.650	40.53	0.026
W6-W15	0.013	0.61	610	793.60	900	1.25	0.880	238.08	0.619
K6-W15	0.013	0.15	150	123.40	140	1.18	0.750	28.38	0.015
W15-W14	0.013	0.61	610	793.60	900	1.27	0.890	238.08	0.629
K7-W10	0.013	0.19	190	176.20	200	1.15	0.730	40.53	0.029
K8-W10	0.013	0.19	190	176.20	200	1.15	0.730	40.53	0.029
W10-W12	0.013	0.25	250	220.40	250	1.55	0.950	47.39	0.060
K9-W11	0.013	0.21	210	198.20	225	1.14	0.720	45.59	0.036
K10-W11	0.013	0.24	240	220.40	250	1.37	0.870	50.69	0.053
W11-W12	0.013	0.30	300	312.80	355	1.19	0.730	67.25	0.092
W12-W13	0.013	0.36	360	396.60	450	1.19	0.740	87.25	0.148
W13-W14	0.013	0.36	360	396.60	450	1.19	0.740	87.25	0.148
W14-S18	0.013	0.61	610	793.60	900	1.41	0.990	238.08	0.698
L8-R1	0.013	0.11	110	110.20	125	0.63	0.390	23.69	0.007
L9-R1	0.013	0.11	110	110.20	125	0.63	0.390	23.69	0.007
R1-R2	0.013	0.14	140	110.20	125	1.16	0.700	23.14	0.012
L10-R2	0.013	0.14	140	110.20	125	1.16	0.720	24.24	0.012
R2-R3	0.013	0.17	170	158.60	180	1.07	0.650	33.31	0.022



No Saluran	n	D Hitung		D Apply		V Full (m/dt)	V Min Check (m/dt)	d Min (mm)	Q Full Check (m <sup>3</sup> /dt)
		(m)	(mm)	ID (mm)	ND (mm)				
L11-R3	0.013	0.14	140	110.20	125	1.16	0.720	24.24	0.012
R3-R4	0.013	0.20	200	158.60	180	1.62	0.980	33.31	0.033
L12-R4	0.013	0.14	140	110.20	125	1.16	0.720	24.24	0.012
R4-R5	0.013	0.22	220	220.40	250	1.11	0.680	47.39	0.043
R5-R6	0.013	0.50	500	625.80	710	1.18	0.760	150.19	0.363
L1-R6	0.013	0.23	230	220.40	250	1.16	0.740	50.69	0.045
R6-R8	0.013	0.50	500	705.20	800	0.95	0.610	169.25	0.372
L3-R7	0.013	0.19	190	176.20	200	1.15	0.730	40.53	0.029
L4-R7	0.013	0.20	200	158.60	180	1.57	0.990	36.48	0.032
R7-R8	0.013	0.17	170	158.60	180	1.02	0.650	36.48	0.021
R8-R9	0.013	0.51	510	705.20	800	0.99	0.640	169.25	0.387
L5-R9	0.013	0.21	210	198.20	225	1.17	0.740	45.59	0.037
R9-R10	0.013	0.51	510	705.20	800	1.01	0.650	169.25	0.395
L6-R10	0.013	0.21	210	198.20	225	1.17	0.740	45.59	0.037
R10-R11	0.013	0.51	510	705.20	800	1.02	0.670	176.30	0.399
L2-R11	0.013	0.22	220	220.40	250	1.03	0.650	50.69	0.040
R11-R12	0.013	0.52	520	705.20	800	1.04	0.680	176.30	0.407
L7-R12	0.013	0.23	230	220.40	250	1.16	0.740	50.69	0.045
R12-S1	0.013	0.52	520	705.20	800	1.06	0.690	176.30	0.415
M1-S1	0.013	0.17	170	158.60	180	1.02	0.620	33.31	0.021
S1-S2	0.013	0.53	530	705.20	800	1.10	0.720	176.30	0.430
M2-S2	0.013	0.17	170	158.60	180	1.02	0.620	33.31	0.021
S2-S3	0.013	0.53	530	705.20	800	1.12	0.730	176.30	0.438
M3-S3	0.013	0.17	170	158.60	180	1.02	0.620	33.31	0.021
S3-S4	0.013	0.54	540	793.60	900	0.91	0.610	206.34	0.451
M18-S4	0.013	0.14	140	123.40	140	1.01	0.610	25.91	0.013
S4-S5	0.013	0.54	540	793.60	900	0.92	0.610	206.34	0.456

No Saluran	n	D Hitung		D Apply		V Full (m/dt)	V Min Check (m/dt)	d Min (mm)	Q Full Check (m <sup>3</sup> /dt)
		(m)	(mm)	ID (mm)	ND (mm)				
M4-S5	0.013	0.17	170	158.60	180	1.02	0.620	33.31	0.021
S5-S6	0.013	0.54	540	793.60	900	0.94	0.630	206.34	0.465
M19-S6	0.013	0.12	120	110.20	125	0.84	0.510	23.14	0.009
S6-S7	0.013	0.55	550	793.60	900	0.95	0.630	206.34	0.470
M5-S7	0.013	0.16	160	141.00	160	1.03	0.620	29.61	0.017
S7-S8	0.013	0.55	550	793.60	900	0.97	0.650	206.34	0.480
M17-S8	0.013	0.16	160	141.00	160	1.03	0.620	29.61	0.017
S8-S28	0.013	0.56	560	793.60	900	0.99	0.660	206.34	0.490
M12-S9	0.013	0.14	140	123.40	140	1.01	0.610	25.91	0.013
M13-S9	0.013	0.12	120	110.20	125	0.84	0.510	23.14	0.009
S9-S10	0.013	0.18	180	158.60	180	1.12	0.680	33.31	0.023
M20-S10	0.013	0.16	160	141.00	160	1.03	0.620	29.61	0.017
S10-S11	0.013	0.22	220	220.40	250	1.05	0.630	46.28	0.041
M14-S11	0.013	0.16	160	141.00	160	1.03	0.620	29.61	0.017
S11-S13	0.013	0.25	250	220.40	250	1.53	0.940	47.39	0.059
M21-S13	0.013	0.20	200	176.20	200	1.24	0.750	37.00	0.031
S13-S12	0.013	0.30	300	312.80	355	1.19	0.730	67.25	0.092
M15-S12	0.013	0.14	140	123.40	140	1.01	0.610	25.91	0.013
S12-S14	0.013	0.31	310	352.60	400	1.06	0.660	77.57	0.104
M16-S14	0.013	0.17	170	158.60	180	1.02	0.620	33.31	0.021
S14-S15	0.013	0.34	340	396.60	450	1.02	0.640	87.25	0.127
S15-S16	0.013	0.34	340	396.60	450	1.02	0.640	87.25	0.127
M7-S26	0.013	0.16	160	141.00	160	1.03	0.620	29.61	0.017
M8-S26	0.013	0.16	160	141.00	160	1.03	0.620	29.61	0.017
S26-S27	0.013	0.21	210	176.20	200	1.48	0.910	37.88	0.037
M6-S27	0.013	0.14	140	123.40	140	1.01	0.610	25.91	0.013
M9-S27	0.013	0.14	140	123.40	140	1.01	0.610	25.91	0.013

No Saluran	n	D Hitung		D Apply		V Full (m/dt)	V Min Check (m/dt)	d Min (mm)	Q Full Check (m <sup>3</sup> /dt)
		(m)	(mm)	ID (mm)	ND (mm)				
S27-S28	0.013	0.26	260	246.80	280	1.30	0.800	53.06	0.063
S28-S29	0.013	0.57	570	793.60	900	1.07	0.720	214.27	0.530
M10-S29	0.013	0.14	140	123.40	140	1.01	0.610	25.91	0.013
S29-S30	0.013	0.57	570	793.60	900	1.08	0.730	214.27	0.535
M11-S30	0.013	0.11	110	110.20	125	0.63	0.380	23.14	0.007
S30-S16	0.013	0.58	580	793.60	900	1.09	0.740	214.27	0.540
S16-S17	0.013	0.60	600	793.60	900	1.23	0.840	222.21	0.609
M26-S17	0.013	0.12	120	110.20	125	0.84	0.510	23.14	0.009
S17-S18	0.013	0.60	600	793.60	900	1.24	0.850	222.21	0.614
S18-S25	0.013	0.70	700	793.60	900	2.59	1.950	277.76	1.282
M23-S19	0.013	0.12	120	110.20	125	0.84	0.510	23.14	0.009
M24-S19	0.013	0.11	110	110.20	125	0.63	0.380	23.14	0.007
S19-S20	0.013	0.16	160	141.00	160	1.03	0.630	30.32	0.017
M25-S20	0.013	0.14	140	123.40	140	1.01	0.610	25.91	0.013
S20-S21	0.013	0.20	200	176.20	200	1.19	0.720	37.00	0.030
M22-S21	0.013	0.16	160	141.00	160	1.03	0.620	29.61	0.017
S21-S22	0.013	0.23	230	220.40	250	1.24	0.760	47.39	0.048
M27-S22	0.013	0.13	130	110.20	125	1.05	0.630	23.14	0.011
S22-S23	0.013	0.25	250	220.40	250	1.53	0.940	47.39	0.059
M28-S23	0.013	0.13	130	110.20	125	1.05	0.630	23.14	0.011
S23-S24	0.013	0.27	270	246.80	280	1.45	0.890	53.06	0.070
M29-S24	0.013	0.13	130	110.20	125	1.05	0.630	23.14	0.011
S24-S25	0.013	0.28	280	312.80	355	1.05	0.650	67.25	0.081
S25-IPAL	0.013	0.70	700	793.60	900	2.66	2.000	277.76	1.316

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

Lampiran 6 Kedalaman Penanaman Pipa Air Limbah

No Saluran	L Pipa (m)	ID (mm)	ND (mm)	ND (m)	Elevasi Tanah		Slope Medan	Slope Rencana	Head Loss (m)
					Awal	Akhir			
A1-N1	119.80	141.0	160	0.16	4.60	4.20	0.0033	0.0100	1.20
A7-N1	54.14	123.4	140	0.14	5.80	4.20	0.0296	0.0100	0.55
N1-N2	29.94	176.2	200	0.20	4.20	4.00	0.0067	0.0100	0.30
A8-N2	61.33	123.4	140	0.14	5.40	4.00	0.0228	0.0100	0.62
N2-N3	25.44	220.4	250	0.25	4.00	4.40	-0.0157	0.0100	0.26
A2-N3	149.34	123.4	140	0.14	4.40	4.40	0.0000	0.0100	1.50
N3-N4	25.20	246.8	280	0.28	4.40	4.60	-0.0079	0.0100	0.26
A4-N5	179.84	176.2	200	0.20	5.20	4.80	0.0022	0.0100	1.80
A5-N5	173.92	123.4	140	0.14	5.80	4.80	0.0057	0.0100	1.74
N5-N4	24.81	220.4	250	0.25	4.80	4.60	0.0081	0.0100	0.25
A3-N4	149.20	123.4	140	0.14	4.80	4.60	0.0013	0.0100	1.50
N4-N6	32.71	352.6	400	0.40	4.60	3.60	0.0306	0.0100	0.33
A6-N6	262.82	158.6	180	0.18	6.00	3.60	0.0091	0.0100	2.63
N6-N7	124.20	396.6	450	0.45	3.60	3.40	0.0016	0.0100	1.25
B1-N7	119.93	176.2	200	0.20	4.80	3.40	0.0117	0.0100	1.20
N7-N8	22.90	396.6	450	0.45	3.40	2.60	0.0349	0.0100	0.23
B2-N8	143.29	176.2	200	0.20	4.00	2.60	0.0098	0.0100	1.44
N8-O6	306.17	493.6	560	0.56	2.60	3.40	-0.0026	0.0100	3.07
C4-O1	65.92	123.4	140	0.14	6.00	4.20	0.0273	0.0100	0.66
C5-O1	67.73	141.0	160	0.16	5.00	4.20	0.0118	0.0100	0.68
O1-O5	127.39	198.2	225	0.23	4.20	3.00	0.0094	0.0100	1.28
C3-O2	89.66	123.4	140	0.14	5.60	4.00	0.0178	0.0100	0.90
O2-O3	25.22	123.4	140	0.14	4.00	3.80	0.0079	0.0100	0.26
C2-O3	89.06	123.4	140	0.14	5.20	3.80	0.0157	0.0100	0.90
O3-O4	25.05	176.2	200	0.20	3.80	3.40	0.0160	0.0100	0.26
C1-O4	88.94	158.6	180	0.18	4.60	3.40	0.0135	0.0100	0.89

No Saluran	L Pipa (m)	ID (mm)	ND (mm)	ND (m)	Elevasi Tanah		Slope Medan	Slope Rencana	Head Loss (m)
					Awal	Akhir			
O4-O5	55.61	220.4	250	0.25	3.20	3.00	0.0036	0.0100	0.56
O5-O6	156.18	312.8	355	0.36	3.00	3.40	-0.0026	0.0100	1.57
O6-O7	82.60	625.8	710	0.71	3.40	2.80	0.0073	0.0100	0.83
D1-P1	179.95	110.2	125	0.13	6.00	6.40	-0.0022	0.0100	1.80
D2-P1	149.72	123.4	140	0.14	5.80	6.40	-0.0040	0.0100	1.50
P1-P2	24.93	158.6	180	0.18	6.40	5.80	0.0241	0.0100	0.25
D3-P2	149.85	123.4	140	0.14	6.00	5.80	0.0013	0.0100	1.50
P2-P3	25.74	176.2	200	0.20	5.80	4.80	0.0388	0.0100	0.26
D4-P3	150.44	123.4	140	0.14	6.00	4.80	0.0080	0.0100	1.51
P3-P4	25.00	220.4	250	0.25	4.80	4.80	0.0000	0.0100	0.26
D5-P4	187.12	176.2	200	0.20	6.20	4.80	0.0075	0.0100	1.88
P4-P5	24.89	277.6	315	0.32	4.80	5.20	-0.0161	0.0100	0.25
D6-P5	149.89	176.2	200	0.20	4.80	5.20	-0.0027	0.0100	1.50
P5-P6	99.71	352.6	400	0.40	5.20	4.00	0.0120	0.0100	1.00
D7-P6	200.45	176.2	200	0.20	4.40	4.00	0.0020	0.0100	2.01
P6-Q1	109.30	396.6	450	0.45	4.00	3.40	0.0055	0.0100	1.10
E21-Q1	130.79	141.0	160	0.16	3.60	3.40	0.0015	0.0100	1.31
Q1-Q2	32.38	625.8	710	0.71	3.40	3.40	0.0000	0.0100	0.33
E11-Q2	79.36	141.0	160	0.16	3.80	3.40	0.0050	0.0100	0.80
Q2-Q3	24.65	625.8	710	0.71	3.40	3.40	0.0000	0.0100	0.25
E10-Q3	82.44	110.2	125	0.13	4.00	3.40	0.0073	0.0100	0.83
Q3-Q5	25.56	625.8	710	0.71	3.40	3.00	0.0156	0.0100	0.26
E20-Q4	74.65	123.4	140	0.14	3.20	3.00	0.0027	0.0100	0.75
Q4-Q5	3.63	123.4	140	0.14	3.00	3.00	0.0000	0.0100	0.04
Q5-Q6	25.60	625.8	710	0.71	3.00	3.40	-0.0156	0.0100	0.26
E9-Q6	111.01	110.2	125	0.13	4.00	3.40	0.0054	0.0100	1.12
Q6-Q7	21.85	625.8	710	0.71	3.40	3.60	-0.0092	0.0100	0.22

No Saluran	L Pipa (m)	ID (mm)	ND (mm)	ND (m)	Elevasi Tanah		Slope Medan	Slope Rencana	Head Loss (m)
					Awal	Akhir			
E19-Q7	60.09	110.2	125	0.13	3.60	3.60	0.0000	0.0100	0.61
Q7-Q8	2.40	625.8	710	0.71	3.20	3.60	-0.1664	0.0100	0.03
E8-Q8	113.62	110.2	125	0.13	4.20	3.60	0.0053	0.0100	1.14
Q8-Q9	24.99	625.8	710	0.71	3.60	3.20	0.0160	0.0100	0.25
E7-Q9	117.74	123.4	140	0.14	4.40	3.20	0.0102	0.0100	1.18
Q9-Q10	21.44	625.8	710	0.71	3.20	2.00	0.0560	0.0100	0.22
E12-Q11	37.15	110.2	125	0.13	4.20	3.00	0.0323	0.0100	0.38
E13-Q11	42.60	110.2	125	0.13	3.60	3.00	0.0141	0.0100	0.43
Q11-Q12	23.85	110.2	125	0.13	3.00	2.80	0.0084	0.0100	0.24
E1-Q12	150.32	123.4	140	0.14	4.40	2.80	0.0106	0.0100	1.51
Q12-Q13	10.74	158.6	180	0.18	2.80	2.60	0.0186	0.0100	0.11
E2-Q13	142.07	110.2	125	0.13	5.00	2.60	0.0169	0.0100	1.43
Q13-Q14	22.36	158.6	180	0.18	2.60	2.00	0.0268	0.0100	0.23
E3-Q14	139.67	110.2	125	0.13	5.80	2.00	0.0272	0.0100	1.40
Q14-Q15	25.34	220.4	250	0.25	2.00	2.20	-0.0079	0.0100	0.26
E4-Q15	136.93	110.2	125	0.13	5.20	2.20	0.0219	0.0100	1.37
E15-Q21	33.31	110.2	125	0.13	3.60	3.20	0.0120	0.0100	0.34
E16-Q21	51.80	110.2	125	0.13	3.20	3.20	0.0000	0.0100	0.52
Q21-Q20	4.82	123.4	140	0.14	3.20	3.20	0.0000	0.0100	0.05
E14-Q20	43.30	110.2	125	0.13	3.80	3.20	0.0139	0.0100	0.44
Q20-Q15	24.46	158.6	180	0.18	3.20	2.20	0.0409	0.0100	0.25
Q15-Q16	24.52	246.8	280	0.28	2.20	2.40	-0.0082	0.0100	0.25
E5-Q16	134.75	110.2	125	0.13	4.60	2.40	0.0163	0.0100	1.35
Q16-Q17	22.93	312.8	355	0.36	2.40	2.40	0.0000	0.0100	0.23
E17-Q17	52.46	110.2	125	0.13	3.00	2.40	0.0114	0.0100	0.53
Q17-Q18	2.02	312.8	355	0.36	2.40	2.40	0.0000	0.0100	0.03
E6-Q18	168.61	141.0	160	0.16	3.40	2.40	0.0059	0.0100	1.69

No Saluran	L Pipa (m)	ID (mm)	ND (mm)	ND (m)	Elevasi Tanah		Slope Medan	Slope Rencana	Head Loss (m)
					Awal	Akhir			
Q18-Q19	16.83	352.6	400	0.40	2.40	2.20	0.0119	0.0100	0.17
E18-Q19	58.42	110.2	125	0.13	3.00	2.20	0.0137	0.0100	0.59
Q19-Q10	31.11	352.6	400	0.40	2.20	2.00	0.0064	0.0100	0.32
Q10-Q22	90.10	625.8	710	0.71	2.00	4.40	-0.0266	0.0100	0.91
E22-Q22	67.78	123.4	140	0.14	4.40	4.40	0.0000	0.0100	0.68
Q22-R5	36.04	625.8	710	0.71	4.40	3.40	0.0277	0.0100	0.37
F2-T1	102.92	123.4	140	0.14	3.60	3.60	0.0000	0.0100	1.03
F3-T1	82.21	123.4	140	0.14	3.40	3.60	-0.0024	0.0100	0.83
T1-T3	39.29	176.2	200	0.20	3.60	3.80	-0.0051	0.0100	0.40
F4-T2	64.47	110.2	125	0.13	3.40	3.60	-0.0031	0.0100	0.65
F5-T2	83.08	110.2	125	0.13	3.20	3.60	-0.0048	0.0100	0.84
T2-T3	37.68	141.0	160	0.16	3.60	3.80	-0.0053	0.0100	0.38
T3-T4	169.83	220.4	250	0.25	3.80	2.60	0.0071	0.0100	1.70
F6-T4	62.40	110.2	125	0.13	3.60	2.60	0.0160	0.0100	0.63
T4-T5	16.30	220.4	250	0.25	2.60	3.00	-0.0245	0.0100	0.17
F7-T5	62.89	110.2	125	0.13	4.00	3.00	0.0159	0.0100	0.63
T5-T6	19.32	220.4	250	0.25	3.00	3.20	-0.0104	0.0100	0.20
F8-T7	99.75	158.6	180	0.18	4.20	3.40	0.0080	0.0100	1.00
T7-T6	17.07	493.6	560	0.56	3.40	3.20	0.0117	0.0100	0.18
T6-T8	44.52	493.6	560	0.56	3.20	1.00	0.0494	0.0100	0.45
F9-T8	209.46	123.4	140	0.14	3.00	1.00	0.0095	0.0100	2.10
T8-T9	19.57	555.2	630	0.63	1.00	1.00	0.0000	0.0100	0.20
F10-T9	240.48	123.4	140	0.14	2.60	1.00	0.0067	0.0100	2.41
T9-T10	17.66	555.2	630	0.63	1.00	1.00	0.0000	0.0100	0.18
F11-T10	170.31	123.4	140	0.14	3.20	1.00	0.0129	0.0100	1.71
T10-T11	22.16	625.8	710	0.71	1.00	1.00	0.0000	0.0100	0.23
F1-O7	188.83	141.0	160	0.16	3.60	2.80	0.0042	0.0100	1.89



No Saluran	L Pipa (m)	ID (mm)	ND (mm)	ND (m)	Elevasi Tanah		Slope Medan	Slope Rencana	Head Loss (m)
					Awal	Akhir			
O7-T11	265.03	705.2	800	0.80	2.80	1.00	0.0068	0.0100	2.66
T11-U4	26.76	793.6	900	0.90	1.00	1.00	0.0000	0.0100	0.27
G3-U1	93.50	625.8	710	0.71	2.80	3.00	-0.0021	0.0100	0.94
G4-U1	128.20	625.8	710	0.71	3.20	3.00	0.0016	0.0100	1.29
U1-U2	16.28	625.8	710	0.71	3.00	3.20	-0.0123	0.0100	0.17
G2-U2	93.61	625.8	710	0.71	3.40	3.20	0.0021	0.0100	0.94
U2-U3	18.58	625.8	710	0.71	3.20	3.60	-0.0215	0.0100	0.19
G1-U3	89.82	625.8	710	0.71	3.60	3.60	0.0000	0.0100	0.90
U3-U4	162.00	625.8	710	0.71	3.60	1.00	0.0160	0.0100	1.62
U4-U5	19.64	793.6	900	0.90	1.00	1.00	0.0000	0.0100	0.20
G9-U5	39.39	625.8	710	0.71	1.80	1.00	0.0203	0.0100	0.40
U5-U6	16.12	793.6	900	0.90	1.00	1.00	0.0000	0.0100	0.17
G6-U9	43.13	396.6	450	0.45	2.40	2.20	0.0046	0.0100	0.44
G5-U11	79.59	312.8	355	0.36	3.80	3.60	0.0025	0.0100	0.80
H1-U11	117.53	312.8	355	0.36	4.00	3.60	0.0034	0.0100	1.18
U11-U10	122.29	312.8	355	0.36	3.60	2.40	0.0098	0.0100	1.23
U10-U9	15.75	396.6	450	0.45	2.40	2.20	0.0127	0.0100	0.16
U9-U8	16.61	396.6	450	0.45	2.20	1.40	0.0482	0.0100	0.17
G7-U8	37.91	625.8	710	0.71	2.20	1.40	0.0211	0.0100	0.38
U8-U7	16.51	396.6	450	0.45	1.40	1.20	0.0121	0.0100	0.17
G8-U7	40.66	625.8	710	0.71	2.00	1.20	0.0197	0.0100	0.41
U7-U6	2.54	396.6	450	0.45	1.20	1.00	0.0788	0.0100	0.03
U6-U13	66.97	793.6	900	0.90	1.00	3.00	-0.0299	0.0100	0.67
G10-U12	50.75	625.8	710	0.71	1.60	3.20	-0.0315	0.0100	0.51
G11-U12	19.35	625.8	710	0.71	3.00	3.20	-0.0103	0.0100	0.20
U12-U13	20.67	625.8	710	0.71	3.20	3.00	0.0097	0.0100	0.21
U13-U14	23.60	793.6	900	0.90	3.00	2.60	0.0169	0.0100	0.24

No Saluran	L Pipa (m)	ID (mm)	ND (mm)	ND (m)	Elevasi Tanah		Slope Medan	Slope Rencana	Head Loss (m)
					Awal	Akhir			
G12-U14	81.01	625.8	710	0.71	1.80	2.60	-0.0099	0.0100	0.82
U14-U22	62.45	793.6	900	0.90	2.60	2.40	0.0032	0.0100	0.63
U22-U23	19.00	793.6	900	0.90	2.40	2.00	0.0211	0.0100	0.19
G13-U23	138.35	625.8	710	0.71	1.80	2.00	-0.0014	0.0100	1.39
U23-U24	16.48	793.6	900	0.90	2.00	1.80	0.0121	0.0100	0.17
H2-U15	44.46	110.2	125	0.13	4.40	3.80	0.0135	0.0100	0.45
H3-U15	37.55	110.2	125	0.13	5.20	3.80	0.0373	0.0100	0.38
U15-U16	18.67	141.0	160	0.16	3.80	3.40	0.0214	0.0100	0.19
H4-U16	40.18	110.2	125	0.13	5.00	3.40	0.0398	0.0100	0.41
U16-U17	22.89	158.6	180	0.18	3.40	2.80	0.0262	0.0100	0.23
H5-U17	41.09	158.6	180	0.18	3.20	2.80	0.0097	0.0100	0.42
U17-U10	147.07	220.4	250	0.25	2.80	2.40	0.0027	0.0100	1.48
H10-U18	56.87	110.2	125	0.13	2.40	2.20	0.0035	0.0100	0.57
H11-U18	77.78	110.2	125	0.13	2.20	2.20	0.0000	0.0100	0.78
U18-U19	15.96	158.6	180	0.18	2.20	2.20	0.0000	0.0100	0.16
H9-U19	58.11	110.2	125	0.13	2.60	2.20	0.0069	0.0100	0.59
U19-U22	56.39	176.2	200	0.20	2.20	2.40	-0.0035	0.0100	0.57
H7-U20	39.38	110.2	125	0.13	2.80	2.20	0.0152	0.0100	0.40
H8-U20	56.53	110.2	125	0.13	2.60	2.20	0.0071	0.0100	0.57
U20-U21	20.85	141.0	160	0.16	2.20	1.60	0.0288	0.0100	0.21
H6-U21	108.59	220.4	250	0.25	2.20	1.60	0.0055	0.0100	1.09
U21-U24	49.20	246.8	280	0.28	1.60	1.80	-0.0041	0.0100	0.50
U24-U25	19.95	793.6	900	0.90	1.80	1.40	0.0201	0.0100	0.20
U25-W7	159.51	793.6	900	0.90	1.40	2.00	-0.0038	0.0100	1.60
I6-V1	64.78	110.2	125	0.13	1.80	2.20	-0.0062	0.0100	0.65
I7-V1	79.23	110.2	125	0.13	2.20	2.20	0.0000	0.0100	0.80
V1-V2	78.53	141.0	160	0.16	2.20	1.80	0.0051	0.0100	0.79

No Saluran	L Pipa (m)	ID (mm)	ND (mm)	ND (m)	Elevasi Tanah		Slope Medan	Slope Rencana	Head Loss (m)
					Awal	Akhir			
I8-V2	27.68	123.4	140	0.14	2.00	1.80	0.0072	0.0100	0.28
V2-V3	66.32	176.2	200	0.20	1.80	1.40	0.0060	0.0100	0.67
I18-V3	167.04	123.4	140	0.14	1.40	1.40	0.0000	0.0100	1.68
V3-V4	25.88	220.4	250	0.25	1.40	1.60	-0.0077	0.0100	0.26
I17-V4	102.02	110.2	125	0.13	1.40	1.60	-0.0020	0.0100	1.03
V4-V5	11.23	220.4	250	0.25	1.60	1.20	0.0356	0.0100	0.12
I16-V5	80.97	110.2	125	0.13	1.60	1.20	0.0049	0.0100	0.81
V5-V6	8.53	220.4	250	0.25	1.20	1.40	-0.0235	0.0100	0.09
I9-V6	82.93	110.2	125	0.13	1.20	1.40	-0.0024	0.0100	0.83
V6-V9	48.62	246.8	280	0.28	1.40	1.20	0.0041	0.0100	0.49
I14-V7	94.13	110.2	125	0.13	2.20	2.00	0.0021	0.0100	0.95
I15-V7	68.58	110.2	125	0.13	2.20	2.00	0.0029	0.0100	0.69
V7-V8	17.47	158.6	180	0.18	2.00	1.60	0.0229	0.0100	0.18
I13-V8	78.67	141.0	160	0.16	2.80	1.60	0.0153	0.0100	0.79
V8-V9	20.64	176.2	200	0.20	1.60	1.20	0.0194	0.0100	0.21
V9-V10	75.68	352.6	400	0.40	1.20	1.40	-0.0026	0.0100	0.76
I10-V10	82.91	110.2	125	0.13	1.00	1.40	-0.0048	0.0100	0.83
V10-V11	25.59	352.6	400	0.40	1.40	1.40	0.0000	0.0100	0.26
I11-V17	29.01	123.4	140	0.14	2.22	1.80	0.0145	0.0100	0.30
I12-V17	163.73	123.4	140	0.14	1.60	1.80	-0.0012	0.0100	1.64
V17-V11	8.60	176.2	200	0.20	1.80	1.40	0.0465	0.0100	0.09
V11-V13	45.61	396.6	450	0.45	1.40	0.20	0.0263	0.0100	0.46
I4-V12	75.98	123.4	140	0.14	1.80	0.20	0.0211	0.0100	0.76
I5-V12	125.08	123.4	140	0.14	1.60	0.20	0.0112	0.0100	1.26
V12-V13	22.68	176.2	200	0.20	0.20	0.20	0.0000	0.0100	0.23
V13-V14	85.70	396.6	450	0.45	0.20	1.60	-0.0163	0.0100	0.86
I3-V14	77.18	176.2	200	0.20	1.60	1.60	0.0000	0.0100	0.78

No Saluran	L Pipa (m)	ID (mm)	ND (mm)	ND (m)	Elevasi Tanah		Slope Medan	Slope Rencana	Head Loss (m)
					Awal	Akhir			
V14-V15	23.81	493.6	560	0.56	1.60	1.00	0.0252	0.0100	0.24
I2-V15	110.53	158.6	180	0.18	2.00	1.00	0.0090	0.0100	1.11
V15-V16	176.62	493.6	560	0.56	1.00	1.60	-0.0034	0.0100	1.77
I1-V16	116.51	176.2	200	0.20	2.40	1.60	0.0069	0.0100	1.17
V16-T7	102.58	493.6	560	0.56	1.60	3.40	-0.0175	0.0100	1.03
K1-W3	89.04	176.2	200	0.20	2.00	2.20	-0.0022	0.0100	0.90
K2-W3	71.42	123.4	140	0.14	2.00	2.20	-0.0028	0.0100	0.72
W3-W4	17.91	220.4	250	0.25	2.20	2.40	-0.0112	0.0100	0.18
K3-W4	81.15	123.4	140	0.14	1.80	2.40	-0.0074	0.0100	0.82
W4-W5	26.69	220.4	250	0.25	2.40	2.00	0.0150	0.0100	0.27
K4-W5	107.57	123.4	140	0.14	1.40	2.00	-0.0056	0.0100	1.08
W5-U25	117.71	246.8	280	0.28	2.00	1.40	0.0051	0.0100	1.18
J2-W1	70.04	123.4	140	0.14	2.00	3.60	-0.0228	0.0100	0.71
J3-W1	22.65	141.0	160	0.16	3.40	3.60	-0.0088	0.0100	0.23
W1-W2	23.55	176.2	200	0.20	3.60	2.80	0.0340	0.0100	0.24
J1-W2	68.10	123.4	140	0.14	2.00	2.80	-0.0117	0.0100	0.69
W2-W8	23.95	220.4	250	0.25	2.80	1.80	0.0418	0.0100	0.24
J4-W9	141.68	158.6	180	0.18	1.00	1.00	0.0000	0.0100	1.42
J5-W9	135.86	123.4	140	0.14	1.00	1.00	0.0000	0.0100	1.36
J6-W9	132.35	158.6	180	0.18	1.40	1.00	0.0030	0.0100	1.33
W9-W8	184.79	220.4	250	0.25	1.00	1.80	-0.0043	0.0100	1.85
W8-W7	10.72	352.6	400	0.40	1.80	2.00	-0.0186	0.0100	0.11
W7-W6	38.44	793.6	900	0.90	2.00	1.40	0.0156	0.0100	0.39
K5-W6	128.58	176.2	200	0.20	0.00	1.40	-0.0109	0.0100	1.29
W6-W15	15.40	793.6	900	0.90	1.40	1.40	0.0000	0.0100	0.16
K6-W15	55.32	123.4	140	0.14	0.80	1.40	-0.0108	0.0100	0.56
W15-W14	141.76	793.6	900	0.90	1.40	0.20	0.0085	0.0100	1.42

No Saluran	L Pipa (m)	ID (mm)	ND (mm)	ND (m)	Elevasi Tanah		Slope Medan	Slope Rencana	Head Loss (m)
					Awal	Akhir			
K7-W10	58.65	176.2	200	0.20	1.80	1.80	0.0000	0.0100	0.59
K8-W10	58.05	176.2	200	0.20	1.80	1.80	0.0000	0.0100	0.59
W10-W12	75.27	220.4	250	0.25	1.80	1.80	0.0000	0.0200	1.51
K9-W11	23.44	198.2	225	0.23	1.40	0.60	0.0341	0.0100	0.24
K10-W11	204.13	220.4	250	0.25	1.40	0.60	0.0039	0.0100	2.05
W11-W12	112.07	312.8	355	0.36	0.60	1.80	-0.0107	0.0100	1.13
W12-W13	75.29	396.6	450	0.45	1.80	0.80	0.0133	0.0100	0.76
W13-W14	150.35	396.6	450	0.45	0.80	0.20	0.0040	0.0100	1.51
W14-S18	166.87	793.6	900	0.90	0.20	1.60	-0.0084	0.0100	1.67
L8-R1	20.05	110.2	125	0.13	3.60	4.20	-0.0299	0.0100	0.21
L9-R1	47.29	110.2	125	0.13	3.00	4.20	-0.0254	0.0205	0.97
R1-R2	46.04	110.2	125	0.13	4.20	4.60	-0.0087	0.0100	0.47
L10-R2	36.32	110.2	125	0.13	4.00	4.60	-0.0165	0.0100	0.37
R2-R3	29.50	158.6	180	0.18	4.60	3.40	0.0407	0.0100	0.30
L11-R3	38.66	110.2	125	0.13	2.80	3.40	-0.0155	0.0100	0.39
R3-R4	19.54	158.6	180	0.18	3.40	3.00	0.0205	0.0100	0.20
L12-R4	32.79	110.2	125	0.13	2.80	3.00	-0.0061	0.0100	0.33
R4-R5	44.20	220.4	250	0.25	3.00	3.40	-0.0090	0.0100	0.45
R5-R6	72.14	625.8	710	0.71	3.40	3.20	0.0028	0.0100	0.73
L1-R6	111.23	220.4	250	0.25	4.20	3.20	0.0090	0.0100	1.12
R6-R8	5.39	705.2	800	0.80	3.20	3.20	0.0000	0.0100	0.06
L3-R7	54.61	176.2	200	0.20	1.80	2.40	-0.0110	0.0100	0.55
L4-R7	62.26	158.6	180	0.18	2.00	2.40	-0.0064	0.0100	0.63
R7-R8	122.77	158.6	180	0.18	2.40	3.20	-0.0065	0.0100	1.23
R8-R9	12.04	705.2	800	0.80	3.20	3.20	0.0000	0.0100	0.13
L5-R9	185.94	198.2	225	0.23	2.20	3.20	-0.0054	0.0100	1.86
R9-R10	23.31	705.2	800	0.80	3.20	3.20	0.0000	0.0100	0.24

No Saluran	L Pipa (m)	ID (mm)	ND (mm)	ND (m)	Elevasi Tanah		Slope Medan	Slope Rencana	Head Loss (m)
					Awal	Akhir			
L6-R10	190.21	198.2	225	0.23	2.60	3.20	-0.0032	0.0100	1.91
R10-R11	4.50	705.2	800	0.80	3.20	3.40	-0.0444	0.0100	0.05
L2-R11	58.42	220.4	250	0.25	4.80	3.40	0.0240	0.0100	0.59
R11-R12	18.50	705.2	800	0.80	3.40	3.20	0.0108	0.0100	0.19
L7-R12	195.86	220.4	250	0.25	2.60	3.20	-0.0031	0.0100	1.96
R12-S1	29.38	705.2	800	0.80	3.20	3.00	0.0068	0.0100	0.30
M1-S1	64.42	158.6	180	0.18	3.00	3.00	0.0000	0.0100	0.65
S1-S2	21.95	705.2	800	0.80	3.00	2.80	0.0091	0.0100	0.22
M2-S2	70.97	158.6	180	0.18	2.60	2.80	-0.0028	0.0100	0.71
S2-S3	22.75	705.2	800	0.80	2.80	2.40	0.0176	0.0100	0.23
M3-S3	68.21	158.6	180	0.18	2.20	2.40	-0.0029	0.0100	0.69
S3-S4	16.49	793.6	900	0.90	2.40	2.20	0.0121	0.0100	0.17
M18-S4	78.39	123.4	140	0.14	3.00	2.20	0.0102	0.0120	0.95
S4-S5	7.32	793.6	900	0.90	2.20	2.00	0.0273	0.0100	0.08
M4-S5	82.19	158.6	180	0.18	2.00	2.00	0.0000	0.0100	0.83
S5-S6	4.59	793.6	900	0.90	2.00	2.00	0.0000	0.0100	0.05
M19-S6	32.15	110.2	125	0.13	2.00	2.00	0.0000	0.0100	0.33
S6-S7	18.55	793.6	900	0.90	2.00	1.40	0.0323	0.0100	0.19
M5-S7	44.49	141.0	160	0.16	1.50	1.40	0.0022	0.0100	0.45
S7-S8	21.69	793.6	900	0.90	1.40	1.20	0.0092	0.0100	0.22
M17-S8	163.16	141.0	160	0.16	3.40	1.20	0.0135	0.0100	1.64
S8-S28	25.24	793.6	900	0.90	1.20	1.80	-0.0238	0.0120	0.31
M12-S9	43.60	123.4	140	0.14	2.00	1.80	0.0046	0.0120	0.53
M13-S9	23.70	110.2	125	0.13	2.20	1.80	0.0169	0.0120	0.29
S9-S10	62.00	158.6	180	0.18	1.80	1.80	0.0000	0.0100	0.62
M20-S10	127.32	141.0	160	0.16	1.80	1.80	0.0000	0.0100	1.28
S10-S11	12.76	220.4	250	0.25	1.80	1.80	0.0000	0.0100	0.13

No Saluran	L Pipa (m)	ID (mm)	ND (mm)	ND (m)	Elevasi Tanah		Slope Medan	Slope Rencana	Head Loss (m)
					Awal	Akhir			
M14-S11	54.20	141.0	160	0.16	2.80	1.80	0.0185	0.0100	0.55
S11-S13	74.03	220.4	250	0.25	1.80	1.80	0.0000	0.0100	0.75
M21-S13	177.00	176.2	200	0.20	1.80	1.80	0.0000	0.0100	1.77
S13-S12	8.58	312.8	355	0.36	1.80	1.80	0.0000	0.0100	0.09
M15-S12	101.71	123.4	140	0.14	3.40	1.80	0.0157	0.0100	1.02
S12-S14	22.69	352.6	400	0.40	1.80	1.80	0.0000	0.0100	0.23
M16-S14	107.96	158.6	180	0.18	0.00	1.80	-0.0167	0.0100	1.08
S14-S15	66.50	396.6	450	0.45	1.80	1.40	0.0060	0.0100	0.67
S15-S16	58.71	396.6	450	0.45	1.40	1.80	-0.0068	0.0100	0.59
M7-S26	61.30	141.0	160	0.16	1.80	1.20	0.0098	0.0100	0.62
M8-S26	46.25	141.0	160	0.16	1.80	1.20	0.0130	0.0100	0.47
S26-S27	25.57	176.2	200	0.20	1.20	1.40	-0.0078	0.0100	0.26
M6-S27	25.05	123.4	140	0.14	1.20	1.40	-0.0080	0.0100	0.26
M9-S27	32.35	123.4	140	0.14	1.20	1.40	-0.0062	0.0100	0.33
S27-S28	23.10	246.8	280	0.28	1.40	1.80	-0.0173	0.0100	0.24
S28-S29	38.61	793.6	900	0.90	1.80	1.80	0.0000	0.0100	0.39
M10-S29	68.63	123.4	140	0.14	1.20	1.80	-0.0087	0.0100	0.69
S29-S30	13.68	793.6	900	0.90	1.80	1.60	0.0146	0.0100	0.14
M11-S30	27.00	110.2	125	0.13	1.20	1.60	-0.0148	0.0100	0.27
S30-S16	39.22	793.6	900	0.90	1.60	1.80	-0.0051	0.0100	0.40
S16-S17	25.31	793.6	900	0.90	1.80	1.80	0.0000	0.0100	0.26
M26-S17	59.43	110.2	125	0.13	2.40	1.80	0.0101	0.0100	0.60
S17-S18	19.93	793.6	900	0.90	1.80	1.60	0.0100	0.0100	0.20
S18-S25	47.96	793.6	900	0.90	1.60	1.20	0.0083	0.0100	0.48
M23-S19	66.74	110.2	125	0.13	1.80	1.60	0.0030	0.0100	0.67
M24-S19	28.53	110.2	125	0.13	1.80	1.60	0.0070	0.0100	0.29
S19-S20	18.33	141.0	160	0.16	1.60	1.80	-0.0109	0.0100	0.19

No Saluran	L Pipa (m)	ID (mm)	ND (mm)	ND (m)	Elevasi Tanah		Slope Medan	Slope Rencana	Head Loss (m)
					Awal	Akhir			
M25-S20	50.43	123.4	140	0.14	1.80	1.80	0.0000	0.0120	0.61
S20-S21	14.87	176.2	200	0.20	1.80	1.80	0.0000	0.0100	0.15
M22-S21	102.57	141.0	160	0.16	1.00	1.80	-0.0078	0.0100	1.03
S21-S22	54.03	220.4	250	0.25	1.80	1.40	0.0074	0.0100	0.55
M27-S22	86.20	110.2	125	0.13	2.40	1.40	0.0116	0.0100	0.87
S22-S23	22.37	220.4	250	0.25	1.40	1.40	0.0000	0.0100	0.23
M28-S23	95.00	110.2	125	0.13	1.40	1.40	0.0000	0.0100	0.96
S23-S24	20.53	246.8	280	0.28	1.40	1.20	0.0097	0.0100	0.21
M29-S24	82.43	110.2	125	0.13	2.00	1.20	0.0097	0.0100	0.83
S24-S25	65.70	312.8	355	0.36	1.20	1.20	0.0000	0.0100	0.66
S25-IPAL	5.94	793.6	900	0.90	1.20	1.00	0.0336	0.0100	0.06

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Atas		Elevasi Bawah		Elevasi Muka Air		Kedalaman Penanaman		Pompa	Kedalaman Galian	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir		Awal	Akhir
A1-N1	119.80	3.60	2.40	3.44	2.24	3.54	2.34	1.16	1.96		1.31	2.11
A7-N1	54.14	4.80	4.25	4.66	4.11	4.74	4.19	1.14	0.09		1.29	0.24
N1-N2	29.94	2.40	2.10	2.20	1.90	2.32	2.02	2.00	2.10		2.15	2.25
A8-N2	61.33	4.40	3.78	4.26	3.64	4.34	3.72	1.14	0.36		1.29	0.51
N2-N3	25.44	2.10	1.84	1.85	1.59	2.00	1.74	2.15	2.81		2.30	2.96
A2-N3	149.34	3.40	1.90	3.26	1.76	3.34	1.84	1.14	2.64		1.29	2.79
N3-N4	25.20	1.84	1.58	1.56	1.30	1.73	1.47	2.84	3.30		2.99	3.45
A4-N5	179.84	4.20	2.40	4.00	2.20	4.12	2.32	1.20	2.60		1.35	2.75
A5-N5	173.92	4.80	3.06	4.66	2.92	4.74	3.00	1.14	1.88		1.29	2.03
N5-N4	24.81	2.40	2.15	2.15	1.90	2.30	2.05	2.65	2.70		2.80	2.85
A3-N4	149.20	3.80	2.30	3.66	2.16	3.74	2.24	1.14	2.44		1.29	2.59
N4-N6	32.71	1.58	1.25	1.18	0.85	1.42	1.09	3.42	2.75		3.57	2.90
A6-N6	262.82	5.00	2.37	4.82	2.19	4.93	2.30	1.18	1.41		1.33	1.56



No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Atas		Elevasi Bawah		Elevasi Muka Air		Kedalaman Penanaman		Pompa	Kedalaman Galian	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir		Awal	Akhir
N6-N7	124.20	1.25	0.00	0.80	-0.45	1.07	-0.18	2.80	3.85		2.95	4.00
B1-N7	119.93	3.80	2.60	3.60	2.40	3.72	2.52	1.20	1.00		1.35	1.15
N7-N8	22.90	0.00	-0.23	-0.45	-0.68	-0.18	-0.41	3.85	3.28		4.00	3.43
B2-N8	143.29	3.00	1.56	2.80	1.36	2.92	1.48	1.20	1.24		1.35	1.39
N8-O6	306.17	-0.23	-3.30	-0.79	-3.86	-0.45	-3.52	3.39	7.26	1	3.54	7.41
C4-O1	65.92	5.00	4.34	4.86	4.20	4.94	4.28	1.14	0.00		1.29	0.15
C5-O1	67.73	4.00	3.32	3.84	3.16	3.94	3.26	1.16	1.04		1.31	1.19
O1-O5	127.39	3.32	2.04	3.10	1.82	3.23	1.95	1.11	1.19		1.26	1.34
C3-O2	89.66	4.60	3.70	4.46	3.56	4.54	3.64	1.14	0.44		1.29	0.59
O2-O3	25.22	3.70	3.44	3.56	3.30	3.64	3.38	0.44	0.50		0.59	0.65
C2-O3	89.06	3.44	2.54	3.30	2.40	3.38	2.48	1.90	1.40		2.05	1.55
O3-O4	25.05	2.54	2.28	2.34	2.08	2.46	2.20	1.46	1.32		1.61	1.47
C1-O4	88.94	3.60	2.71	3.42	2.53	3.53	2.64	1.18	0.87		1.33	1.02
O4-O5	55.61	2.28	1.72	2.03	1.47	2.18	1.62	1.17	1.53		1.32	1.68
O5-O6	156.18	1.72	0.15	1.37	-0.21	1.58	0.01	1.64	3.61		1.79	3.76
O6-O7	82.60	0.15	-0.68	-0.56	-1.39	-0.13	-0.96	3.96	4.19		4.11	4.34
D1-P1	179.95	5.00	3.20	4.88	3.08	4.95	3.15	1.13	3.33		1.28	3.48
D2-P1	149.72	4.80	3.30	4.66	3.16	4.74	3.24	1.14	3.24		1.29	3.39
P1-P2	24.93	3.20	2.95	3.02	2.77	3.13	2.88	3.38	3.03		3.53	3.18
D3-P2	149.85	5.00	3.50	4.86	3.36	4.94	3.44	1.14	2.44		1.29	2.59
P2-P3	25.74	2.95	2.69	2.75	2.49	2.87	2.61	3.05	2.31		3.20	2.46
D4-P3	150.44	5.00	3.49	4.86	3.35	4.94	3.43	1.14	1.45		1.29	1.60
P3-P4	25.00	2.69	2.43	2.44	2.18	2.59	2.33	2.36	2.62		2.51	2.77
D5-P4	187.12	5.20	3.32	5.00	3.12	5.12	3.24	1.20	1.68		1.35	1.83
P4-P5	24.89	2.43	2.18	2.12	1.87	2.30	2.05	2.69	3.34		2.84	3.49
D6-P5	149.89	3.80	2.30	3.60	2.10	3.72	2.22	1.20	3.10		1.35	3.25
P5-P6	99.71	2.18	1.18	1.78	0.78	2.02	1.02	3.42	3.22		3.57	3.37

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Atas		Elevasi Bawah		Elevasi Muka Air		Kedalaman Penanaman		Pompa	Kedalaman Galian	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir		Awal	Akhir
D7-P6	200.45	3.40	1.39	3.20	1.19	3.32	1.31	1.20	2.81		1.35	2.96
P6-Q1	109.30	1.18	0.08	0.73	-0.37	1.00	-0.10	3.27	3.77		3.42	3.92
E21-Q1	130.79	2.60	1.29	2.44	1.13	2.54	1.23	1.16	2.27		1.31	2.42
Q1-Q2	32.38	0.08	-0.25	-0.63	-0.96	-0.20	-0.53	4.03	4.36		4.18	4.51
E11-Q2	79.36	2.80	2.00	2.64	1.84	2.74	1.94	1.16	1.56		1.31	1.71
Q2-Q3	24.65	-0.25	-0.50	-0.96	-1.21	-0.53	-0.78	4.36	4.61		4.51	4.76
E10-Q3	82.44	3.00	2.17	2.88	2.05	2.95	2.12	1.13	1.36		1.28	1.51
Q3-Q5	25.56	-0.50	-0.76	-1.21	-1.47	-0.78	-1.04	4.61	4.47		4.76	4.62
E20-Q4	74.65	2.20	1.45	2.06	1.31	2.14	1.39	1.14	1.69		1.29	1.84
Q4-Q5	3.63	1.45	1.41	1.31	1.27	1.39	1.35	1.69	1.73		1.84	1.88
Q5-Q6	25.60	-0.76	-1.02	-1.47	-1.73	-1.04	-1.30	4.47	5.13		4.62	5.28
E9-Q6	111.01	3.00	1.88	2.88	1.76	2.95	1.83	1.13	1.65		1.28	1.80
Q6-Q7	21.85	-1.02	-1.24	-1.73	-1.95	-1.30	-1.52	5.13	5.55		5.28	5.70
E19-Q7	60.09	2.60	1.99	2.48	1.87	2.55	1.94	1.13	1.74		1.28	1.89
Q7-Q8	2.40	-1.24	-1.27	-1.95	-1.98	-1.52	-1.55	5.15	5.58		5.30	5.73
E8-Q8	113.62	3.20	2.06	3.08	1.94	3.15	2.01	1.13	1.67		1.28	1.82
Q8-Q9	24.99	-1.27	-1.52	-1.98	-2.23	-1.55	-1.80	5.58	5.43		5.73	5.58
E7-Q9	117.74	3.40	2.22	3.26	2.08	3.34	2.16	1.14	1.12		1.29	1.27
Q9-Q10	21.44	-1.52	-1.74	-2.23	-2.45	-1.80	-2.02	5.43	4.45		5.58	4.60
E12-Q11	37.15	3.20	2.82	3.08	2.70	3.15	2.77	1.13	0.31		1.28	0.46
E13-Q11	42.60	2.60	2.17	2.48	2.05	2.55	2.12	1.13	0.96		1.28	1.11
Q11-Q12	23.85	2.17	1.93	2.05	1.81	2.12	1.88	0.96	1.00		1.11	1.15
E1-Q12	150.32	3.40	1.89	3.26	1.75	3.34	1.83	1.14	1.05		1.29	1.20
Q12-Q13	10.74	1.89	1.78	1.71	1.60	1.82	1.71	1.09	1.00		1.24	1.15
E2-Q13	142.07	4.00	2.57	3.88	2.45	3.95	2.52	1.13	0.16		1.28	0.31
Q13-Q14	22.36	1.78	1.55	1.60	1.37	1.71	1.48	1.00	0.63		1.15	0.78
E3-Q14	139.67	4.80	3.40	4.68	3.28	4.75	3.35	1.13	-1.28		1.28	-1.13

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Atas		Elevasi Bawah		Elevasi Muka Air		Kedalaman Penanaman		Pompa	Kedalaman Galian	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir		Awal	Akhir
Q14-Q15	25.34	1.55	1.29	1.30	1.04	1.45	1.19	0.70	1.16		0.85	1.31
E4-Q15	136.93	4.20	2.83	4.08	2.71	4.15	2.78	1.13	-0.51		1.28	-0.36
E15-Q21	33.31	2.60	2.26	2.48	2.14	2.55	2.21	1.13	1.07		1.28	1.22
E16-Q21	51.80	2.20	1.68	2.08	1.56	2.15	1.63	1.13	1.65		1.28	1.80
Q21-Q20	4.82	1.68	1.63	1.54	1.49	1.62	1.57	1.66	1.71		1.81	1.86
E14-Q20	43.30	2.80	2.36	2.68	2.24	2.75	2.31	1.13	0.97		1.28	1.12
Q20-Q15	24.46	1.63	1.38	1.45	1.20	1.56	1.31	1.75	1.00		1.90	1.15
Q15-Q16	24.52	1.29	1.04	1.01	0.76	1.18	0.93	1.19	1.64		1.34	1.79
E5-Q16	134.75	3.60	2.25	3.48	2.13	3.55	2.20	1.13	0.28		1.28	0.43
Q16-Q17	22.93	1.04	0.81	0.69	0.46	0.90	0.67	1.72	1.95		1.87	2.10
E17-Q17	52.46	2.00	1.47	1.88	1.35	1.95	1.42	1.13	1.06		1.28	1.21
Q17-Q18	2.02	0.81	0.78	0.46	0.43	0.67	0.64	1.95	1.98		2.10	2.13
E6-Q18	168.61	2.40	0.71	2.24	0.55	2.34	0.65	1.16	1.85		1.31	2.00
Q18-Q19	16.83	0.78	0.61	0.38	0.21	0.62	0.45	2.02	1.99		2.17	2.14
E18-Q19	58.42	2.00	1.41	1.88	1.29	1.95	1.36	1.13	0.92		1.28	1.07
Q19-Q10	31.11	0.61	0.29	0.21	-0.11	0.45	0.13	1.99	2.11		2.14	2.26
Q10-Q22	90.10	-1.74	-2.65	-2.45	-3.36	-2.02	-2.93	4.45	7.76	1	4.60	7.91
E22-Q22	67.78	3.40	2.72	3.26	2.58	3.34	2.66	1.14	1.82		1.29	1.97
Q22-R5	36.04	2.72	2.35	2.01	1.64	2.44	2.07	2.39	1.76		2.54	1.91
F2-T1	102.92	2.60	1.57	2.46	1.43	2.54	1.51	1.14	2.17		1.29	2.32
F3-T1	82.21	2.40	1.57	2.26	1.43	2.34	1.51	1.14	2.17		1.29	2.32
T1-T3	39.29	1.57	1.17	1.37	0.97	1.49	1.09	2.23	2.83		2.38	2.98
F4-T2	64.47	2.40	1.75	2.28	1.63	2.35	1.70	1.13	1.98		1.28	2.13
F5-T2	83.08	2.20	1.36	2.08	1.24	2.15	1.31	1.13	2.37		1.28	2.52
T2-T3	37.68	1.36	0.98	1.20	0.82	1.30	0.92	2.40	2.98		2.55	3.13
T3-T4	169.83	0.98	-0.72	0.73	-0.97	0.88	-0.82	3.07	3.57		3.22	3.72
F6-T4	62.40	2.60	1.97	2.48	1.85	2.55	1.92	1.13	0.76		1.28	0.91

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Atas		Elevasi Bawah		Elevasi Muka Air		Kedalaman Penanaman		Pompa	Kedalaman Galian	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir		Awal	Akhir
T4-T5	16.30	-0.72	-0.89	-0.97	-1.14	-0.82	-0.99	3.57	4.14		3.72	4.29
F7-T5	62.89	3.00	2.37	2.88	2.25	2.95	2.32	1.13	0.76		1.28	0.91
T5-T6	19.32	-0.89	-1.09	-1.14	-1.34	-0.99	-1.19	4.14	4.54		4.29	4.69
F8-T7	99.75	3.20	2.20	3.02	2.02	3.13	2.13	1.18	1.38		1.33	1.53
T7-T6	17.07	-2.91	-3.09	-3.47	-3.65	-3.13	-3.31	6.87	6.85	1	7.02	7.00
T6-T8	44.52	-1.09	-1.54	-1.65	-2.10	-1.31	-1.76	4.85	3.10		5.00	3.25
F9-T8	209.46	2.00	-0.10	1.86	-0.24	1.94	-0.16	1.14	1.24		1.29	1.39
T8-T9	19.57	-1.54	-1.74	-2.17	-2.37	-1.79	-1.99	3.17	3.37		3.32	3.52
F10-T9	240.48	1.60	-0.81	1.46	-0.95	1.54	-0.87	1.14	1.95		1.29	2.10
T9-T10	17.66	-1.74	-1.92	-2.37	-2.55	-1.99	-2.17	3.37	3.55		3.52	3.70
F11-T10	170.31	2.20	0.49	2.06	0.35	2.14	0.43	1.14	0.65		1.29	0.80
T10-T11	22.16	-1.92	-2.15	-2.63	-2.86	-2.20	-2.43	3.63	3.86		3.78	4.01
F1-O7	188.83	2.60	0.71	2.44	0.55	2.54	0.65	1.16	2.25		1.31	2.40
O7-T11	265.03	-0.68	-3.34	-1.48	-4.14	-1.00	-3.66	4.28	5.14		4.43	5.29
T11-U4	26.76	-3.34	-3.61	-4.24	-4.51	-3.70	-3.97	5.24	5.51		5.39	5.66
G3-U1	93.50	1.80	0.86	1.09	0.15	1.52	0.58	1.71	2.85		1.86	3.00
G4-U1	128.20	2.20	0.91	1.49	0.20	1.92	0.63	1.71	2.80		1.86	2.95
U1-U2	16.28	0.91	0.74	0.20	0.03	0.63	0.46	2.80	3.17		2.95	3.32
G2-U2	93.61	2.40	1.46	1.69	0.75	2.12	1.18	1.71	2.45		1.86	2.60
U2-U3	18.58	0.74	0.55	0.03	-0.16	0.46	0.27	3.17	3.76		3.32	3.91
G1-U3	89.82	2.60	1.70	1.89	0.99	2.32	1.42	1.71	2.61		1.86	2.76
U3-U4	162.00	0.55	-1.07	-0.16	-1.78	0.27	-1.35	3.76	2.78		3.91	2.93
U4-U5	19.64	-3.61	-3.81	-4.51	-4.71	-3.97	-4.17	5.51	5.71		5.66	5.86
G9-U5	39.39	0.80	0.40	0.09	-0.31	0.52	0.12	1.71	1.31		1.86	1.46
U5-U6	16.12	-3.81	-3.98	-4.71	-4.88	-4.17	-4.34	5.71	5.88		5.86	6.03
G6-U9	43.13	1.40	0.96	0.95	0.51	1.22	0.78	1.45	1.69		1.60	1.84
G5-U11	79.59	2.80	2.00	2.45	1.65	2.66	1.86	1.36	1.96		1.51	2.11

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Atas		Elevasi Bawah		Elevasi Muka Air		Kedalaman Penanaman		Pompa	Kedalaman Galian	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir		Awal	Akhir
H1-U11	117.53	3.00	1.82	2.65	1.47	2.86	1.68	1.36	2.14		1.51	2.29
U11-U10	122.29	2.00	0.77	1.65	0.42	1.86	0.63	1.96	1.99		2.11	2.14
U10-U9	15.75	0.30	0.14	-0.15	-0.31	0.12	-0.04	2.55	2.51		2.70	2.66
U9-U8	16.61	0.14	-0.03	-0.31	-0.48	-0.04	-0.21	2.51	1.88		2.66	2.03
G7-U8	37.91	1.20	0.82	0.49	0.11	0.92	0.54	1.71	1.29		1.86	1.44
U8-U7	16.51	-0.03	-0.20	-0.48	-0.65	-0.21	-0.38	1.88	1.85		2.03	2.00
G8-U7	40.66	1.00	0.59	0.29	-0.12	0.72	0.31	1.71	1.32		1.86	1.47
U7-U6	2.54	-0.20	-0.23	-0.65	-0.68	-0.38	-0.41	1.85	1.68		2.00	1.83
U6-U13	66.97	-0.23	-0.90	-1.13	-1.80	-0.59	-1.26	2.13	4.80		2.28	4.95
G10-U12	50.75	0.60	0.09	-0.11	-0.62	0.32	-0.19	1.71	3.82		1.86	3.97
G11-U12	19.35	2.00	1.80	1.29	1.09	1.72	1.52	1.71	2.11		1.86	2.26
U12-U13	20.67	1.80	1.59	1.09	0.88	1.52	1.31	2.11	2.12		2.26	2.27
U13-U14	23.60	-0.90	-1.14	-1.80	-2.04	-1.26	-1.50	4.80	4.64		4.95	4.79
G12-U14	81.01	0.80	-0.02	0.09	-0.73	0.52	-0.30	1.71	3.33		1.86	3.48
U14-U22	62.45	-1.14	-1.77	-2.04	-2.67	-1.50	-2.13	4.64	5.07		4.79	5.22
U22-U23	19.00	-1.77	-1.96	-2.67	-2.86	-2.13	-2.32	5.07	4.86		5.22	5.01
G13-U23	138.35	0.80	-0.59	0.09	-1.30	0.52	-0.87	1.71	3.30		1.86	3.45
U23-U24	16.48	-1.96	-2.13	-2.86	-3.03	-2.32	-2.49	4.86	4.83		5.01	4.98
H2-U15	44.46	3.40	2.95	3.28	2.83	3.35	2.90	1.13	0.98		1.28	1.13
H3-U15	37.55	4.20	3.82	4.08	3.70	4.15	3.77	1.13	0.11		1.28	0.26
U15-U16	18.67	2.95	2.76	2.79	2.60	2.89	2.70	1.01	0.80		1.16	0.95
H4-U16	40.18	4.00	3.59	3.88	3.47	3.95	3.54	1.13	-0.06		1.28	0.09
U16-U17	22.89	2.76	2.53	2.58	2.35	2.69	2.46	0.82	0.45		0.97	0.60
H5-U17	41.09	2.20	1.78	2.02	1.60	2.13	1.71	1.18	1.20		1.33	1.35
U17-U10	147.07	1.78	0.30	1.53	0.05	1.68	0.20	1.27	2.35		1.42	2.50
H10-U18	56.87	1.40	0.83	1.28	0.71	1.35	0.78	1.13	1.50		1.28	1.65
H11-U18	77.78	1.20	0.42	1.08	0.30	1.15	0.37	1.13	1.91		1.28	2.06

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Atas		Elevasi Bawah		Elevasi Muka Air		Kedalaman Penanaman		Pompa	Kedalaman Galian	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir		Awal	Akhir
U18-U19	15.96	0.42	0.26	0.24	0.08	0.35	0.19	1.96	2.12		2.11	2.27
H9-U19	58.11	1.60	1.01	1.48	0.89	1.55	0.96	1.13	1.32		1.28	1.47
U19-U22	56.39	1.01	0.44	0.81	0.24	0.93	0.36	1.39	2.16		1.54	2.31
H7-U20	39.38	1.80	1.40	1.68	1.28	1.75	1.35	1.13	0.93		1.28	1.08
H8-U20	56.53	1.60	1.03	1.48	0.91	1.55	0.98	1.13	1.30		1.28	1.45
U20-U21	20.85	1.03	0.82	0.87	0.66	0.97	0.76	1.33	0.94		1.48	1.09
H6-U21	108.59	1.20	0.11	0.95	-0.14	1.10	0.01	1.25	1.74		1.40	1.89
U21-U24	49.20	0.11	-0.39	-0.17	-0.67	0.00	-0.50	1.77	2.47		1.92	2.62
U24-U25	19.95	-2.13	-2.33	-3.03	-3.23	-2.49	-2.69	4.83	4.63		4.98	4.78
U25-W7	159.51	-2.33	-3.93	-3.23	-4.83	-2.69	-4.29	4.63	6.83		4.78	6.98
I6-V1	64.78	0.80	0.15	0.68	0.03	0.75	0.10	1.13	2.18		1.28	2.33
I7-V1	79.23	1.20	0.40	1.08	0.28	1.15	0.35	1.13	1.93		1.28	2.08
V1-V2	78.53	0.15	-0.64	-0.01	-0.80	0.09	-0.70	2.21	2.60		2.36	2.75
I8-V2	27.68	1.00	0.72	0.86	0.58	0.94	0.66	1.14	1.22		1.29	1.37
V2-V3	66.32	-0.64	-1.31	-0.84	-1.51	-0.72	-1.39	2.64	2.91		2.79	3.06
I18-V3	167.04	0.40	-1.28	0.26	-1.42	0.34	-1.34	1.14	2.82		1.29	2.97
V3-V4	25.88	-1.31	-1.57	-1.56	-1.82	-1.41	-1.67	2.96	3.42		3.11	3.57
I17-V4	102.02	0.40	-0.63	0.28	-0.76	0.35	-0.68	1.13	2.36		1.28	2.51
V4-V5	11.23	-1.57	-1.69	-1.82	-1.94	-1.67	-1.79	3.42	3.14		3.57	3.29
I16-V5	80.97	0.60	-0.21	0.48	-0.34	0.55	-0.26	1.13	1.54		1.28	1.69
V5-V6	8.53	-1.69	-1.78	-1.94	-2.03	-1.79	-1.88	3.14	3.43		3.29	3.58
I9-V6	82.93	0.20	-0.63	0.08	-0.76	0.15	-0.68	1.13	2.16		1.28	2.31
V6-V9	48.62	-1.78	-2.27	-2.06	-2.55	-1.89	-2.38	3.46	3.75		3.61	3.90
I14-V7	94.13	1.20	0.25	1.08	0.13	1.15	0.20	1.13	1.88		1.28	2.03
I15-V7	68.58	1.20	0.51	1.08	0.39	1.15	0.46	1.13	1.62		1.28	1.77
V7-V8	17.47	0.25	0.07	0.07	-0.11	0.18	0.00	1.93	1.71		2.08	1.86
I13-V8	78.67	1.80	1.01	1.64	0.85	1.74	0.95	1.16	0.75		1.31	0.90

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Atas		Elevasi Bawah		Elevasi Muka Air		Kedalaman Penanaman		Pompa	Kedalaman Galian	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir		Awal	Akhir
V8-V9	20.64	0.07	-0.14	-0.13	-0.34	-0.01	-0.22	1.73	1.54		1.88	1.69
V9-V10	75.68	-2.27	-3.03	-2.67	-3.43	-2.43	-3.19	3.87	4.83		4.02	4.98
I10-V10	82.91	0.00	-0.83	-0.13	-0.96	-0.05	-0.88	1.13	2.36		1.28	2.51
V10-V11	25.59	-3.03	-3.29	-3.43	-3.69	-3.19	-3.45	4.83	5.09		4.98	5.24
I11-V17	29.01	1.22	0.92	1.08	0.78	1.16	0.86	1.14	1.02		1.29	1.17
I12-V17	163.73	0.60	-1.04	0.46	-1.18	0.54	-1.10	1.14	2.98		1.29	3.13
V17-V11	8.60	-1.04	-1.13	-1.24	-1.33	-1.12	-1.21	3.04	2.73		3.19	2.88
V11-V13	45.61	-3.29	-3.75	-3.74	-4.20	-3.47	-3.93	5.14	4.40		5.29	4.55
I4-V12	75.98	0.80	0.04	0.66	-0.10	0.74	-0.02	1.14	0.30		1.29	0.45
I5-V12	125.08	0.60	-0.66	0.46	-0.80	0.54	-0.72	1.14	1.00		1.29	1.15
V12-V13	22.68	-0.66	-0.89	-0.86	-1.09	-0.74	-0.97	1.06	1.29		1.21	1.44
V13-V14	85.70	-3.75	-4.61	-4.20	-5.06	-3.93	-4.79	4.40	6.66		4.55	6.81
I3-V14	77.18	0.60	-0.18	0.40	-0.38	0.52	-0.26	1.20	1.98		1.35	2.13
V14-V15	23.81	-4.61	-4.85	-5.17	-5.41	-4.83	-5.07	6.77	6.41	1	6.92	6.56
I2-V15	110.53	1.00	-0.11	0.82	-0.29	0.93	-0.18	1.18	1.29		1.33	1.44
V15-V16	176.62	-0.11	-1.88	-0.67	-2.44	-0.33	-2.10	1.67	4.04		1.82	4.19
I1-V16	116.51	1.40	0.23	1.20	0.03	1.32	0.15	1.20	1.57		1.35	1.72
V16-T7	102.58	-1.88	-2.91	-2.44	-3.47	-2.10	-3.13	4.04	6.87		4.19	7.02
K1-W3	89.04	1.00	0.10	0.80	-0.10	0.92	0.02	1.20	2.30		1.35	2.45
K2-W3	71.42	1.00	0.28	0.86	0.14	0.94	0.22	1.14	2.06		1.29	2.21
W3-W4	17.91	0.10	-0.08	-0.15	-0.33	0.00	-0.18	2.35	2.73		2.50	2.88
K3-W4	81.15	0.80	-0.02	0.66	-0.16	0.74	-0.08	1.14	2.56		1.29	2.71
W4-W5	26.69	-0.02	-0.29	-0.27	-0.54	-0.12	-0.39	2.67	2.54		2.82	2.69
K4-W5	107.57	0.40	-0.68	0.26	-0.82	0.34	-0.74	1.14	2.82		1.29	2.97
W5-U25	117.71	-0.68	-1.86	-0.96	-2.14	-0.79	-1.97	2.96	3.54		3.11	3.69
J2-W1	70.04	1.00	0.29	0.86	0.15	0.94	0.23	1.14	3.45		1.29	3.60
J3-W1	22.65	2.40	2.17	2.24	2.01	2.34	2.11	1.16	1.59		1.31	1.74

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Atas		Elevasi Bawah		Elevasi Muka Air		Kedalaman Penanaman		Pompa	Kedalaman Galian	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir		Awal	Akhir
W1-W2	23.55	2.17	1.93	1.97	1.73	2.09	1.85	1.63	1.07		1.78	1.22
J1-W2	68.10	1.00	0.31	0.86	0.17	0.94	0.25	1.14	2.63		1.29	2.78
W2-W8	23.95	1.93	1.69	1.68	1.44	1.83	1.59	1.12	0.36		1.27	0.51
J4-W9	141.68	0.00	-1.42	-0.18	-1.60	-0.07	-1.49	1.18	2.60		1.33	2.75
J5-W9	135.86	0.00	-1.36	-0.14	-1.50	-0.06	-1.42	1.14	2.50		1.29	2.65
J6-W9	132.35	0.40	-0.93	0.22	-1.11	0.33	-1.00	1.18	2.11		1.33	2.26
W9-W8	184.79	-1.42	-3.27	-1.67	-3.52	-1.52	-3.37	2.67	5.32		2.82	5.47
W8-W7	10.72	-3.27	-3.38	-3.67	-3.78	-3.43	-3.54	5.47	5.78		5.62	5.93
W7-W6	38.44	-3.93	-4.32	-4.83	-5.22	-4.29	-4.68	6.83	6.62		6.98	6.77
K5-W6	128.58	-1.00	-2.29	-1.20	-2.49	-1.08	-2.37	1.20	3.89		1.35	4.04
W6-W15	15.40	-4.32	-4.48	-5.22	-5.38	-4.68	-4.84	6.62	6.78		6.77	6.93
K6-W15	55.32	-0.20	-0.76	-0.34	-0.90	-0.26	-0.82	1.14	2.30		1.29	2.45
W15-W14	141.76	-4.48	-5.90	-5.38	-6.80	-4.84	-6.26	6.78	7.00		6.93	7.15
K7-W10	58.65	0.80	0.21	0.60	0.01	0.72	0.13	1.20	1.79		1.35	1.94
K8-W10	58.05	0.80	0.21	0.60	0.01	0.72	0.13	1.20	1.79		1.35	1.94
W10-W12	75.27	0.21	-1.30	-0.04	-1.55	0.11	-1.40	1.84	3.35		1.99	3.50
K9-W11	23.44	0.40	0.16	0.18	-0.07	0.31	0.07	1.23	0.67		1.38	0.82
K10-W11	204.13	0.40	-1.65	0.15	-1.90	0.30	-1.75	1.25	2.50		1.40	2.65
W11-W12	112.07	-1.65	-2.78	-2.01	-3.14	-1.79	-2.92	2.61	4.94		2.76	5.09
W12-W13	75.29	-2.78	-3.54	-3.23	-3.99	-2.96	-3.72	5.03	4.79		5.18	4.94
W13-W14	150.35	-3.54	-5.05	-3.99	-5.50	-3.72	-5.23	4.79	5.70		4.94	5.85
W14-S18	166.87	-5.05	-6.72	-5.95	-7.62	-5.41	-7.08	6.15	9.22	1	6.30	9.37
L8-R1	20.05	2.60	2.39	2.48	2.27	2.55	2.34	1.13	1.94		1.28	2.09
L9-R1	47.29	2.00	1.03	1.88	0.91	1.95	0.98	1.13	3.30		1.28	3.45
R1-R2	46.04	1.03	0.56	0.91	0.44	0.98	0.51	3.30	4.17		3.45	4.32
L10-R2	36.32	3.00	2.63	2.88	2.51	2.95	2.58	1.13	2.10		1.28	2.25
R2-R3	29.50	0.56	0.26	0.38	0.08	0.49	0.19	4.22	3.32		4.37	3.47



No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Atas		Elevasi Bawah		Elevasi Muka Air		Kedalaman Penanaman		Pompa	Kedalaman Galian	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir		Awal	Akhir
L11-R3	38.66	1.80	1.41	1.68	1.29	1.75	1.36	1.13	2.12		1.28	2.27
R3-R4	19.54	0.26	0.06	0.08	-0.12	0.19	-0.01	3.32	3.12		3.47	3.27
L12-R4	32.79	1.80	1.47	1.68	1.35	1.75	1.42	1.13	1.66		1.28	1.81
R4-R5	44.20	0.06	-0.39	-0.19	-0.64	-0.04	-0.49	3.19	4.04		3.34	4.19
R5-R6	72.14	-0.39	-1.12	-1.10	-1.83	-0.67	-1.40	4.50	5.03		4.65	5.18
L1-R6	111.23	3.20	2.08	2.95	1.83	3.10	1.98	1.25	1.37		1.40	1.52
R6-R8	5.39	-1.12	-1.18	-1.92	-1.98	-1.44	-1.50	5.12	5.18		5.27	5.33
L3-R7	54.61	0.80	0.25	0.60	0.05	0.72	0.17	1.20	2.35		1.35	2.50
L4-R7	62.26	1.00	0.37	0.82	0.19	0.93	0.30	1.18	2.21		1.33	2.36
R7-R8	122.77	0.37	-0.86	0.19	-1.04	0.30	-0.93	2.21	4.24		2.36	4.39
R8-R9	12.04	-1.18	-1.31	-1.98	-2.11	-1.50	-1.63	5.18	5.31		5.33	5.46
L5-R9	185.94	1.20	-0.66	0.98	-0.89	1.11	-0.75	1.23	4.09		1.38	4.24
R9-R10	23.31	-1.31	-1.55	-2.11	-2.35	-1.63	-1.87	5.31	5.55		5.46	5.70
L6-R10	190.21	1.60	-0.31	1.38	-0.54	1.51	-0.40	1.23	3.74		1.38	3.89
R10-R11	4.50	-1.55	-1.60	-2.35	-2.40	-1.87	-1.92	5.55	5.80		5.70	5.95
L2-R11	58.42	3.80	3.21	3.55	2.96	3.70	3.11	1.25	0.44		1.40	0.59
R11-R12	18.50	-1.60	-1.79	-2.40	-2.59	-1.92	-2.11	5.80	5.79		5.95	5.94
L7-R12	195.86	1.60	-0.36	1.35	-0.61	1.50	-0.46	1.25	3.81		1.40	3.96
R12-S1	29.38	-1.79	-2.09	-2.59	-2.89	-2.11	-2.41	5.79	5.89		5.94	6.04
M1-S1	64.42	2.00	1.35	1.82	1.17	1.93	1.28	1.18	1.83		1.33	1.98
S1-S2	21.95	-2.09	-2.31	-2.89	-3.11	-2.41	-2.63	5.89	5.91		6.04	6.06
M2-S2	70.97	1.60	0.89	1.42	0.71	1.53	0.82	1.18	2.09		1.33	2.24
S2-S3	22.75	-2.31	-2.54	-3.11	-3.34	-2.63	-2.86	5.91	5.74		6.06	5.89
M3-S3	68.21	1.20	0.51	1.02	0.33	1.13	0.44	1.18	2.07		1.33	2.22
S3-S4	16.49	-2.54	-2.71	-3.44	-3.61	-2.90	-3.07	5.84	5.81		5.99	5.96
M18-S4	78.39	2.00	1.05	1.86	0.91	1.94	0.99	1.14	1.29		1.29	1.44
S4-S5	7.32	-2.71	-2.79	-3.61	-3.69	-3.07	-3.15	5.81	5.69		5.96	5.84

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Atas		Elevasi Bawah		Elevasi Muka Air		Kedalaman Penanaman		Pompa	Kedalaman Galian	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir		Awal	Akhir
M4-S5	82.19	1.00	0.17	0.82	-0.01	0.93	0.10	1.18	2.01		1.33	2.16
S5-S6	4.59	-2.79	-2.84	-3.69	-3.74	-3.15	-3.20	5.69	5.74		5.84	5.89
M19-S6	32.15	1.00	0.67	0.88	0.55	0.95	0.62	1.13	1.46		1.28	1.61
S6-S7	18.55	-2.84	-3.03	-3.74	-3.93	-3.20	-3.39	5.74	5.33		5.89	5.48
M5-S7	44.49	0.50	0.05	0.34	-0.11	0.44	-0.01	1.16	1.51		1.31	1.66
S7-S8	21.69	-3.03	-3.25	-3.93	-4.15	-3.39	-3.61	5.33	5.35		5.48	5.50
M17-S8	163.16	2.40	0.76	2.24	0.60	2.34	0.70	1.16	0.60		1.31	0.75
S8-S28	25.24	-3.25	-3.56	-4.15	-4.46	-3.61	-3.92	5.35	6.26		5.50	6.41
M12-S9	43.60	1.00	0.47	0.86	0.33	0.94	0.41	1.14	1.47		1.29	1.62
M13-S9	23.70	1.20	0.91	1.08	0.79	1.15	0.86	1.13	1.02		1.28	1.17
S9-S10	62.00	0.47	-0.15	0.29	-0.33	0.40	-0.22	1.51	2.13		1.66	2.28
M20-S10	127.32	0.80	-0.48	0.64	-0.64	0.74	-0.54	1.16	2.44		1.31	2.59
S10-S11	12.76	-0.15	-0.28	-0.40	-0.53	-0.25	-0.38	2.20	2.33		2.35	2.48
M14-S11	54.20	1.80	1.25	1.64	1.09	1.74	1.19	1.16	0.71		1.31	0.86
S11-S13	74.03	-0.28	-1.03	-0.53	-1.28	-0.38	-1.13	2.33	3.08		2.48	3.23
M21-S13	177.00	0.80	-0.97	0.60	-1.17	0.72	-1.05	1.20	2.97		1.35	3.12
S13-S12	8.58	-1.03	-1.12	-1.39	-1.48	-1.17	-1.26	3.19	3.28		3.34	3.43
M15-S12	101.71	2.40	1.38	2.26	1.24	2.34	1.32	1.14	0.56		1.29	0.71
S12-S14	22.69	-1.12	-1.35	-1.52	-1.75	-1.28	-1.51	3.32	3.55		3.47	3.70
M16-S14	107.96	-1.00	-2.08	-1.18	-2.26	-1.07	-2.15	1.18	4.06		1.33	4.21
S14-S15	66.50	-2.08	-2.75	-2.53	-3.20	-2.26	-2.93	4.33	4.60		4.48	4.75
S15-S16	58.71	-2.75	-3.34	-3.20	-3.79	-2.93	-3.52	4.60	5.59		4.75	5.74
M7-S26	61.30	0.80	0.18	0.64	0.02	0.74	0.12	1.16	1.18		1.31	1.33
M8-S26	46.25	0.80	0.33	0.64	0.17	0.74	0.27	1.16	1.03		1.31	1.18
S26-S27	25.57	0.33	0.07	0.13	-0.13	0.25	-0.01	1.07	1.53		1.22	1.68
M6-S27	25.05	0.20	-0.06	0.06	-0.20	0.14	-0.12	1.14	1.60		1.29	1.75
M9-S27	32.35	0.20	-0.13	0.06	-0.27	0.14	-0.19	1.14	1.67		1.29	1.82

No Saluran	L Pipa (m)	Elevasi Atas		Elevasi Bawah		Elevasi Muka Air		Kedalaman Penanaman		Pompa	Kedalaman Galian	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir		Awal	Akhir
S27-S28	23.10	0.07	-0.17	-0.21	-0.45	-0.04	-0.28	1.61	2.25		1.76	2.4
S28-S29	38.61	-3.56	-3.95	-4.46	-4.85	-3.92	-4.31	6.26	6.65		6.41	6.80
M10-S29	68.63	0.20	-0.49	0.06	-0.63	0.14	-0.55	1.14	2.43		1.29	2.58
S29-S30	13.68	-3.95	-4.09	-4.85	-4.99	-4.31	-4.45	6.65	6.59		6.80	6.74
M11-S30	27.00	0.20	-0.07	0.08	-0.20	0.15	-0.12	1.13	1.80		1.28	1.95
S30-S16	39.22	-4.09	-4.49	-4.99	-5.39	-4.45	-4.85	6.59	7.19		6.74	7.34
S16-S17	25.31	-4.49	-4.75	-5.39	-5.65	-4.85	-5.11	7.19	7.45		7.34	7.60
M26-S17	59.43	1.40	0.80	1.28	0.68	1.35	0.75	1.13	1.13		1.28	1.28
S17-S18	19.93	-4.75	-4.95	-5.65	-5.85	-5.11	-5.31	7.45	7.45	1	7.60	7.60
S18-S25	47.96	0.60	0.12	-0.30	-0.78	0.24	-0.24	1.90	1.98		2.05	2.13
M23-S19	66.74	0.80	0.13	0.68	0.01	0.75	0.08	1.13	1.60		1.28	1.75
M24-S19	28.53	0.80	0.51	0.68	0.39	0.75	0.46	1.13	1.22		1.28	1.37
S19-S20	18.33	0.13	-0.06	-0.03	-0.22	0.07	-0.12	1.63	2.02		1.78	2.17
M25-S20	50.43	0.80	0.19	0.66	0.05	0.74	0.13	1.14	1.75		1.29	1.90
S20-S21	14.87	-0.06	-0.21	-0.26	-0.41	-0.14	-0.29	2.06	2.21		2.21	2.36
M22-S21	102.57	0.00	-1.03	-0.16	-1.19	-0.06	-1.09	1.16	2.99		1.31	3.14
S21-S22	54.03	-0.21	-0.76	-0.46	-1.01	-0.31	-0.86	2.26	2.41		2.41	2.56
M27-S22	86.20	1.40	0.53	1.28	0.41	1.35	0.48	1.13	1.00		1.28	1.15
S22-S23	22.37	-0.76	-0.99	-1.01	-1.24	-0.86	-1.09	2.41	2.64		2.56	2.79
M28-S23	95.00	0.40	-0.56	0.28	-0.69	0.35	-0.61	1.13	2.09		1.28	2.24
S23-S24	20.53	-0.99	-1.20	-1.27	-1.48	-1.10	-1.31	2.67	2.68		2.82	2.83
M29-S24	82.43	1.00	0.17	0.88	0.05	0.95	0.12	1.13	1.16		1.28	1.31
S24-S25	65.70	-1.20	-1.86	-1.56	-2.22	-1.34	-2.00	2.76	3.42		2.91	3.57
S25-IPAL	5.94	-1.86	-1.92	-2.76	-2.82	-2.22	-2.28	3.96	3.82		4.11	3.97

Lampiran 7 Jumlah Manhole

No Saluran	L Pipa (m)	ND (mm)	Jarak antar Manhole (m)	Manhole yang Digunakan					Jumlah Manhole
				Lurus	Belokan	Drop-Pertigaan	Pertigaan	Drop-Perempatan	
A1-N1	119.80	160	200	0	0	0	0	0	0
A7-N1	54.14	140	150	0	0	0	0	0	0
N1-N2	29.94	200	200	0	0	1	0	0	1
A8-N2	61.33	140	150	0	0	0	0	0	0
N2-N3	25.44	250	150	0	0	1	0	0	1
A2-N3	149.34	140	150	0	0	0	0	0	0
N3-N4	25.20	280	150	0	0	1	0	0	1
A4-N5	179.84	200	200	0	0	0	0	0	0
A5-N5	173.92	140	150	1	1	0	0	0	2
N5-N4	24.81	250	150	0	0	1	0	0	1
A3-N4	149.20	140	150	0	0	0	0	1	1
N4-N6	32.71	400	150	0	0	1	0	0	1
A6-N6	262.82	180	200	1	1	0	0	0	2
N6-N7	124.20	450	150	0	1	1	0	0	2
B1-N7	119.93	200	200	0	0	0	0	0	0
N7-N8	22.90	450	150	0	0	1	0	0	1
B2-N8	143.29	200	200	0	0	0	0	0	0
N8-O6	306.17	560	150	1	1	1	0	0	3
C4-O1	65.92	140	150	0	0	0	0	0	0
C5-O1	67.73	160	200	0	0	0	0	0	0
O1-O5	127.39	225	150	0	1	1	0	0	2
C3-O2	89.66	140	150	0	0	0	0	0	0
O2-O3	25.22	140	150	0	0	0	0	0	0
C2-O3	89.06	140	150	0	0	0	0	0	0
O3-O4	25.05	200	200	0	0	1	0	0	1
C1-O4	88.94	180	200	0	0	0	0	0	0

No Saluran	L Pipa (m)	ND (mm)	Jarak antar Manhole (m)	Manhole yang Digunakan					Jumlah Manhole
				Lurus	Belokan	Drop-Pertigaan	Pertigaan	Drop-Perempatan	
O4-O5	55.61	250	150	0	1	1	0	0	2
O5-O6	156.18	355	150	1	1	1	0	0	3
O6-O7	82.60	710	150	0	0	0	1	0	1
D1-P1	179.95	125	150	0	1	0	0	0	1
D2-P1	149.72	140	150	0	0	0	0	0	0
P1-P2	24.93	180	200	0	0	1	0	0	1
D3-P2	149.85	140	150	0	0	0	0	0	0
P2-P3	25.74	200	200	0	0	1	0	0	1
D4-P3	150.44	140	150	1	0	0	0	0	1
P3-P4	25.00	250	150	0	0	1	0	0	1
D5-P4	187.12	200	200	0	2	0	0	0	2
P4-P5	24.89	315	150	0	0	1	0	0	1
D6-P5	149.89	200	200	0	0	0	0	0	0
P5-P6	99.71	400	150	0	1	1	0	0	2
D7-P6	200.45	200	200	0	0	0	0	0	0
P6-Q1	109.30	450	150	0	1	1	0	0	2
E21-Q1	130.79	160	200	0	0	0	0	0	0
Q1-Q2	32.38	710	150	0	0	1	0	0	1
E11-Q2	79.36	160	200	0	0	0	0	0	0
Q2-Q3	24.65	710	150	0	0	1	0	0	1
E10-Q3	82.44	125	150	0	0	0	0	0	0
Q3-Q5	25.56	710	150	0	0	1	0	0	1
E20-Q4	74.65	140	150	0	1	0	0	0	1
Q4-Q5	3.63	140	150	0	0	0	0	0	0
Q5-Q6	25.60	710	150	0	0	1	0	0	1
E9-Q6	111.01	125	150	0	0	0	0	0	0
Q6-Q7	21.85	710	150	0	0	1	0	0	1

No Saluran	L Pipa (m)	ND (mm)	Jarak antar Manhole (m)	Manhole yang Digunakan					Jumlah Manhole
				Lurus	Belokan	Drop-Pertigaan	Pertigaan	Drop-Perempatan	
E19-Q7	60.09	125	150	0	0	0	0	0	0
Q7-Q8	2.40	710	150	0	0	1	0	0	1
E8-Q8	113.62	125	150	0	0	0	0	0	0
Q8-Q9	24.99	710	150	0	0	1	0	0	1
E7-Q9	117.74	140	150	0	0	0	0	0	0
Q9-Q10	21.44	710	150	0	0	1	0	0	1
E12-Q11	37.15	125	150	0	0	0	0	0	0
E13-Q11	42.60	125	150	0	1	0	0	0	1
Q11-Q12	23.85	125	150	0	0	1	0	0	1
E1-Q12	150.32	140	150	1	1	0	0	0	2
Q12-Q13	10.74	180	200	0	0	1	0	0	1
E2-Q13	142.07	125	150	0	0	0	0	0	0
Q13-Q14	22.36	180	200	0	0	1	0	0	1
E3-Q14	139.67	125	150	0	0	0	0	0	0
Q14-Q15	25.34	250	150	0	0	1	0	0	1
E4-Q15	136.93	125	150	0	0	0	0	0	0
E15-Q21	33.31	125	150	0	0	0	0	0	0
E16-Q21	51.80	125	150	0	1	0	0	0	1
Q21-Q20	4.82	140	150	0	0	1	0	0	1
E14-Q20	43.30	125	150	0	2	0	0	0	2
Q20-Q15	24.46	180	200	0	0	1	0	0	1
Q15-Q16	24.52	280	150	0	0	0	0	1	1
E5-Q16	134.75	125	150	0	0	0	0	0	0
Q16-Q17	22.93	355	150	0	0	1	0	0	1
E17-Q17	52.46	125	150	0	0	0	0	0	0
Q17-Q18	2.02	355	150	0	0	1	0	0	1
E6-Q18	168.61	160	200	0	0	0	0	0	0

No Saluran	L Pipa (m)	ND (mm)	Jarak antar Manhole (m)	Manhole yang Digunakan					Jumlah Manhole
				Lurus	Belokan	Drop-Pertigaan	Pertigaan	Drop-Perempatan	
Q18-Q19	16.83	400	150	0	0	1	0	0	1
E18-Q19	58.42	125	150	0	1	0	0	0	1
Q19-Q10	31.11	400	150	0	0	1	0	0	1
Q10-Q22	90.10	710	150	0	0	1	0	0	1
E22-Q22	67.78	140	150	0	0	0	0	0	0
Q22-R5	36.04	710	150	0	0	1	0	0	1
F2-T1	102.92	140	150	0	1	0	0	0	1
F3-T1	82.21	140	150	0	0	0	0	0	0
T1-T3	39.29	200	200	0	1	1	0	0	2
F4-T2	64.47	125	150	0	0	0	0	0	0
F5-T2	83.08	125	150	0	1	0	0	0	1
T2-T3	37.68	160	200	0	0	1	0	0	1
T3-T4	169.83	250	150	0	2	1	0	0	3
F6-T4	62.40	125	150	0	0	0	0	0	0
T4-T5	16.30	250	150	0	0	1	0	0	1
F7-T5	62.89	125	150	0	0	0	0	0	0
T5-T6	19.32	250	150	0	0	1	0	0	1
F8-T7	99.75	180	200	0	0	0	0	0	0
T7-T6	17.07	560	150	0	0	1	0	0	1
T6-T8	44.52	560	150	0	0	1	0	0	1
F9-T8	209.46	140	150	1	0	0	0	0	1
T8-T9	19.57	630	150	0	0	1	0	0	1
F10-T9	240.48	140	150	1	0	0	0	0	1
T9-T10	17.66	630	150	0	0	1	0	0	1
F11-T10	170.31	140	150	1	0	0	0	0	1
T10-T11	22.16	710	150	0	0	1	0	0	1
F1-O7	188.83	160	200	0	0	0	0	0	0

No Saluran	L Pipa (m)	ND (mm)	Jarak antar Manhole (m)	Manhole yang Digunakan					Jumlah Manhole
				Lurus	Belokan	Drop-Pertigaan	Pertigaan	Drop-Perempatan	
O7-T11	265.03	800	150	1	2	1	0	0	4
T11-U4	26.76	900	150	0	0	1	0	0	1
G3-U1	93.50	710	150	0	0	0	0	0	0
G4-U1	128.20	710	150	0	2	0	0	0	2
U1-U2	16.28	710	150	0	0	1	0	0	1
G2-U2	93.61	710	150	0	0	0	0	0	0
U2-U3	18.58	710	150	0	0	1	0	0	1
G1-U3	89.82	710	150	0	0	0	0	0	0
U3-U4	162.00	710	150	1	3	1	0	0	5
U4-U5	19.64	900	150	0	0	1	0	0	1
G9-U5	39.39	710	150	0	0	0	0	0	0
U5-U6	16.12	900	150	0	0	1	0	0	1
G6-U9	43.13	450	150	0	0	0	0	0	0
G5-U11	79.59	355	150	0	1	0	0	0	1
H1-U11	117.53	355	150	0	3	0	0	0	3
U11-U10	122.29	355	150	0	1	1	0	0	2
U10-U9	15.75	450	150	0	0	1	0	0	1
U9-U8	16.61	450	150	0	0	1	0	0	1
G7-U8	37.91	710	150	0	0	0	0	0	0
U8-U7	16.51	450	150	0	0	1	0	0	1
G8-U7	40.66	710	150	0	0	0	0	0	0
U7-U6	2.54	450	150	0	0	1	0	0	1
U6-U13	66.97	900	150	0	0	1	0	0	1
G10-U12	50.75	710	150	0	0	0	0	0	0
G11-U12	19.35	710	150	0	0	0	0	0	0
U12-U13	20.67	710	150	0	0	1	0	0	1
U13-U14	23.60	900	150	0	0	1	0	0	1



No Saluran	L Pipa (m)	ND (mm)	Jarak antar Manhole (m)	Manhole yang Digunakan					Jumlah Manhole
				Lurus	Belokan	Drop-Pertigaan	Pertigaan	Drop-Perempatan	
G12-U14	81.01	710	150	0	0	0	0	0	0
U14-U22	62.45	900	150	0	0	1	0	0	1
U22-U23	19.00	900	150	0	0	1	0	0	1
G13-U23	138.35	710	150	0	0	0	0	0	0
U23-U24	16.48	900	150	0	0	1	0	0	1
H2-U15	44.46	125	150	0	1	0	0	0	1
H3-U15	37.55	125	150	0	0	0	0	0	0
U15-U16	18.67	160	200	0	0	1	0	0	1
H4-U16	40.18	125	150	0	0	0	0	0	0
U16-U17	22.89	180	200	0	0	1	0	0	1
H5-U17	41.09	180	200	0	0	0	0	0	0
U17-U10	147.07	250	150	0	2	1	0	0	3
H10-U18	56.87	125	150	0	0	0	0	0	0
H11-U18	77.78	125	150	0	1	0	0	0	1
U18-U19	15.96	180	200	0	0	1	0	0	1
H9-U19	58.11	125	150	0	0	0	0	0	0
U19-U22	56.39	200	200	0	2	0	0	0	2
H7-U20	39.38	125	150	0	0	0	0	0	0
H8-U20	56.53	125	150	0	1	0	0	0	1
U20-U21	20.85	160	200	0	0	1	0	0	1
H6-U21	108.59	250	150	0	2	0	0	0	2
U21-U24	49.20	280	150	0	2	1	0	0	3
U24-U25	19.95	900	150	0	0	1	0	0	1
U25-W7	159.51	900	150	1	3	1	0	0	5
I6-V1	64.78	125	150	0	0	0	0	0	0
I7-V1	79.23	125	150	0	1	0	0	0	1
V1-V2	78.53	160	200	0	0	1	0	0	1

No Saluran	L Pipa (m)	ND (mm)	Jarak antar Manhole (m)	Manhole yang Digunakan					Jumlah Manhole
				Lurus	Belokan	Drop-Pertigaan	Pertigaan	Drop-Perempatan	
I8-V2	27.68	140	150	0	0	0	0	0	0
V2-V3	66.32	200	200	0	0	1	0	0	1
I18-V3	167.04	140	150	0	2	0	0	0	2
V3-V4	25.88	250	150	0	0	1	0	0	1
I17-V4	102.02	125	150	0	1	0	0	0	1
V4-V5	11.23	250	150	0	0	1	0	0	1
I16-V5	80.97	125	150	0	0	0	0	0	0
V5-V6	8.53	250	150	0	0	1	0	0	1
I9-V6	82.93	125	150	0	1	0	0	0	1
V6-V9	48.62	280	150	0	0	1	0	0	1
I14-V7	94.13	125	150	0	0	0	0	0	0
I15-V7	68.58	125	150	0	1	0	0	0	1
V7-V8	17.47	180	200	0	0	1	0	0	1
I13-V8	78.67	160	200	0	0	0	0	0	0
V8-V9	20.64	200	200	0	0	1	0	0	1
V9-V10	75.68	400	150	0	0	1	0	0	1
I10-V10	82.91	125	150	0	1	0	0	0	1
V10-V11	25.59	400	150	0	0	1	0	0	1
I11-V17	29.01	140	150	0	0	0	0	0	0
I12-V17	163.73	140	150	1	1	0	0	0	2
V17-V11	8.60	200	200	0	0	1	0	0	1
V11-V13	45.61	450	150	0	1	1	0	0	2
I4-V12	75.98	140	150	0	0	0	0	0	0
I5-V12	125.08	140	150	0	1	0	0	0	1
V12-V13	22.68	200	200	0	0	1	0	0	1
V13-V14	85.70	450	150	0	0	1	0	0	1
I3-V14	77.18	200	200	0	1	0	0	0	1

No Saluran	L Pipa (m)	ND (mm)	Jarak antar Manhole (m)	Manhole yang Digunakan					Jumlah Manhole
				Lurus	Belokan	Drop-Pertigaan	Pertigaan	Drop-Perempatan	
V14-V15	23.81	560	150	0	0	1	0	0	1
I2-V15	110.53	180	200	0	1	0	0	0	1
V15-V16	176.62	560	150	1	1	1	0	0	3
I1-V16	116.51	200	200	0	1	0	0	0	1
V16-T7	102.58	560	150	0	1	1	0	0	2
K1-W3	89.04	200	200	0	3	0	0	0	3
K2-W3	71.42	140	150	0	0	0	0	0	0
W3-W4	17.91	250	150	0	0	1	0	0	1
K3-W4	81.15	140	150	0	0	0	0	0	0
W4-W5	26.69	250	150	0	1	1	0	0	2
K4-W5	107.57	140	150	0	1	0	0	0	1
W5-U25	117.71	280	150	0	2	1	0	0	3
J2-W1	70.04	140	150	0	0	0	0	0	0
J3-W1	22.65	160	200	0	0	0	0	0	0
W1-W2	23.55	200	200	0	0	1	0	0	1
J1-W2	68.10	140	150	0	0	0	0	0	0
W2-W8	23.95	250	150	0	0	1	0	0	1
J4-W9	141.68	180	200	0	1	0	0	0	1
J5-W9	135.86	140	150	0	0	0	0	1	1
J6-W9	132.35	180	200	0	1	0	0	0	1
W9-W8	184.79	250	150	1	2	1	0	0	4
W8-W7	10.72	400	150	0	0	1	0	0	1
W7-W6	38.44	900	150	0	0	1	0	0	1
K5-W6	128.58	200	200	0	1	0	0	0	1
W6-W15	15.40	900	150	0	0	1	0	0	1
K6-W15	55.32	140	150	0	0	0	0	0	0
W15-W14	141.76	900	150	0	1	1	0	0	2

No Saluran	L Pipa (m)	ND (mm)	Jarak antar Manhole (m)	Manhole yang Digunakan					Jumlah Manhole
				Lurus	Belokan	Drop-Pertigaan	Pertigaan	Drop-Perempatan	
K7-W10	58.65	200	200	0	1	0	0	0	1
K8-W10	58.05	200	200	0	1	0	0	0	1
W10-W12	75.27	250	150	0	0	0	1	0	1
K9-W11	23.44	225	150	0	0	0	0	0	0
K10-W11	204.13	250	150	1	3	0	0	0	4
W11-W12	112.07	355	150	0	1	1	0	0	2
W12-W13	75.29	450	150	0	0	1	0	0	1
W13-W14	150.35	450	150	0	2	0	0	0	2
W14-S18	166.87	900	150	1	2	1	0	0	4
L8-R1	20.05	125	150	0	0	0	0	0	0
L9-R1	47.29	125	150	0	0	0	0	0	0
R1-R2	46.04	125	150	0	0	1	0	0	1
L10-R2	36.32	125	150	0	0	0	0	0	0
R2-R3	29.50	180	200	0	0	1	0	0	1
L11-R3	38.66	125	150	0	0	0	0	0	0
R3-R4	19.54	180	200	0	0	1	0	0	1
L12-R4	32.79	125	150	0	0	0	0	0	0
R4-R5	44.20	250	150	0	0	1	0	0	1
R5-R6	72.14	710	150	0	0	1	0	0	1
L1-R6	111.23	250	150	0	0	0	0	0	0
R6-R8	5.39	800	150	0	0	1	0	0	1
L3-R7	54.61	200	200	0	0	0	0	0	0
L4-R7	62.26	180	200	0	1	0	0	0	1
R7-R8	122.77	180	200	0	0	1	0	0	1
R8-R9	12.04	800	150	0	0	1	0	0	1
L5-R9	185.94	225	150	1	0	0	0	0	1
R9-R10	23.31	800	150	0	0	1	0	0	1

No Saluran	L Pipa (m)	ND (mm)	Jarak antar Manhole (m)	Manhole yang Digunakan					Jumlah Manhole
				Lurus	Belokan	Drop-Pertigaan	Pertigaan	Drop-Perempatan	
L6-R10	190.21	225	150	1	0	0	0	0	1
R10-R11	4.50	800	150	0	0	1	0	0	1
L2-R11	58.42	250	150	0	1	0	0	0	1
R11-R12	18.50	800	150	0	0	1	0	0	1
L7-R12	195.86	250	150	1	0	0	0	0	1
R12-S1	29.38	800	150	0	1	1	0	0	2
M1-S1	64.42	180	200	0	0	0	0	0	0
S1-S2	21.95	800	150	0	0	1	0	0	1
M2-S2	70.97	180	200	0	0	0	0	0	0
S2-S3	22.75	800	150	0	0	1	0	0	1
M3-S3	68.21	180	200	0	0	0	0	0	0
S3-S4	16.49	900	150	0	0	1	0	0	1
M18-S4	78.39	140	150	0	1	0	0	0	1
S4-S5	7.32	900	150	0	0	1	0	0	1
M4-S5	82.19	180	200	0	0	0	0	0	0
S5-S6	4.59	900	150	0	0	1	0	0	1
M19-S6	32.15	125	150	0	0	0	0	0	0
S6-S7	18.55	900	150	0	0	1	0	0	1
M5-S7	44.49	160	200	0	0	0	0	0	0
S7-S8	21.69	900	150	0	0	1	0	0	1
M17-S8	163.16	160	200	0	1	0	0	0	1
S8-S28	25.24	900	150	0	0	1	0	0	1
M12-S9	43.60	140	150	0	0	0	0	0	0
M13-S9	23.70	125	150	0	0	0	0	0	0
S9-S10	62.00	180	200	0	1	1	0	0	2
M20-S10	127.32	160	200	0	3	0	0	0	3
S10-S11	12.76	250	150	0	0	1	0	0	1

No Saluran	L Pipa (m)	ND (mm)	Jarak antar Manhole (m)	Manhole yang Digunakan					Jumlah Manhole
				Lurus	Belokan	Drop-Pertigaan	Pertigaan	Drop-Perempatan	
M14-S11	54.20	160	200	0	0	0	0	0	0
S11-S13	74.03	250	150	0	1	1	0	0	2
M21-S13	177.00	200	200	0	3	0	0	0	3
S13-S12	8.58	355	150	0	0	1	0	0	1
M15-S12	101.71	140	150	0	0	0	0	0	0
S12-S14	22.69	400	150	0	0	1	0	0	1
M16-S14	107.96	180	200	0	0	0	0	0	0
S14-S15	66.50	450	150	0	1	1	0	0	2
S15-S16	58.71	450	150	0	1	0	0	0	1
M7-S26	61.30	160	200	0	1	0	0	0	1
M8-S26	46.25	160	200	0	1	0	0	0	1
S26-S27	25.57	200	200	0	0	1	0	0	1
M6-S27	25.05	140	150	0	0	0	0	0	0
M9-S27	32.35	140	150	0	0	0	0	0	0
S27-S28	23.10	280	150	0	0	0	0	1	1
S28-S29	38.61	900	150	0	0	1	0	0	1
M10-S29	68.63	140	150	0	0	0	0	0	0
S29-S30	13.68	900	150	0	0	1	0	0	1
M11-S30	27.00	125	150	0	1	0	0	0	1
S30-S16	39.22	900	150	0	0	1	0	0	1
S16-S17	25.31	900	150	0	0	1	0	0	1
M26-S17	59.43	125	150	0	1	0	0	0	1
S17-S18	19.93	900	150	0	0	1	0	0	1
S18-S25	47.96	900	150	0	0	1	0	0	1
M23-S19	66.74	125	150	0	1	0	0	0	1
M24-S19	28.53	125	150	0	0	0	0	0	0
S19-S20	18.33	160	200	0	0	1	0	0	1

No Saluran	L Pipa (m)	ND (mm)	Jarak antar Manhole (m)	Manhole yang Digunakan					Jumlah Manhole
				Lurus	Belokan	Drop-Pertigaan	Pertigaan	Drop-Perempatan	
M25-S20	50.43	140	150	0	0	0	0	0	0
S20-S21	14.87	200	200	0	0	1	0	0	1
M22-S21	102.57	160	200	0	1	0	0	0	1
S21-S22	54.03	250	150	0	3	1	0	0	4
M27-S22	86.20	125	150	0	0	0	0	0	0
S22-S23	22.37	250	150	0	0	1	0	0	1
M28-S23	95.00	125	150	0	0	0	0	0	0
S23-S24	20.53	280	150	0	0	1	0	0	1
M29-S24	82.43	125	150	0	1	0	0	0	1
S24-S25	65.70	355	150	0	1	1	0	0	2
S25-IPAL	5.94	900	150	0	0	1	0	0	1
Total				20	114	144	2	4	284

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



Lampiran 8 Head Pompa

No Saluran	L Pipa (m)	L Suction (m)	L Discharge (m)	Q Peak (m <sup>3</sup> /dt)	ND (mm)	V Full Check (m/dt)	Hf Mayor (m)		Hf Minor (m)		H Total (m)
							Suction	Discharge	Suction	Discharge	
N8-O6	306.17	0.5	6.69	0.213	560	1.15	0.00072	0.00951	0.213	0.068	0.8
Q10-Q22	90.10	0.5	7.10	0.352	710	1.18	0.00057	0.00806	0.224	0.071	0.81
T7-T6	17.07	0.5	9.96	0.056	560	0.31	0.00007	0.00120	0.016	0.005	0.53
V14-V15	23.81	0.5	11.62	0.184	560	0.99	0.00055	0.01257	0.158	0.05	0.73
W15-W14	141.76	0.5	0.99	0.608	900	1.27	0.00050	0.00098	0.259	0.083	0.85
W14-S18	166.87	0.5	1.27	0.679	900	1.41	0.00061	0.00153	0.32	0.102	0.93
S17-S18	19.93	0.5	12.40	0.594	900	1.24	0.00048	0.01171	0.247	0.079	0.84

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

Lampiran 9 BOQ Penanaman Pipa Air Limbah

No Saluran	ND (m)	L Pipa (m)	Kedalaman Penanaman		Kedalaman Galian		X	Z
			Awal (h1)	Akhir (h2)	Awal (y1)	Akhir (y2)		
A1-N1	0.16	119.80	1.16	1.96	1.31	2.11	0.80	119.80
A7-N1	0.14	54.14	1.14	0.09	1.29	0.24	1.05	54.15
N1-N2	0.2	29.94	2.00	2.10	2.15	2.25	0.10	30.02
A8-N2	0.14	61.33	1.14	0.36	1.29	0.51	0.78	61.34
N2-N3	0.25	25.44	2.15	2.81	2.30	2.96	0.66	25.54
A2-N3	0.14	149.34	1.14	2.64	1.29	2.79	1.50	149.35
N3-N4	0.28	25.20	2.84	3.30	2.99	3.45	0.46	25.37
A4-N5	0.2	179.84	1.20	2.60	1.35	2.75	1.40	179.84
A5-N5	0.14	173.92	1.14	1.88	1.29	2.03	0.74	173.92
N5-N4	0.25	24.81	2.65	2.70	2.80	2.85	0.05	24.96
A3-N4	0.14	149.20	1.14	2.44	1.29	2.59	1.30	149.20
N4-N6	0.4	32.71	3.42	2.75	3.57	2.90	0.67	32.90
A6-N6	0.18	262.82	1.18	1.41	1.33	1.56	0.23	262.83
N6-N7	0.45	124.20	2.80	3.85	2.95	4.00	1.05	124.24
B1-N7	0.2	119.93	1.20	1.00	1.35	1.15	0.20	119.94
N7-N8	0.45	22.90	3.85	3.28	4.00	3.43	0.57	23.25
B2-N8	0.2	143.29	1.20	1.24	1.35	1.39	0.04	143.30
N8-O6	0.56	306.17	3.39	7.26	3.54	7.41	3.87	306.19
C4-O1	0.14	65.92	1.14	0.00	1.29	0.15	1.14	65.94
C5-O1	0.16	67.73	1.16	1.04	1.31	1.19	0.12	67.74
O1-O5	0.225	127.39	1.11	1.19	1.26	1.34	0.08	127.39
C3-O2	0.14	89.66	1.14	0.44	1.29	0.59	0.70	89.67
O2-O3	0.14	25.22	0.44	0.50	0.59	0.65	0.06	25.22
C2-O3	0.14	89.06	1.90	1.40	2.05	1.55	0.50	89.08
O3-O4	0.2	25.05	1.46	1.32	1.61	1.47	0.14	25.10
C1-O4	0.18	88.94	1.18	0.87	1.33	1.02	0.31	88.95

No Saluran	ND (m)	L Pipa (m)	Kedalaman Penanaman		Kedalaman Galian		X	Z
			Awal (h1)	Akhir (h2)	Awal (y1)	Akhir (y2)		
O4-O5	0.25	55.61	1.17	1.53	1.32	1.68	0.36	55.63
O5-O6	0.355	156.18	1.64	3.61	1.79	3.76	1.97	156.19
O6-O7	0.71	82.60	3.96	4.19	4.11	4.34	0.23	82.71
D1-P1	0.125	179.95	1.13	3.33	1.28	3.48	2.20	179.95
D2-P1	0.14	149.72	1.14	3.24	1.29	3.39	2.10	149.73
P1-P2	0.18	24.93	3.38	3.03	3.53	3.18	0.35	25.18
D3-P2	0.14	149.85	1.14	2.44	1.29	2.59	1.30	149.85
P2-P3	0.2	25.74	3.05	2.31	3.20	2.46	0.74	25.94
D4-P3	0.14	150.44	1.14	1.45	1.29	1.60	0.31	150.44
P3-P4	0.25	25.00	2.36	2.62	2.51	2.77	0.26	25.13
D5-P4	0.2	187.12	1.20	1.68	1.35	1.83	0.48	187.13
P4-P5	0.315	24.89	2.69	3.34	2.84	3.49	0.65	25.05
D6-P5	0.2	149.89	1.20	3.10	1.35	3.25	1.90	149.90
P5-P6	0.4	99.71	3.42	3.22	3.57	3.37	0.20	99.78
D7-P6	0.2	200.45	1.20	2.81	1.35	2.96	1.61	200.45
P6-Q1	0.45	109.30	3.27	3.77	3.42	3.92	0.50	109.36
E21-Q1	0.16	130.79	1.16	2.27	1.31	2.42	1.11	130.79
Q1-Q2	0.71	32.38	4.03	4.36	4.18	4.51	0.33	32.65
E11-Q2	0.16	79.36	1.16	1.56	1.31	1.71	0.40	79.37
Q2-Q3	0.71	24.65	4.36	4.61	4.51	4.76	0.25	25.06
E10-Q3	0.125	82.44	1.13	1.36	1.28	1.51	0.23	82.45
Q3-Q5	0.71	25.56	4.61	4.47	4.76	4.62	0.14	26.00
E20-Q4	0.14	74.65	1.14	1.69	1.29	1.84	0.55	74.66
Q4-Q5	0.14	3.63	1.69	1.73	1.84	1.88	0.04	4.07
Q5-Q6	0.71	25.60	4.47	5.13	4.62	5.28	0.66	26.01
E9-Q6	0.125	111.01	1.13	1.65	1.28	1.80	0.52	111.01
Q6-Q7	0.71	21.85	5.13	5.55	5.28	5.70	0.42	22.47

No Saluran	ND (m)	L Pipa (m)	Kedalaman Penanaman		Kedalaman Galian		X	Z
			Awal (h1)	Akhir (h2)	Awal (y1)	Akhir (y2)		
E19-Q7	0.125	60.09	1.13	1.74	1.28	1.89	0.61	60.11
Q7-Q8	0.71	2.40	5.15	5.58	5.30	5.73	0.43	5.82
E8-Q8	0.125	113.62	1.13	1.67	1.28	1.82	0.54	113.63
Q8-Q9	0.71	24.99	5.58	5.43	5.73	5.58	0.15	25.64
E7-Q9	0.14	117.74	1.14	1.12	1.29	1.27	0.02	117.75
Q9-Q10	0.71	21.44	5.43	4.45	5.58	4.60	0.98	22.15
E12-Q11	0.125	37.15	1.13	0.31	1.28	0.46	0.82	37.17
E13-Q11	0.125	42.60	1.13	0.96	1.28	1.11	0.17	42.62
Q11-Q12	0.125	23.85	0.96	1.00	1.11	1.15	0.04	23.88
E1-Q12	0.14	150.32	1.14	1.05	1.29	1.20	0.09	150.33
Q12-Q13	0.18	10.74	1.09	1.00	1.24	1.15	0.09	10.81
E2-Q13	0.125	142.07	1.13	0.16	1.28	0.31	0.97	142.08
Q13-Q14	0.18	22.36	1.00	0.63	1.15	0.78	0.37	22.39
E3-Q14	0.125	139.67	1.13	-1.28	1.28	-1.13	2.40	139.68
Q14-Q15	0.25	25.34	0.70	1.16	0.85	1.31	0.46	25.35
E4-Q15	0.125	136.93	1.13	-0.51	1.28	-0.36	1.63	136.94
E15-Q21	0.125	33.31	1.13	1.07	1.28	1.22	0.06	33.33
E16-Q21	0.125	51.80	1.13	1.65	1.28	1.80	0.52	51.81
Q21-Q20	0.14	4.82	1.66	1.71	1.81	1.86	0.05	5.15
E14-Q20	0.125	43.30	1.13	0.97	1.28	1.12	0.16	43.32
Q20-Q15	0.18	24.46	1.75	1.00	1.90	1.15	0.75	24.53
Q15-Q16	0.28	24.52	1.19	1.64	1.34	1.79	0.45	24.56
E5-Q16	0.125	134.75	1.13	0.28	1.28	0.43	0.85	134.75
Q16-Q17	0.355	22.93	1.72	1.95	1.87	2.10	0.23	23.00
E17-Q17	0.125	52.46	1.13	1.06	1.28	1.21	0.07	52.48
Q17-Q18	0.355	2.02	1.95	1.98	2.10	2.13	0.03	2.91
E6-Q18	0.16	168.61	1.16	1.85	1.31	2.00	0.69	168.61

No Saluran	ND (m)	L Pipa (m)	Kedalaman Penanaman		Kedalaman Galian		X	Z
			Awal (h1)	Akhir (h2)	Awal (y1)	Akhir (y2)		
Q18-Q19	0.4	16.83	2.02	1.99	2.17	2.14	0.03	16.97
E18-Q19	0.125	58.42	1.13	0.92	1.28	1.07	0.21	58.43
Q19-Q10	0.4	31.11	1.99	2.11	2.14	2.26	0.12	31.18
Q10-Q22	0.71	90.10	4.45	7.76	4.60	7.91	3.31	90.21
E22-Q22	0.14	67.78	1.14	1.82	1.29	1.97	0.68	67.79
Q22-R5	0.71	36.04	2.39	1.76	2.54	1.91	0.63	36.13
F2-T1	0.14	102.92	1.14	2.17	1.29	2.32	1.03	102.93
F3-T1	0.14	82.21	1.14	2.17	1.29	2.32	1.03	82.22
T1-T3	0.2	39.29	2.23	2.83	2.38	2.98	0.60	39.36
F4-T2	0.125	64.47	1.13	1.98	1.28	2.13	0.85	64.48
F5-T2	0.125	83.08	1.13	2.37	1.28	2.52	1.24	83.08
T2-T3	0.16	37.68	2.40	2.98	2.55	3.13	0.58	37.77
T3-T4	0.25	169.83	3.07	3.57	3.22	3.72	0.50	169.86
F6-T4	0.125	62.40	1.13	0.76	1.28	0.91	0.37	62.41
T4-T5	0.25	16.30	3.57	4.14	3.72	4.29	0.57	16.72
F7-T5	0.125	62.89	1.13	0.76	1.28	0.91	0.37	62.90
T5-T6	0.25	19.32	4.14	4.54	4.29	4.69	0.40	19.79
F8-T7	0.18	99.75	1.18	1.38	1.33	1.53	0.20	99.76
T7-T6	0.56	17.07	6.87	6.85	7.02	7.00	0.02	18.45
T6-T8	0.56	44.52	4.85	3.10	5.00	3.25	1.75	44.80
F9-T8	0.14	209.46	1.14	1.24	1.29	1.39	0.10	209.47
T8-T9	0.63	19.57	3.17	3.37	3.32	3.52	0.20	19.85
F10-T9	0.14	240.48	1.14	1.95	1.29	2.10	0.81	240.48
T9-T10	0.63	17.66	3.37	3.55	3.52	3.70	0.18	18.00
F11-T10	0.14	170.31	1.14	0.65	1.29	0.80	0.49	170.31
T10-T11	0.71	22.16	3.63	3.86	3.78	4.01	0.23	22.48
F1-O7	0.16	188.83	1.16	2.25	1.31	2.40	1.09	188.84

No Saluran	ND (m)	L Pipa (m)	Kedalaman Penanaman		Kedalaman Galian		X	Z
			Awal (h1)	Akhir (h2)	Awal (y1)	Akhir (y2)		
O7-T11	0.8	265.03	4.28	5.14	4.43	5.29	0.86	265.07
T11-U4	0.9	26.76	5.24	5.51	5.39	5.66	0.27	27.30
G3-U1	0.71	93.50	1.71	2.85	1.86	3.00	1.14	93.52
G4-U1	0.71	128.20	1.71	2.80	1.86	2.95	1.09	128.21
U1-U2	0.71	16.28	2.80	3.17	2.95	3.32	0.37	16.54
G2-U2	0.71	93.61	1.71	2.45	1.86	2.60	0.74	93.63
U2-U3	0.71	18.58	3.17	3.76	3.32	3.91	0.59	18.88
G1-U3	0.71	89.82	1.71	2.61	1.86	2.76	0.90	89.84
U3-U4	0.71	162.00	3.76	2.78	3.91	2.93	0.98	162.05
U4-U5	0.9	19.64	5.51	5.71	5.66	5.86	0.20	20.44
G9-U5	0.71	39.39	1.71	1.31	1.86	1.46	0.40	39.43
U5-U6	0.9	16.12	5.71	5.88	5.86	6.03	0.17	17.15
G6-U9	0.45	43.13	1.45	1.69	1.60	1.84	0.24	43.16
G5-U11	0.355	79.59	1.36	1.96	1.51	2.11	0.60	79.60
H1-U11	0.355	117.53	1.36	2.14	1.51	2.29	0.78	117.54
U11-U10	0.355	122.29	1.96	1.99	2.11	2.14	0.03	122.31
U10-U9	0.45	15.75	2.55	2.51	2.70	2.66	0.04	15.98
U9-U8	0.45	16.61	2.51	1.88	2.66	2.03	0.63	16.82
G7-U8	0.71	37.91	1.71	1.29	1.86	1.44	0.42	37.95
U8-U7	0.45	16.51	1.88	1.85	2.03	2.00	0.03	16.64
G8-U7	0.71	40.66	1.71	1.32	1.86	1.47	0.39	40.70
U7-U6	0.45	2.54	1.85	1.68	2.00	1.83	0.17	3.23
U6-U13	0.9	66.97	2.13	4.80	2.28	4.95	2.67	67.00
G10-U12	0.71	50.75	1.71	3.82	1.86	3.97	2.11	50.79
G11-U12	0.71	19.35	1.71	2.11	1.86	2.26	0.40	19.44
U12-U13	0.71	20.67	2.11	2.12	2.26	2.27	0.01	20.79
U13-U14	0.9	23.60	4.80	4.64	4.95	4.79	0.16	24.11

No Saluran	ND (m)	L Pipa (m)	Kedalaman Penanaman		Kedalaman Galian		X	Z
			Awal (h1)	Akhir (h2)	Awal (y1)	Akhir (y2)		
G12-U14	0.71	81.01	1.71	3.33	1.86	3.48	1.62	81.03
U14-U22	0.9	62.45	4.64	5.07	4.79	5.22	0.43	62.63
U22-U23	0.9	19.00	5.07	4.86	5.22	5.01	0.21	19.70
G13-U23	0.71	138.35	1.71	3.30	1.86	3.45	1.59	138.36
U23-U24	0.9	16.48	4.86	4.83	5.01	4.98	0.03	17.22
H2-U15	0.125	44.46	1.13	0.98	1.28	1.13	0.15	44.48
H3-U15	0.125	37.55	1.13	0.11	1.28	0.26	1.02	37.57
U15-U16	0.16	18.67	1.01	0.80	1.16	0.95	0.21	18.71
H4-U16	0.125	40.18	1.13	-0.06	1.28	0.09	1.19	40.21
U16-U17	0.18	22.89	0.82	0.45	0.97	0.60	0.37	22.91
H5-U17	0.18	41.09	1.18	1.20	1.33	1.35	0.02	41.11
U17-U10	0.25	147.07	1.27	2.35	1.42	2.50	1.08	147.08
H10-U18	0.125	56.87	1.13	1.50	1.28	1.65	0.37	56.88
H11-U18	0.125	77.78	1.13	1.91	1.28	2.06	0.78	77.79
U18-U19	0.18	15.96	1.96	2.12	2.11	2.27	0.16	16.10
H9-U19	0.125	58.11	1.13	1.32	1.28	1.47	0.19	58.13
U19-U22	0.2	56.39	1.39	2.16	1.54	2.31	0.77	56.41
H7-U20	0.125	39.38	1.13	0.93	1.28	1.08	0.20	39.40
H8-U20	0.125	56.53	1.13	1.30	1.28	1.45	0.17	56.54
U20-U21	0.16	20.85	1.33	0.94	1.48	1.09	0.39	20.90
H6-U21	0.25	108.59	1.25	1.74	1.40	1.89	0.49	108.60
U21-U24	0.28	49.20	1.77	2.47	1.92	2.62	0.70	49.24
U24-U25	0.9	19.95	4.83	4.63	4.98	4.78	0.20	20.56
U25-W7	0.9	159.51	4.63	6.83	4.78	6.98	2.20	159.58
I6-V1	0.125	64.78	1.13	2.18	1.28	2.33	1.05	64.80
I7-V1	0.125	79.23	1.13	1.93	1.28	2.08	0.80	79.24
V1-V2	0.16	78.53	2.21	2.60	2.36	2.75	0.39	78.57



No Saluran	ND (m)	L Pipa (m)	Kedalaman Penanaman		Kedalaman Galian		X	Z
			Awal (h1)	Akhir (h2)	Awal (y1)	Akhir (y2)		
I8-V2	0.14	27.68	1.14	1.22	1.29	1.37	0.08	27.71
V2-V3	0.2	66.32	2.64	2.91	2.79	3.06	0.27	66.38
I18-V3	0.14	167.04	1.14	2.82	1.29	2.97	1.68	167.04
V3-V4	0.25	25.88	2.96	3.42	3.11	3.57	0.46	26.07
I17-V4	0.125	102.02	1.13	2.36	1.28	2.51	1.23	102.02
V4-V5	0.25	11.23	3.42	3.14	3.57	3.29	0.28	11.78
I16-V5	0.125	80.97	1.13	1.54	1.28	1.69	0.41	80.98
V5-V6	0.25	8.53	3.14	3.43	3.29	3.58	0.29	9.14
I9-V6	0.125	82.93	1.13	2.16	1.28	2.31	1.03	82.94
V6-V9	0.28	48.62	3.46	3.75	3.61	3.90	0.29	48.75
I14-V7	0.125	94.13	1.13	1.88	1.28	2.03	0.75	94.14
I15-V7	0.125	68.58	1.13	1.62	1.28	1.77	0.49	68.60
V7-V8	0.18	17.47	1.93	1.71	2.08	1.86	0.22	17.60
I13-V8	0.16	78.67	1.16	0.75	1.31	0.90	0.41	78.68
V8-V9	0.2	20.64	1.73	1.54	1.88	1.69	0.19	20.73
V9-V10	0.4	75.68	3.87	4.83	4.02	4.98	0.96	75.78
I10-V10	0.125	82.91	1.13	2.36	1.28	2.51	1.23	82.92
V10-V11	0.4	25.59	4.83	5.09	4.98	5.24	0.26	26.07
I11-V17	0.14	29.01	1.14	1.02	1.29	1.17	0.12	29.04
I12-V17	0.14	163.73	1.14	2.98	1.29	3.13	1.84	163.73
V17-V11	0.2	8.60	3.04	2.73	3.19	2.88	0.31	9.17
V11-V13	0.45	45.61	5.14	4.40	5.29	4.55	0.74	45.92
I4-V12	0.14	75.98	1.14	0.30	1.29	0.45	0.84	75.99
I5-V12	0.14	125.08	1.14	1.00	1.29	1.15	0.14	125.08
V12-V13	0.2	22.68	1.06	1.29	1.21	1.44	0.23	22.71
V13-V14	0.45	85.70	4.40	6.66	4.55	6.81	2.26	85.82
I3-V14	0.2	77.18	1.20	1.98	1.35	2.13	0.78	77.20

No Saluran	ND (m)	L Pipa (m)	Kedalaman Penanaman		Kedalaman Galian		X	Z
			Awal (h1)	Akhir (h2)	Awal (y1)	Akhir (y2)		
V14-V15	0.56	23.81	6.77	6.41	6.92	6.56	0.36	24.80
I2-V15	0.18	110.53	1.18	1.29	1.33	1.44	0.11	110.54
V15-V16	0.56	176.62	1.67	4.04	1.82	4.19	2.37	176.63
I1-V16	0.2	116.51	1.20	1.57	1.35	1.72	0.37	116.52
V16-T7	0.56	102.58	4.04	6.87	4.19	7.02	2.83	102.66
K1-W3	0.2	89.04	1.20	2.30	1.35	2.45	1.10	89.05
K2-W3	0.14	71.42	1.14	2.06	1.29	2.21	0.92	71.43
W3-W4	0.25	17.91	2.35	2.73	2.50	2.88	0.38	18.09
K3-W4	0.14	81.15	1.14	2.56	1.29	2.71	1.42	81.16
W4-W5	0.25	26.69	2.67	2.54	2.82	2.69	0.13	26.84
K4-W5	0.14	107.57	1.14	2.82	1.29	2.97	1.68	107.58
W5-U25	0.28	117.71	2.96	3.54	3.11	3.69	0.58	117.75
J2-W1	0.14	70.04	1.14	3.45	1.29	3.60	2.31	70.05
J3-W1	0.16	22.65	1.16	1.59	1.31	1.74	0.43	22.69
W1-W2	0.2	23.55	1.63	1.07	1.78	1.22	0.56	23.62
J1-W2	0.14	68.10	1.14	2.63	1.29	2.78	1.49	68.11
W2-W8	0.25	23.95	1.12	0.36	1.27	0.51	0.76	23.98
J4-W9	0.18	141.68	1.18	2.60	1.33	2.75	1.42	141.69
J5-W9	0.14	135.86	1.14	2.50	1.29	2.65	1.36	135.87
J6-W9	0.18	132.35	1.18	2.11	1.33	2.26	0.93	132.36
W9-W8	0.25	184.79	2.67	5.32	2.82	5.47	2.65	184.81
W8-W7	0.4	10.72	5.47	5.78	5.62	5.93	0.31	12.11
W7-W6	0.9	38.44	6.83	6.62	6.98	6.77	0.21	39.06
K5-W6	0.2	128.58	1.20	3.89	1.35	4.04	2.69	128.59
W6-W15	0.9	15.40	6.62	6.78	6.77	6.93	0.16	16.82
K6-W15	0.14	55.32	1.14	2.30	1.29	2.45	1.16	55.33
W15-W14	0.9	141.76	6.78	7.00	6.93	7.15	0.22	141.93

No Saluran	ND (m)	L Pipa (m)	Kedalaman Penanaman		Kedalaman Galian		X	Z
			Awal (h1)	Akhir (h2)	Awal (y1)	Akhir (y2)		
K7-W10	0.2	58.65	1.20	1.79	1.35	1.94	0.59	58.66
K8-W10	0.2	58.05	1.20	1.79	1.35	1.94	0.59	58.07
W10-W12	0.25	75.27	1.84	3.35	1.99	3.50	1.51	75.29
K9-W11	0.225	23.44	1.23	0.67	1.38	0.82	0.56	23.48
K10-W11	0.25	204.13	1.25	2.50	1.40	2.65	1.25	204.13
W11-W12	0.355	112.07	2.61	4.94	2.76	5.09	2.33	112.10
W12-W13	0.45	75.29	5.03	4.79	5.18	4.94	0.24	75.47
W13-W14	0.45	150.35	4.79	5.70	4.94	5.85	0.91	150.43
W14-S18	0.9	166.87	6.15	9.22	6.30	9.37	3.07	166.99
L8-R1	0.125	20.05	1.13	1.94	1.28	2.09	0.81	20.09
L9-R1	0.125	47.29	1.13	3.30	1.28	3.45	2.17	47.31
R1-R2	0.125	46.04	3.30	4.17	3.45	4.32	0.87	46.17
L10-R2	0.125	36.32	1.13	2.10	1.28	2.25	0.97	36.35
R2-R3	0.18	29.50	4.22	3.32	4.37	3.47	0.90	29.83
L11-R3	0.125	38.66	1.13	2.12	1.28	2.27	0.99	38.68
R3-R4	0.18	19.54	3.32	3.12	3.47	3.27	0.20	19.84
L12-R4	0.125	32.79	1.13	1.66	1.28	1.81	0.53	32.81
R4-R5	0.25	44.20	3.19	4.04	3.34	4.19	0.85	44.33
R5-R6	0.71	72.14	4.50	5.03	4.65	5.18	0.53	72.29
L1-R6	0.25	111.23	1.25	1.37	1.40	1.52	0.12	111.24
R6-R8	0.8	5.39	5.12	5.18	5.27	5.33	0.06	7.54
L3-R7	0.2	54.61	1.20	2.35	1.35	2.50	1.15	54.62
L4-R7	0.18	62.26	1.18	2.21	1.33	2.36	1.03	62.28
R7-R8	0.18	122.77	2.21	4.24	2.36	4.39	2.03	122.80
R8-R9	0.8	12.04	5.18	5.31	5.33	5.46	0.13	13.17
L5-R9	0.225	185.94	1.23	4.09	1.38	4.24	2.86	185.94
R9-R10	0.8	23.31	5.31	5.55	5.46	5.70	0.24	23.94

No Saluran	ND (m)	L Pipa (m)	Kedalaman Penanaman		Kedalaman Galian		X	Z
			Awal (h1)	Akhir (h2)	Awal (y1)	Akhir (y2)		
L6-R10	0.225	190.21	1.23	3.74	1.38	3.89	2.51	190.21
R10-R11	0.8	4.50	5.55	5.80	5.70	5.95	0.25	7.27
L2-R11	0.25	58.42	1.25	0.44	1.40	0.59	0.81	58.44
R11-R12	0.8	18.50	5.80	5.79	5.95	5.94	0.01	19.43
L7-R12	0.25	195.86	1.25	3.81	1.40	3.96	2.56	195.86
R12-S1	0.8	29.38	5.79	5.89	5.94	6.04	0.10	29.98
M1-S1	0.18	64.42	1.18	1.83	1.33	1.98	0.65	64.43
S1-S2	0.8	21.95	5.89	5.91	6.04	6.06	0.02	22.77
M2-S2	0.18	70.97	1.18	2.09	1.33	2.24	0.91	70.98
S2-S3	0.8	22.75	5.91	5.74	6.06	5.89	0.17	23.54
M3-S3	0.18	68.21	1.18	2.07	1.33	2.22	0.89	68.23
S3-S4	0.9	16.49	5.84	5.81	5.99	5.96	0.03	17.54
M18-S4	0.14	78.39	1.14	1.29	1.29	1.44	0.15	78.40
S4-S5	0.9	7.32	5.81	5.69	5.96	5.84	0.12	9.44
M4-S5	0.18	82.19	1.18	2.01	1.33	2.16	0.83	82.20
S5-S6	0.9	4.59	5.69	5.74	5.84	5.89	0.05	7.43
M19-S6	0.125	32.15	1.13	1.46	1.28	1.61	0.33	32.18
S6-S7	0.9	18.55	5.74	5.33	5.89	5.48	0.41	19.46
M5-S7	0.16	44.49	1.16	1.51	1.31	1.66	0.35	44.51
S7-S8	0.9	21.69	5.33	5.35	5.48	5.50	0.02	22.37
M17-S8	0.16	163.16	1.16	0.60	1.31	0.75	0.56	163.17
S8-S28	0.9	25.24	5.35	6.26	5.50	6.41	0.91	25.83
M12-S9	0.14	43.60	1.14	1.47	1.29	1.62	0.33	43.62
M13-S9	0.125	23.70	1.13	1.02	1.28	1.17	0.11	23.73
S9-S10	0.18	62.00	1.51	2.13	1.66	2.28	0.62	62.02
M20-S10	0.16	127.32	1.16	2.44	1.31	2.59	1.28	127.33
S10-S11	0.25	12.76	2.20	2.33	2.35	2.48	0.13	12.98

No Saluran	ND (m)	L Pipa (m)	Kedalaman Penanaman		Kedalaman Galian		X	Z
			Awal (h1)	Akhir (h2)	Awal (y1)	Akhir (y2)		
M14-S11	0.16	54.20	1.16	0.71	1.31	0.86	0.45	54.21
S11-S13	0.25	74.03	2.33	3.08	2.48	3.23	0.75	74.07
M21-S13	0.2	177.00	1.20	2.97	1.35	3.12	1.77	177.00
S13-S12	0.355	8.58	3.19	3.28	3.34	3.43	0.09	9.20
M15-S12	0.14	101.71	1.14	0.56	1.29	0.71	0.58	101.72
S12-S14	0.4	22.69	3.32	3.55	3.47	3.70	0.23	22.96
M16-S14	0.18	107.96	1.18	4.06	1.33	4.21	2.88	107.97
S14-S15	0.45	66.50	4.33	4.60	4.48	4.75	0.27	66.65
S15-S16	0.45	58.71	4.60	5.59	4.75	5.74	0.99	58.90
M7-S26	0.16	61.30	1.16	1.18	1.31	1.33	0.02	61.31
M8-S26	0.16	46.25	1.16	1.03	1.31	1.18	0.13	46.26
S26-S27	0.2	25.57	1.07	1.53	1.22	1.68	0.46	25.59
M6-S27	0.14	25.05	1.14	1.60	1.29	1.75	0.46	25.09
M9-S27	0.14	32.35	1.14	1.67	1.29	1.82	0.53	32.37
S27-S28	0.28	23.10	1.61	2.25	1.76	2.40	0.64	23.17
S28-S29	0.9	38.61	6.26	6.65	6.41	6.80	0.39	39.14
M10-S29	0.14	68.63	1.14	2.43	1.29	2.58	1.29	68.64
S29-S30	0.9	13.68	6.65	6.59	6.80	6.74	0.06	15.27
M11-S30	0.125	27.00	1.13	1.80	1.28	1.95	0.67	27.03
S30-S16	0.9	39.22	6.59	7.19	6.74	7.34	0.60	39.80
S16-S17	0.9	25.31	7.19	7.45	7.34	7.60	0.26	26.35
M26-S17	0.125	59.43	1.13	1.13	1.28	1.28	0.00	59.44
S17-S18	0.9	19.93	7.45	7.45	7.60	7.60	0.00	21.33
S18-S25	0.9	47.96	1.90	1.98	2.05	2.13	0.08	48.01
M23-S19	0.125	66.74	1.13	1.60	1.28	1.75	0.47	66.75
M24-S19	0.125	28.53	1.13	1.22	1.28	1.37	0.09	28.56
S19-S20	0.16	18.33	1.63	2.02	1.78	2.17	0.39	18.42

No Saluran	ND (m)	L Pipa (m)	Kedalaman Penanaman		Kedalaman Galian		X	Z
			Awal (h1)	Akhir (h2)	Awal (y1)	Akhir (y2)		
M25-S20	0.14	50.43	1.14	1.75	1.29	1.90	0.61	50.45
S20-S21	0.2	14.87	2.06	2.21	2.21	2.36	0.15	15.03
M22-S21	0.16	102.57	1.16	2.99	1.31	3.14	1.83	102.58
S21-S22	0.25	54.03	2.26	2.41	2.41	2.56	0.15	54.08
M27-S22	0.125	86.20	1.13	1.00	1.28	1.15	0.13	86.21
S22-S23	0.25	22.37	2.41	2.64	2.56	2.79	0.23	22.52
M28-S23	0.125	95.00	1.13	2.09	1.28	2.24	0.96	95.01
S23-S24	0.28	20.53	2.67	2.68	2.82	2.83	0.01	20.72
M29-S24	0.125	82.43	1.13	1.16	1.28	1.31	0.03	82.44
S24-S25	0.355	65.70	2.76	3.42	2.91	3.57	0.66	65.76
S25-IPAL	0.9	5.94	3.96	3.82	4.11	3.97	0.14	7.23

No Saluran	Volume Galian (m3)		Volume Galian Total (m3)	Volume Pipa (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Urugan Tanah (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
	I	II					
A1-N1	119.28	36.42	155.70	2.41	39.48	113.81	41.89
A7-N1	51.70	21.04	72.74	0.84	16.79	55.11	17.63
N1-N2	51.63	1.20	52.83	0.95	11.03	40.85	11.98
A8-N2	58.56	17.70	76.26	0.95	19.02	56.29	19.97
N2-N3	49.94	7.14	57.08	1.25	10.65	45.18	11.90
A2-N3	142.57	82.89	225.46	2.30	46.33	176.83	48.63
N3-N4	66.77	5.11	71.88	1.56	11.31	59.01	12.87
A4-N5	194.23	100.71	294.94	5.65	66.29	223.00	71.94
A5-N5	166.03	47.62	213.65	2.68	53.95	157.02	56.63
N5-N4	59.42	0.53	59.95	1.22	10.38	48.35	11.60
A3-N4	142.43	71.77	214.20	2.30	46.28	165.62	48.58
N4-N6	117.47	10.96	128.43	4.12	18.78	105.53	22.90
A6-N6	272.66	23.58	296.24	6.69	91.72	197.83	98.41

No Saluran	Volume Galian (m3)		Volume Galian Total (m3)	Volume Pipa (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Urugan Tanah (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
	I	II					
N6-N7	384.82	68.47	453.29	19.76	78.05	355.48	97.81
B1-N7	129.54	9.60	139.14	3.77	44.21	91.16	47.98
N7-N8	97.65	6.86	104.51	3.65	14.39	86.47	18.04
B2-N8	154.77	2.30	157.07	4.51	52.81	99.75	57.32
N8-O6	1257.35	687.24	1944.59	75.42	230.02	1639.15	305.44
C4-O1	62.95	27.81	90.76	1.02	20.45	69.29	21.47
C5-O1	67.45	3.09	70.54	1.37	22.31	46.86	23.68
O1-O5	131.91	4.21	136.12	5.07	50.11	80.94	55.18
C3-O2	85.60	23.23	108.83	1.39	27.81	79.63	29.20
O2-O3	11.02	0.56	11.58	0.39	7.83	3.36	8.22
C2-O3	135.14	16.48	151.62	1.38	27.62	122.62	29.00
O3-O4	32.34	1.41	33.75	0.79	9.24	23.72	10.03
C1-O4	92.29	10.76	103.05	2.27	31.04	69.74	33.31
O4-O5	62.42	8.51	70.93	2.73	23.27	44.93	26.00
O5-O6	266.26	146.92	413.18	15.46	82.24	315.48	97.70
O6-O7	445.30	12.45	457.75	32.71	76.59	348.45	109.30
D1-P1	166.35	143.51	309.86	2.21	53.24	254.41	55.45
D2-P1	142.94	116.34	259.28	2.31	46.44	210.53	48.75
P1-P2	69.34	3.41	72.75	0.64	8.70	63.41	9.34
D3-P2	143.05	72.08	215.13	2.31	46.48	166.34	48.79
P2-P3	66.41	7.62	74.03	0.81	9.49	63.73	10.30
D4-P3	143.62	17.26	160.88	2.32	46.67	111.89	48.99
P3-P4	53.62	2.77	56.39	1.23	10.46	44.70	11.69
D5-P4	202.10	35.93	238.03	5.88	68.97	163.18	74.85
P4-P5	65.00	7.41	72.41	1.94	12.07	58.40	14.01
D6-P5	161.89	113.92	275.81	4.71	55.25	215.85	59.96
P5-P6	356.21	9.98	366.19	12.54	57.26	296.39	69.80

No Saluran	Volume Galian (m3)		Volume Galian Total (m3)	Volume Pipa (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Urugan Tanah (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
	I	II					
D7-P6	216.49	129.09	345.58	6.30	73.88	265.40	80.18
P6-Q1	392.70	28.70	421.40	17.39	68.69	335.32	86.08
E21-Q1	130.22	55.17	185.39	2.63	43.10	139.66	45.73
Q1-Q2	178.80	7.00	185.80	12.83	30.02	142.95	42.85
E11-Q2	79.03	12.07	91.10	1.60	26.15	63.35	27.75
Q2-Q3	148.05	4.04	152.09	9.76	22.86	119.47	32.62
E10-Q3	76.22	6.88	83.10	1.02	24.39	57.69	25.41
Q3-Q5	162.15	2.35	164.50	10.13	23.70	130.67	33.83
E20-Q4	71.27	15.20	86.47	1.15	23.16	62.16	24.31
Q4-Q5	5.55	0.06	5.61	0.06	1.13	4.42	1.19
Q5-Q6	157.43	11.07	168.50	10.14	23.73	134.63	33.87
E9-Q6	102.62	20.93	123.55	1.37	32.84	89.34	34.21
Q6-Q7	155.45	6.01	161.46	8.65	20.26	132.55	28.91
E19-Q7	55.57	13.29	68.86	0.74	17.78	50.34	18.52
Q7-Q8	40.41	0.68	41.09	0.96	2.23	37.90	3.19
E8-Q8	105.04	22.25	127.29	1.40	33.62	92.27	35.02
Q8-Q9	192.48	2.46	194.94	9.90	23.17	161.87	33.07
E7-Q9	112.41	0.88	113.29	1.82	36.52	74.95	38.34
Q9-Q10	161.95	13.77	175.72	8.49	19.88	147.35	28.37
E12-Q11	34.37	11.05	45.42	0.46	10.99	33.97	11.45
E13-Q11	39.40	2.63	42.03	0.53	12.60	28.90	13.13
Q11-Q12	19.13	0.35	19.48	0.30	7.05	12.13	7.35
E1-Q12	143.51	5.01	148.52	2.32	46.63	99.57	48.95
Q12-Q13	10.46	0.38	10.84	0.28	3.74	6.82	4.02
E2-Q13	131.34	49.96	181.30	1.75	42.03	137.52	43.78
Q13-Q14	20.09	3.23	23.32	0.57	7.81	14.94	8.38
E3-Q14	129.12	121.52	250.64	1.72	41.32	207.60	43.04



No Saluran	Volume Galian (m3)		Volume Galian Total (m3)	Volume Pipa (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Urugan Tanah (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
	I	II					
Q14-Q15	18.32	4.96	23.28	1.25	10.60	11.43	11.85
E4-Q15	126.59	80.91	207.50	1.69	40.51	165.30	42.20
E15-Q21	30.82	0.73	31.55	0.41	9.86	21.28	10.27
E16-Q21	47.90	9.77	57.67	0.64	15.33	41.70	15.97
Q21-Q20	6.90	0.09	6.99	0.08	1.50	5.41	1.58
E14-Q20	40.05	2.52	42.57	0.54	12.81	29.22	13.35
Q20-Q15	36.36	7.16	43.52	0.63	8.53	34.36	9.16
Q15-Q16	28.96	4.86	33.82	1.51	11.01	21.30	12.52
E5-Q16	124.57	41.52	166.09	1.66	39.86	124.57	41.52
Q16-Q17	40.97	2.52	43.49	2.27	12.08	29.14	14.35
E17-Q17	48.52	1.34	49.86	0.65	15.52	33.69	16.17
Q17-Q18	5.82	0.03	5.85	0.20	1.07	4.58	1.27
E6-Q18	167.88	44.21	212.09	3.40	55.55	153.14	58.95
Q18-Q19	36.82	0.26	37.08	2.12	9.66	25.30	11.78
E18-Q19	54.02	4.45	58.47	0.72	17.28	40.47	18.00
Q19-Q10	66.74	1.87	68.61	3.91	17.87	46.83	21.78
Q10-Q22	543.64	195.34	738.98	35.68	83.53	619.77	119.21
E22-Q22	64.72	17.06	81.78	1.05	21.02	59.71	22.07
Q22-R5	120.21	14.88	135.09	14.27	33.42	87.40	47.69
F2-T1	98.26	39.23	137.49	1.59	31.93	103.97	33.52
F3-T1	78.49	31.34	109.83	1.27	25.50	83.06	26.77
T1-T3	74.94	9.43	84.37	1.24	14.48	68.65	15.72
F4-T2	59.61	19.87	79.48	0.80	19.07	59.61	19.87
F5-T2	76.81	37.35	114.16	1.02	24.58	88.56	25.60
T2-T3	73.20	8.31	81.51	0.76	12.42	68.33	13.18
T3-T4	464.90	36.09	500.99	8.34	71.06	421.59	79.40
F6-T4	57.70	8.37	66.07	0.77	18.46	46.84	19.23

No Saluran	Volume Galian (m3)		Volume Galian Total (m3)	Volume Pipa (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Urugan Tanah (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
	I	II					
T4-T5	52.87	3.95	56.82	0.81	6.81	49.20	7.62
F7-T5	58.15	8.44	66.59	0.78	18.60	47.21	19.38
T5-T6	72.16	3.29	75.45	0.95	8.09	66.41	9.04
F8-T7	103.50	7.79	111.29	2.54	34.81	73.94	37.35
T7-T6	150.28	0.20	150.48	4.21	12.82	133.45	17.03
T6-T8	259.83	45.19	305.02	10.97	33.45	260.60	44.42
F9-T8	199.96	7.76	207.72	3.23	64.98	139.51	68.21
T8-T9	81.07	2.41	83.48	6.11	16.28	61.09	22.39
F10-T9	229.57	72.08	301.65	3.71	74.59	223.35	78.30
T9-T10	77.95	1.96	79.91	5.51	14.69	59.71	20.20
F11-T10	162.58	30.88	193.46	2.63	52.83	138.00	55.46
T10-T11	111.31	3.34	114.65	8.78	20.54	85.33	29.32
F1-O7	188.01	78.22	266.23	3.80	62.22	200.21	66.02
O7-T11	1643.96	159.55	1803.51	133.22	274.93	1395.36	408.15
T11-U4	220.70	5.42	226.12	17.03	31.14	177.95	48.17
G3-U1	227.88	69.82	297.70	37.03	86.69	173.98	123.72
G4-U1	312.40	91.53	403.93	50.76	118.86	234.31	169.62
U1-U2	63.94	3.95	67.89	6.45	15.09	46.35	21.54
G2-U2	228.14	45.38	273.52	37.07	86.79	149.66	123.86
U2-U3	82.11	7.19	89.30	7.36	17.23	64.71	24.59
G1-U3	218.90	52.95	271.85	35.57	83.27	153.01	118.84
U3-U4	830.02	103.99	934.01	64.14	150.21	719.66	214.35
U4-U5	173.55	2.95	176.50	12.50	22.86	141.14	35.36
G9-U5	96.08	10.32	106.40	15.60	36.52	54.28	52.12
U5-U6	150.75	2.06	152.81	10.26	18.76	123.79	29.02
G6-U9	72.51	5.44	77.95	6.86	27.11	43.98	33.97
G5-U11	114.42	22.81	137.23	7.88	41.91	87.44	49.79

No Saluran	Volume Galian (m3)		Volume Galian Total (m3)	Volume Pipa (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Urugan Tanah (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
	I	II					
H1-U11	168.94	43.78	212.72	11.64	61.88	139.20	73.52
U11-U10	245.88	1.76	247.64	12.11	64.39	171.14	76.50
U10-U9	45.30	0.34	45.64	2.51	9.90	33.23	12.41
U9-U8	46.99	5.50	52.49	2.65	10.44	39.40	13.09
G7-U8	92.48	10.43	102.91	15.01	35.15	52.75	50.16
U8-U7	35.46	0.27	35.73	2.63	10.38	22.72	13.01
G8-U7	99.18	10.39	109.57	16.10	37.70	55.77	53.80
U7-U6	6.79	0.23	7.02	0.41	1.59	5.02	2.00
U6-U13	229.16	134.10	363.26	42.61	77.93	242.72	120.54
G10-U12	123.75	70.15	193.90	20.10	47.06	126.74	67.16
G11-U12	47.37	5.07	52.44	7.67	17.93	26.84	25.60
U12-U13	61.56	0.14	61.70	8.19	19.16	34.35	27.35
U13-U14	179.04	2.84	181.88	15.02	27.46	139.40	42.48
G12-U14	197.43	85.96	283.39	32.08	75.10	176.21	107.18
U14-U22	450.03	20.15	470.18	39.73	72.69	357.76	112.42
U22-U23	154.26	3.00	157.26	12.09	22.11	123.06	34.20
G13-U23	337.14	144.09	481.23	54.78	128.28	298.17	183.06
U23-U24	129.41	0.38	129.79	10.49	19.17	100.13	29.66
H2-U15	41.12	2.42	43.54	0.55	13.15	29.84	13.70
H3-U15	34.74	13.89	48.63	0.47	11.11	37.05	11.58
U15-U16	16.50	1.50	18.00	0.38	6.15	11.47	6.53
H4-U16	37.17	17.34	54.51	0.50	11.89	42.12	12.39
U16-U17	17.34	3.31	20.65	0.59	7.98	12.08	8.57
H5-U17	42.65	0.33	42.98	1.05	14.34	27.59	15.39
U17-U10	177.53	67.51	245.04	7.22	61.54	176.28	68.76
H10-U18	52.59	7.63	60.22	0.70	16.83	42.69	17.53
H11-U18	71.91	22.00	93.91	0.96	23.01	69.94	23.97

No Saluran	Volume Galian (m3)		Volume Galian Total (m3)	Volume Pipa (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Urugan Tanah (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
	I	II					
U18-U19	26.50	1.00	27.50	0.41	5.57	21.52	5.98
H9-U19	53.74	4.01	57.75	0.72	17.19	39.84	17.91
U19-U22	69.50	17.37	86.87	1.78	20.78	64.31	22.56
H7-U20	36.42	2.86	39.28	0.49	11.65	27.14	12.14
H8-U20	52.27	3.49	55.76	0.70	16.72	38.34	17.42
U20-U21	23.51	3.09	26.60	0.42	6.87	19.31	7.29
H6-U21	129.24	22.62	151.86	5.34	45.43	101.09	50.77
U21-U24	83.20	15.16	98.36	3.03	22.09	73.24	25.12
U24-U25	153.59	3.00	156.59	12.70	23.21	120.68	35.91
U25-W7	1144.20	263.19	1407.39	101.48	185.64	1120.27	287.12
I6-V1	59.90	24.66	84.56	0.80	19.17	64.59	19.97
I7-V1	73.25	22.98	96.23	0.98	23.44	71.81	24.42
V1-V2	140.92	11.64	152.56	1.58	25.88	125.10	27.46
I8-V2	26.46	0.82	27.28	0.43	8.59	18.26	9.02
V2-V3	148.16	7.17	155.33	2.09	24.44	128.80	26.53
I18-V3	159.46	103.84	263.30	2.58	51.81	208.91	54.39
V3-V4	68.91	5.06	73.97	1.28	10.82	61.87	12.10
I17-V4	94.31	45.49	139.80	1.26	30.18	108.36	31.44
V4-V5	35.76	1.34	37.10	0.56	4.70	31.84	5.26
I16-V5	74.86	12.04	86.90	1.00	23.95	61.95	24.95
V5-V6	25.56	1.06	26.62	0.42	3.57	22.63	3.99
I9-V6	76.67	30.97	107.64	1.02	24.54	82.08	25.56
V6-V9	154.89	6.21	161.10	3.00	21.82	136.28	24.82
I14-V7	87.03	25.60	112.63	1.16	27.85	83.62	29.01
I15-V7	63.41	12.19	75.60	0.85	20.29	54.46	21.14
V7-V8	28.55	1.50	30.05	0.45	6.10	23.50	6.55
I13-V8	78.34	12.26	90.60	1.59	25.92	63.09	27.51

No Saluran	Volume Galian (m3)		Volume Galian Total (m3)	Volume Pipa (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Urugan Tanah (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
	I	II					
V8-V9	31.18	1.57	32.75	0.65	7.61	24.49	8.26
V9-V10	304.65	36.33	340.98	9.51	43.47	288.00	52.98
I10-V10	76.66	36.97	113.63	1.02	24.53	88.08	25.55
V10-V11	129.84	3.33	133.17	3.22	14.70	115.25	17.92
I11-V17	27.72	1.29	29.01	0.45	9.00	19.56	9.45
I12-V17	156.30	111.47	267.77	2.53	50.78	214.46	53.31
V17-V11	23.41	1.07	24.48	0.28	3.17	21.03	3.45
V11-V13	255.06	17.73	272.79	7.26	28.67	236.86	35.93
I4-V12	72.54	23.62	96.16	1.17	23.57	71.42	24.74
I5-V12	119.41	6.48	125.89	1.93	38.80	85.16	40.73
V12-V13	21.99	2.09	24.08	0.72	8.36	15.00	9.08
V13-V14	410.01	101.69	511.70	13.64	53.85	444.21	67.49
I3-V14	83.38	24.09	107.47	2.43	28.45	76.59	30.88
V14-V15	199.07	4.98	204.05	5.87	17.89	180.29	23.76
I2-V15	114.68	4.75	119.43	2.82	38.57	78.04	41.39
V15-V16	372.90	242.79	615.69	43.51	132.69	439.49	176.20
I1-V16	125.84	17.25	143.09	3.67	42.94	96.48	46.61
V16-T7	499.00	168.38	667.38	25.27	77.07	565.04	102.34
K1-W3	96.18	39.18	135.36	2.80	32.82	99.74	35.62
K2-W3	68.20	24.32	92.52	1.10	22.16	69.26	23.26
W3-W4	38.44	2.90	41.34	0.88	7.50	32.96	8.38
K3-W4	77.48	42.64	120.12	1.25	25.18	93.69	26.43
W4-W5	64.35	1.48	65.83	1.32	11.16	53.35	12.48
K4-W5	102.70	66.87	169.57	1.66	33.37	134.54	35.03
W5-U25	322.28	30.05	352.33	7.25	52.84	292.24	60.09
J2-W1	66.87	59.87	126.74	1.08	21.73	103.93	22.81
J3-W1	22.60	3.71	26.31	0.46	7.46	18.39	7.92

No Saluran	Volume Galian (m3)		Volume Galian Total (m3)	Volume Pipa (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Urugan Tanah (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
	I	II					
W1-W2	33.64	5.28	38.92	0.74	8.69	29.49	9.43
J1-W2	65.02	37.55	102.57	1.05	21.13	80.39	22.18
W2-W8	25.89	7.74	33.63	1.18	10.02	22.43	11.20
J4-W9	146.99	78.47	225.46	3.61	49.44	172.41	53.05
J5-W9	129.70	68.37	198.07	2.10	42.14	153.83	44.24
J6-W9	137.32	48.01	185.33	3.37	46.19	135.77	49.56
W9-W8	442.99	208.12	651.11	9.08	77.31	564.72	86.39
W8-W7	68.05	1.67	69.72	1.35	6.16	62.21	7.51
W7-W6	409.01	6.06	415.07	24.46	44.73	345.88	69.19
K5-W6	138.88	138.36	277.24	4.04	47.40	225.80	51.44
W6-W15	170.81	1.85	172.66	9.80	17.92	144.94	27.72
K6-W15	52.83	23.75	76.58	0.86	17.16	58.56	18.02
W15-W14	1475.41	23.40	1498.81	90.19	164.99	1243.63	255.18
K7-W10	63.36	13.85	77.21	1.85	21.61	53.75	23.46
K8-W10	62.72	13.71	76.43	1.83	21.40	53.20	23.23
W10-W12	127.36	48.31	175.67	3.70	31.49	140.48	35.19
K9-W11	26.64	5.42	32.06	0.94	9.22	21.90	10.16
K10-W11	242.92	108.45	351.37	10.03	85.40	255.94	95.43
W11-W12	294.96	124.69	419.65	11.10	59.01	349.54	70.11
W12-W13	410.47	9.49	419.96	11.98	47.32	360.66	59.30
W13-W14	780.31	71.84	852.15	23.92	94.49	733.74	118.41
W14-S18	1578.05	384.22	1962.27	106.16	194.21	1661.90	300.37
L8-R1	18.58	5.89	24.47	0.25	5.93	18.29	6.18
L9-R1	43.74	37.21	80.95	0.59	13.99	66.37	14.58
R1-R2	115.31	14.52	129.83	0.57	13.62	115.64	14.19
L10-R2	33.60	12.78	46.38	0.45	10.75	35.18	11.20
R2-R3	101.67	10.36	112.03	0.76	10.29	100.98	11.05

No Saluran	Volume Galian (m3)		Volume Galian Total (m3)	Volume Pipa (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Urugan Tanah (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
	I	II					
L11-R3	35.76	13.88	49.64	0.48	11.44	37.72	11.92
R3-R4	53.72	1.53	55.25	0.50	6.82	47.93	7.32
L12-R4	30.34	6.30	36.64	0.41	9.70	26.53	10.11
R4-R5	125.86	15.97	141.83	2.17	18.50	121.16	20.67
R5-R6	440.36	25.05	465.41	28.57	66.88	369.96	95.45
L1-R6	132.38	5.68	138.06	5.46	46.54	86.06	52.00
R6-R8	55.62	0.23	55.85	2.71	5.60	47.54	8.31
L3-R7	59.00	25.12	84.12	1.72	20.13	62.27	21.85
L4-R7	64.61	25.02	89.63	1.59	21.73	66.31	23.32
R7-R8	226.05	97.20	323.25	3.13	42.84	277.28	45.97
R8-R9	98.26	1.10	99.36	6.06	12.49	80.81	18.55
L5-R9	210.94	219.37	430.31	7.40	73.14	349.77	80.54
R9-R10	183.01	3.92	186.93	11.72	24.18	151.03	35.90
L6-R10	215.78	196.94	412.72	7.57	74.82	330.33	82.39
R10-R11	57.98	0.79	58.77	2.27	4.67	51.83	6.94
L2-R11	69.55	20.12	89.67	2.87	24.45	62.35	27.32
R11-R12	161.87	0.13	162.00	9.30	19.19	133.51	28.49
L7-R12	233.08	213.10	446.18	9.62	81.95	354.61	91.57
R12-S1	249.29	2.06	251.35	14.77	30.48	206.10	45.25
M1-S1	66.85	16.33	83.18	1.64	22.48	59.06	24.12
S1-S2	192.54	0.31	192.85	11.04	22.77	159.04	33.81
M2-S2	73.64	25.19	98.83	1.81	24.77	72.25	26.58
S2-S3	199.75	2.71	202.46	11.44	23.60	167.42	35.04
M3-S3	70.78	23.68	94.46	1.74	23.80	68.92	25.54
S3-S4	157.60	0.38	157.98	10.49	19.19	128.30	29.68
M18-S4	74.84	4.36	79.20	1.21	24.32	53.67	25.53
S4-S5	84.36	0.66	85.02	4.66	8.51	71.85	13.17

No Saluran	Volume Galian (m3)		Volume Galian Total (m3)	Volume Pipa (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Urugan Tanah (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
	I	II					
M4-S5	85.28	26.61	111.89	2.10	28.68	81.11	30.78
S5-S6	65.09	0.18	65.27	2.93	5.34	57.00	8.27
M19-S6	29.75	3.85	33.60	0.40	9.51	23.69	9.91
S6-S7	171.97	5.71	177.68	11.81	21.59	144.28	33.40
M5-S7	44.32	5.92	50.24	0.90	14.66	34.68	15.56
S7-S8	183.86	0.33	184.19	13.80	25.24	145.15	39.04
M17-S8	162.45	34.73	197.18	3.29	53.76	140.13	57.05
S8-S28	213.13	17.23	230.36	16.06	29.38	184.92	45.44
M12-S9	41.64	5.33	46.97	0.68	13.52	32.77	14.20
M13-S9	21.94	0.95	22.89	0.30	7.01	15.58	7.31
S9-S10	80.31	15.00	95.31	1.58	21.64	72.09	23.22
M20-S10	126.77	61.93	188.70	2.56	41.96	144.18	44.52
S10-S11	25.93	0.71	26.64	0.63	5.34	20.67	5.97
M14-S11	53.98	9.27	63.25	1.09	17.86	44.30	18.95
S11-S13	156.14	23.60	179.74	3.64	30.97	145.13	34.61
M21-S13	191.17	125.32	316.49	5.57	65.23	245.69	70.80
S13-S12	29.32	0.37	29.69	0.85	4.52	24.32	5.37
M15-S12	97.11	21.83	118.94	1.57	31.55	85.82	33.12
S12-S14	79.67	2.61	82.28	2.86	13.03	66.39	15.89
M16-S14	112.02	121.27	233.29	2.75	37.68	192.86	40.43
S14-S15	313.52	9.43	322.95	10.58	41.79	270.58	52.37
S15-S16	293.78	30.52	324.30	9.34	36.90	278.06	46.24
M7-S26	61.05	0.47	61.52	1.24	20.20	40.08	21.44
M8-S26	46.07	2.29	48.36	0.93	15.24	32.19	16.17
S26-S27	24.98	4.71	29.69	0.81	9.42	19.46	10.23
M6-S27	23.95	4.27	28.22	0.39	7.77	20.06	8.16
M9-S27	30.91	6.35	37.26	0.50	10.04	26.72	10.54



No Saluran	Volume Galian (m3)		Volume Galian Total (m3)	Volume Pipa (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Urugan Tanah (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
	I	II					
S27-S28	35.88	6.51	42.39	1.43	10.36	30.60	11.79
S28-S29	376.29	11.30	387.59	24.57	44.93	318.09	69.50
M10-S29	65.53	32.76	98.29	1.06	21.29	75.94	22.35
S29-S30	155.79	0.62	156.41	8.71	15.91	131.79	24.62
M11-S30	24.99	6.56	31.55	0.34	7.98	23.23	8.32
S30-S16	402.34	17.65	419.99	24.96	45.64	349.39	70.60
S16-S17	290.10	4.94	295.04	16.10	29.45	249.49	45.55
M26-S17	54.95	0.00	54.95	0.73	17.59	36.63	18.32
S17-S18	243.21	0.01	243.22	12.69	23.20	207.33	35.89
S18-S25	147.63	2.88	150.51	30.52	55.82	64.17	86.34
M23-S19	61.71	11.38	73.09	0.82	19.75	52.52	20.57
M24-S19	26.40	0.94	27.34	0.36	8.43	18.55	8.79
S19-S20	24.92	2.72	27.64	0.37	6.04	21.23	6.41
M25-S20	48.16	11.39	59.55	0.78	15.65	43.12	16.43
S20-S21	26.59	0.90	27.49	0.47	5.48	21.54	5.95
M22-S21	102.13	71.33	173.46	2.07	33.79	137.60	35.86
S21-S22	110.80	3.45	114.25	2.66	22.60	88.99	25.26
M27-S22	79.70	4.07	83.77	1.06	25.51	57.20	26.57
S22-S23	49.01	2.19	51.20	1.10	9.36	40.74	10.46
M28-S23	87.83	33.07	120.90	1.17	28.11	91.62	29.28
S23-S24	51.43	0.10	51.53	1.27	9.21	41.05	10.48
M29-S24	76.21	0.90	77.11	1.02	24.38	51.71	25.40
S24-S25	182.45	20.71	203.16	6.51	34.59	162.06	41.10
S25-IPAL	44.56	0.63	45.19	3.79	6.92	34.48	10.71

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

Lampiran 10 BOQ Pembuatan Manhole Lurus

No Saluran	L Pipa (m)	Jumlah Manhole	Kedalaman (m)	Lebar (m)	Volume Galian (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Beton (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
A5-N5	173.92	1	1.26	1.18	1.75	0.21	1.25	1.75
A6-N6	262.82	1	1.61	1.27	2.60	0.25	1.77	2.60
N8-O6	306.17	1	1.28	1.31	2.19	0.26	1.50	2.19
O5-O6	156.18	1	3.57	1.16	4.81	0.21	3.29	4.81
D4-P3	150.44	1	1.28	1.16	1.72	0.21	1.24	1.72
E1-Q12	150.32	1	1.34	1.16	1.81	0.21	1.30	1.81
F9-T8	209.46	1	2.95	1.21	4.32	0.22	2.91	4.32
F10-T9	240.48	1	3.32	1.25	5.19	0.24	3.42	5.19
F11-T10	170.31	1	3.91	1.18	5.45	0.21	3.68	5.45
O7-T11	265.03	1	5.86	1.27	9.46	0.25	6.10	9.46
U3-U4	162.00	1	2.03	1.17	2.78	0.21	1.93	2.78
U25-W7	159.51	1	3.29	1.16	4.43	0.21	3.03	4.43
I12-V17	163.73	1	1.35	1.17	1.85	0.21	1.32	1.85
V15-V16	176.62	1	1.31	1.18	1.83	0.21	1.30	1.83
W9-W8	184.79	1	1.38	1.19	1.95	0.22	1.38	1.95
K10-W11	204.13	1	1.28	1.21	1.87	0.22	1.32	1.87
W14-S18	166.87	1	4.65	1.17	6.37	0.21	4.30	6.37
L5-R9	185.94	1	1.33	1.19	1.89	0.22	1.34	1.89
L6-R10	190.21	1	1.33	1.20	1.92	0.22	1.36	1.92
L7-R12	195.86	1	1.33	1.20	1.92	0.22	1.36	1.92

Lampiran 11 BOQ Pembuatan Manhole Belok

No Saluran	L Pipa (m)	Jumlah Manhole	Kedalaman (m)	Lebar (m)	Volume Galian (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Beton (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
A5-N5	173.92	1	1.29	1.18	1.80	0.21	1.28	1.80
A6-N6	262.82	1	1.33	1.27	2.15	0.25	1.48	2.15
N6-N7	124.20	1	2.95	1.13	3.77	0.20	2.62	3.77
N8-O6	306.17	1	3.54	1.31	6.08	0.26	3.91	6.08
O1-O5	127.39	1	1.26	1.13	1.61	0.20	1.17	1.61
O4-O5	55.61	1	1.32	1.06	1.49	0.17	1.11	1.49
O5-O6	156.18	1	1.79	1.16	2.41	0.21	1.70	2.41
D1-P1	179.95	1	1.28	1.18	1.78	0.21	1.27	1.78
P5-P6	99.71	1	3.57	1.10	4.32	0.19	3.03	4.32
P6-Q1	109.30	1	3.42	1.11	4.22	0.19	2.95	4.22
E20-Q4	74.65	1	1.29	1.08	1.51	0.18	1.12	1.51
E13-Q11	42.60	1	1.28	1.05	1.41	0.17	1.06	1.41
E1-Q12	150.32	1	1.29	1.16	1.74	0.21	1.25	1.74

No Saluran	L Pipa (m)	Jumlah Manhole	Kedalaman (m)	Lebar (m)	Volume Galian (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Beton (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
E16-Q21	51.80	1	1.28	1.06	1.44	0.17	1.08	1.44
E18-Q19	58.42	1	2.14	1.06	2.41	0.17	1.75	2.41
F2-T1	102.92	1	1.29	1.11	1.59	0.19	1.16	1.59
T1-T3	39.29	1	1.28	1.04	1.38	0.17	1.04	1.38
F5-T2	83.08	1	2.55	1.09	3.03	0.18	2.16	3.03
G5-U11	79.59	1	1.51	1.08	1.76	0.18	1.29	1.76
U11-U10	122.29	1	2.70	1.13	3.45	0.20	2.41	3.45
H2-U15	44.46	1	1.28	1.05	1.41	0.17	1.06	1.41
H11-U18	77.78	1	2.11	1.08	2.47	0.18	1.78	2.47
H8-U20	56.53	1	1.48	1.06	1.67	0.17	1.24	1.67
I7-V1	79.23	1	2.36	1.08	2.76	0.18	1.98	2.76
I17-V4	102.02	1	3.57	1.11	4.40	0.19	3.07	4.40
I9-V6	82.93	1	3.61	1.09	4.29	0.18	3.02	4.29
I15-V7	68.58	1	2.08	1.07	2.39	0.18	1.73	2.39
I10-V10	82.91	1	4.98	1.09	5.92	0.18	4.14	5.92
I12-V17	163.73	1	3.19	1.17	4.37	0.21	2.98	4.37
V11-V13	45.61	1	1.29	1.05	1.43	0.17	1.07	1.43
I5-V12	125.08	1	1.21	1.13	1.55	0.20	1.13	1.55
I3-V14	77.18	1	6.92	1.08	8.08	0.18	5.64	8.08
I2-V15	110.53	1	1.82	1.12	2.29	0.19	1.64	2.29
V15-V16	176.62	1	1.35	1.18	1.88	0.21	1.34	1.88
I1-V16	116.51	1	4.19	1.12	5.26	0.19	3.64	5.26
V16-T7	102.58	1	1.35	1.11	1.67	0.19	1.22	1.67
W4-W5	26.69	1	1.29	1.03	1.37	0.16	1.04	1.37
K4-W5	107.57	1	3.11	1.11	3.84	0.19	2.69	3.84
J4-W9	141.68	1	1.29	1.15	1.71	0.20	1.23	1.71
J6-W9	132.35	1	2.82	1.14	3.67	0.20	2.55	3.67
K5-W6	128.58	1	6.77	1.13	8.65	0.20	5.91	8.65
W15-W14	141.76	1	1.35	1.15	1.79	0.20	1.29	1.79
K7-W10	58.65	1	1.35	1.06	1.52	0.17	1.13	1.52
K8-W10	58.05	1	1.99	1.06	2.24	0.17	1.63	2.24
W11-W12	112.07	1	5.18	1.12	6.50	0.19	4.48	6.50
L4-R7	62.26	1	2.36	1.07	2.71	0.18	1.95	2.71
L2-R11	58.42	1	5.95	1.06	6.69	0.17	4.73	6.69
R12-S1	29.38	1	1.33	1.03	1.42	0.16	1.07	1.42
M18-S4	78.39	1	5.96	1.08	6.96	0.18	4.87	6.96
M17-S8	163.16	1	5.50	1.17	7.53	0.21	5.07	7.53
S9-S10	62.00	1	1.31	1.07	1.50	0.18	1.11	1.50
S11-S13	74.03	1	1.35	1.08	1.58	0.18	1.17	1.58

No Saluran	L Pipa (m)	Jumlah Manhole	Kedalaman (m)	Lebar (m)	Volume Galian (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Beton (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
S14-S15	66.50	1	4.75	1.07	5.44	0.18	3.84	5.44
S15-S16	58.71	1	1.31	1.06	1.48	0.17	1.11	1.48
M7-S26	61.30	1	1.31	1.07	1.50	0.18	1.11	1.50
M8-S26	46.25	1	1.22	1.05	1.35	0.17	1.02	1.35
M11-S30	27.00	1	6.74	1.03	7.16	0.16	5.13	7.16
M26-S17	59.43	1	7.60	1.06	8.54	0.17	6.01	8.54
M23-S19	66.74	1	1.28	1.07	1.46	0.18	1.09	1.46
M22-S21	102.57	1	2.41	1.11	2.97	0.19	2.10	2.97
M29-S24	82.43	1	2.91	1.09	3.46	0.18	2.45	3.46
S24-S25	65.70	1	4.11	1.07	4.71	0.18	3.34	4.71
D5-P4	187.12	2	1.35	1.19	3.83	0.22	2.71	3.83
E14-Q20	43.30	2	1.28	1.05	2.82	0.17	2.11	2.82
T3-T4	169.83	2	1.28	1.17	3.50	0.21	2.50	3.50
O7-T11	265.03	2	5.39	1.27	17.39	0.25	11.22	17.39
G4-U1	128.20	2	2.95	1.13	7.54	0.20	5.24	7.54
U17-U10	147.07	2	1.28	1.15	3.38	0.20	2.44	3.38
U19-U22	56.39	2	1.28	1.06	2.87	0.17	2.14	2.87
H6-U21	108.59	2	1.92	1.11	4.74	0.19	3.38	4.74
U21-U24	49.20	2	4.98	1.05	10.99	0.17	7.82	10.99
I18-V3	167.04	2	3.11	1.17	8.52	0.21	5.81	8.52
W5-U25	117.71	2	1.29	1.12	3.24	0.19	2.36	3.24
W9-W8	184.79	2	5.62	1.19	15.92	0.22	10.61	15.92
W13-W14	150.35	2	6.30	1.16	16.96	0.21	11.43	16.96
W14-S18	166.87	2	1.28	1.17	3.50	0.21	2.50	3.50
U3-U4	162.00	3	5.66	1.17	23.25	0.21	15.63	23.25
H1-U11	117.53	3	2.11	1.12	7.93	0.19	5.61	7.93
U25-W7	159.51	3	1.28	1.16	5.15	0.21	3.69	5.15
K1-W3	89.04	3	1.29	1.09	4.60	0.18	3.38	4.60
K10-W11	204.13	3	2.76	1.21	12.11	0.22	8.17	12.11
M20-S10	127.32	3	2.35	1.13	9.01	0.20	6.32	9.01
M21-S13	177.00	3	3.34	1.18	13.94	0.21	9.45	13.94
S21-S22	54.03	3	1.28	1.06	4.30	0.17	3.20	4.30

Lampiran 12 BOQ Pembuatan Drop Manhole-Pertigaan

No Saluran	L Pipa (m)	Jumlah Manhole	Kedalaman (m)	Lebar (m)	Volume Galian (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Beton (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
N1-N2	29.94	1	2.15	1.03	2.29	0.16	1.69	2.29

No Saluran	L Pipa (m)	Jumlah Manhole	Kedalaman (m)	Lebar (m)	Volume Galian (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Beton (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
N2-N3	25.44	1	2.30	1.03	2.45	0.16	1.80	2.45
N3-N4	25.20	1	2.99	1.03	3.18	0.16	2.32	3.18
N5-N4	24.81	1	2.80	1.03	2.98	0.16	2.17	2.98
N4-N6	32.71	1	3.57	1.04	3.87	0.17	2.79	3.87
N6-N7	124.20	1	2.95	1.13	3.77	0.20	2.62	3.77
N7-N8	22.90	1	4.00	1.03	4.25	0.16	3.07	4.25
N8-O6	306.17	1	3.54	1.31	6.08	0.26	3.91	6.08
O1-O5	127.39	1	1.26	1.13	1.61	0.20	1.17	1.61
O3-O4	25.05	1	1.61	1.03	1.71	0.16	1.28	1.71
O4-O5	55.61	1	1.32	1.06	1.49	0.17	1.11	1.49
O5-O6	156.18	1	1.79	1.16	2.41	0.21	1.70	2.41
P1-P2	24.93	1	3.53	1.03	3.75	0.16	2.72	3.75
P2-P3	25.74	1	3.20	1.03	3.40	0.16	2.47	3.40
P3-P4	25.00	1	2.51	1.03	2.67	0.16	1.95	2.67
P4-P5	24.89	1	2.84	1.03	3.01	0.16	2.19	3.01
P5-P6	99.71	1	3.57	1.10	4.32	0.19	3.03	4.32
P6-Q1	109.30	1	3.42	1.11	4.22	0.19	2.95	4.22
Q1-Q2	32.38	1	4.18	1.04	4.53	0.17	3.25	4.53
Q2-Q3	24.65	1	4.51	1.03	4.79	0.16	3.45	4.79
Q3-Q5	25.56	1	4.76	1.03	5.05	0.16	3.63	5.05
Q5-Q6	25.60	1	4.62	1.03	4.91	0.16	3.54	4.91
Q6-Q7	21.85	1	5.28	1.03	5.61	0.16	4.03	5.61
Q7-Q8	2.40	1	5.30	1.01	5.41	0.16	3.92	5.41
Q8-Q9	24.99	1	5.73	1.03	6.08	0.16	4.36	6.08
Q9-Q10	21.44	1	5.58	1.03	5.92	0.16	4.25	5.92
Q11-Q12	23.85	1	1.11	1.03	1.18	0.16	0.90	1.18
Q12-Q13	10.74	1	1.24	1.02	1.30	0.16	0.99	1.30
Q13-Q14	22.36	1	1.15	1.03	1.23	0.16	0.94	1.23
Q14-Q15	25.34	1	0.85	1.03	0.91	0.16	0.71	0.91
Q21-Q20	4.82	1	1.81	1.01	1.85	0.16	1.38	1.85
Q20-Q15	24.46	1	1.90	1.03	2.02	0.16	1.50	2.02
Q16-Q17	22.93	1	1.87	1.03	1.98	0.16	1.47	1.98
Q17-Q18	2.02	1	2.10	1.01	2.14	0.16	1.59	2.14
Q18-Q19	16.83	1	2.17	1.02	2.26	0.16	1.67	2.26
Q19-Q10	31.11	1	2.14	1.04	2.32	0.17	1.70	2.32
Q10-Q22	90.10	1	4.60	1.10	5.57	0.19	3.88	5.57
Q22-R5	36.04	1	2.54	1.04	2.75	0.17	2.00	2.75
T1-T3	39.29	1	2.38	1.04	2.58	0.17	1.88	2.58
T2-T3	37.68	1	2.55	1.04	2.76	0.17	2.01	2.76

No Saluran	L Pipa (m)	Jumlah Manhole	Kedalaman (m)	Lebar (m)	Volume Galian (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Beton (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
T3-T4	169.83	1	3.22	1.17	4.41	0.21	3.01	4.41
T4-T5	16.30	1	3.72	1.02	3.88	0.16	2.82	3.88
T5-T6	19.32	1	4.29	1.02	4.47	0.16	3.24	4.47
T7-T6	17.07	1	7.02	1.02	7.31	0.16	5.26	7.31
T6-T8	44.52	1	5.00	1.05	5.52	0.17	3.93	5.52
T8-T9	19.57	1	3.32	1.02	3.46	0.16	2.52	3.46
T9-T10	17.66	1	3.52	1.02	3.67	0.16	2.67	3.67
T10-T11	22.16	1	3.78	1.03	4.02	0.16	2.91	4.02
O7-T11	265.03	1	4.43	1.27	7.15	0.25	4.64	7.15
T11-U4	26.76	1	5.39	1.03	5.72	0.16	4.11	5.72
U1-U2	16.28	1	2.95	1.02	3.07	0.16	2.24	3.07
U2-U3	18.58	1	3.32	1.02	3.46	0.16	2.52	3.46
U3-U4	162.00	1	3.91	1.17	5.36	0.21	3.64	5.36
U4-U5	19.64	1	5.66	1.02	5.89	0.16	4.25	5.89
U5-U6	16.12	1	5.86	1.02	6.10	0.16	4.40	6.10
U11-U10	122.29	1	2.11	1.13	2.69	0.20	1.90	2.69
U10-U9	15.75	1	2.70	1.02	2.81	0.16	2.06	2.81
U9-U8	16.61	1	2.66	1.02	2.77	0.16	2.03	2.77
U8-U7	16.51	1	2.03	1.02	2.12	0.16	1.57	2.12
U7-U6	2.54	1	2.00	1.01	2.05	0.16	1.53	2.05
U6-U13	66.97	1	2.28	1.07	2.62	0.18	1.89	2.62
U12-U13	20.67	1	2.26	1.03	2.40	0.16	1.76	2.40
U13-U14	23.60	1	4.95	1.03	5.26	0.16	3.78	5.26
U14-U22	62.45	1	4.79	1.07	5.49	0.18	3.88	5.49
U22-U23	19.00	1	5.22	1.02	5.44	0.16	3.93	5.44
U23-U24	16.48	1	5.01	1.02	5.22	0.16	3.77	5.22
U15-U16	18.67	1	1.16	1.02	1.21	0.16	0.93	1.21
U16-U17	22.89	1	0.97	1.03	1.03	0.16	0.79	1.03
U17-U10	147.07	1	1.42	1.15	1.88	0.20	1.35	1.88
U18-U19	15.96	1	2.11	1.02	2.20	0.16	1.63	2.20
U20-U21	20.85	1	1.48	1.03	1.58	0.16	1.19	1.58
U21-U24	49.20	1	1.92	1.05	2.12	0.17	1.55	2.12
U24-U25	19.95	1	4.98	1.02	5.19	0.16	3.75	5.19
U25-W7	159.51	1	4.78	1.16	6.44	0.21	4.37	6.44
V1-V2	78.53	1	2.36	1.08	2.76	0.18	1.98	2.76
V2-V3	66.32	1	2.79	1.07	3.20	0.18	2.29	3.20
V3-V4	25.88	1	3.11	1.03	3.30	0.16	2.40	3.30
V4-V5	11.23	1	3.57	1.02	3.72	0.16	2.71	3.72
V5-V6	8.53	1	3.29	1.01	3.36	0.16	2.46	3.36

No Saluran	L Pipa (m)	Jumlah Manhole	Kedalaman (m)	Lebar (m)	Volume Galian (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Beton (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
V6-V9	48.62	1	3.61	1.05	3.99	0.17	2.86	3.99
V7-V8	17.47	1	2.08	1.02	2.17	0.16	1.61	2.17
V8-V9	20.64	1	1.88	1.03	2.00	0.16	1.48	2.00
V9-V10	75.68	1	4.02	1.08	4.69	0.18	3.31	4.69
V10-V11	25.59	1	4.98	1.03	5.29	0.16	3.80	5.29
V17-V11	8.60	1	3.19	1.01	3.26	0.16	2.39	3.26
V11-V13	45.61	1	5.29	1.05	5.84	0.17	4.16	5.84
V12-V13	22.68	1	1.21	1.03	1.29	0.16	0.98	1.29
V13-V14	85.70	1	4.55	1.09	5.41	0.18	3.79	5.41
V14-V15	23.81	1	6.92	1.03	7.35	0.16	5.26	7.35
V15-V16	176.62	1	1.82	1.18	2.54	0.21	1.77	2.54
V16-T7	102.58	1	4.19	1.11	5.17	0.19	3.60	5.17
W3-W4	17.91	1	2.50	1.02	2.61	0.16	1.92	2.61
W4-W5	26.69	1	2.82	1.03	3.00	0.16	2.19	3.00
W5-U25	117.71	1	3.11	1.12	3.91	0.19	2.73	3.91
W1-W2	23.55	1	1.78	1.03	1.89	0.16	1.40	1.89
W2-W8	23.95	1	1.27	1.03	1.35	0.16	1.02	1.35
W9-W8	184.79	1	2.82	1.19	4.00	0.22	2.72	4.00
W8-W7	10.72	1	5.62	1.02	5.85	0.16	4.22	5.85
W7-W6	38.44	1	6.98	1.04	7.55	0.17	5.37	7.55
W6-W15	15.40	1	6.77	1.02	7.05	0.16	5.07	7.05
W15-W14	141.76	1	6.93	1.15	9.17	0.20	6.20	9.17
W11-W12	112.07	1	2.76	1.12	3.46	0.19	2.42	3.46
W12-W13	75.29	1	5.18	1.08	6.05	0.18	4.25	6.05
W14-S18	166.87	1	6.30	1.17	8.63	0.21	5.79	8.63
R1-R2	46.04	1	3.45	1.05	3.80	0.17	2.73	3.80
R2-R3	29.50	1	4.37	1.03	4.64	0.16	3.35	4.64
R3-R4	19.54	1	3.47	1.02	3.62	0.16	2.64	3.62
R4-R5	44.20	1	3.34	1.05	3.69	0.17	2.65	3.69
R5-R6	72.14	1	4.65	1.08	5.43	0.18	3.82	5.43
R6-R8	5.39	1	5.27	1.01	5.38	0.16	3.90	5.38
R7-R8	122.77	1	2.36	1.13	3.02	0.20	2.12	3.02
R8-R9	12.04	1	5.33	1.02	5.55	0.16	4.01	5.55
R9-R10	23.31	1	5.46	1.03	5.80	0.16	4.17	5.80
R10-R11	4.50	1	5.70	1.01	5.82	0.16	4.22	5.82
R11-R12	18.50	1	5.95	1.02	6.20	0.16	4.47	6.20
R12-S1	29.38	1	5.94	1.03	6.31	0.16	4.53	6.31
S1-S2	21.95	1	6.04	1.03	6.41	0.16	4.59	6.41
S2-S3	22.75	1	6.06	1.03	6.43	0.16	4.61	6.43



No Saluran	L Pipa (m)	Jumlah Manhole	Kedalaman (m)	Lebar (m)	Volume Galian (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Beton (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
S3-S4	16.49	1	5.99	1.02	6.24	0.16	4.50	6.24
S4-S5	7.32	1	5.96	1.01	6.08	0.16	4.40	6.08
S5-S6	4.59	1	5.84	1.01	5.96	0.16	4.32	5.96
S6-S7	18.55	1	5.89	1.02	6.13	0.16	4.42	6.13
S7-S8	21.69	1	5.48	1.03	5.82	0.16	4.18	5.82
S8-S28	25.24	1	5.50	1.03	5.84	0.16	4.19	5.84
S9-S10	62.00	1	1.66	1.07	1.91	0.18	1.40	1.91
S10-S11	12.76	1	2.35	1.02	2.45	0.16	1.81	2.45
S11-S13	74.03	1	2.48	1.08	2.90	0.18	2.08	2.90
S13-S12	8.58	1	3.34	1.01	3.41	0.16	2.50	3.41
S12-S14	22.69	1	3.47	1.03	3.69	0.16	2.68	3.69
S14-S15	66.50	1	4.48	1.07	5.13	0.18	3.63	5.13
S26-S27	25.57	1	1.22	1.03	1.30	0.16	0.99	1.30
S28-S29	38.61	1	6.41	1.04	6.94	0.17	4.95	6.94
S29-S30	13.68	1	6.80	1.02	7.08	0.16	5.09	7.08
S30-S16	39.22	1	6.74	1.04	7.29	0.17	5.19	7.29
S16-S17	25.31	1	7.34	1.03	7.79	0.16	5.57	7.79
S17-S18	19.93	1	7.60	1.02	7.91	0.16	5.68	7.91
S18-S25	47.96	1	2.05	1.05	2.27	0.17	1.66	2.27
S19-S20	18.33	1	1.78	1.02	1.86	0.16	1.39	1.86
S20-S21	14.87	1	2.21	1.02	2.30	0.16	1.70	2.30
S21-S22	54.03	1	2.41	1.06	2.71	0.17	1.96	2.71
S22-S23	22.37	1	2.56	1.03	2.72	0.16	1.99	2.72
S23-S24	20.53	1	2.82	1.03	3.00	0.16	2.19	3.00
S24-S25	65.70	1	2.91	1.07	3.33	0.18	2.38	3.33
S25-IPAL	5.94	1	4.11	1.01	4.20	0.16	3.06	4.20

Lampiran 13 BOQ Pembuatan Manhole Pertigaan

No Saluran	L Pipa (m)	Jumlah Manhole	Kedalaman (m)	Lebar (m)	Volume Galian (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Beton (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
O6-O7	82.60	1	4.11	1.09	4.89	0.18	3.43	4.89
W10-W12	75.27	1	1.99	1.08	2.33	0.18	1.68	2.33

Lampiran 14 BOQ Pembuatan Drop Manhole-Perempatan

No Saluran	L Pipa (m)	Jumlah Manhole	Kedalaman (m)	Lebar (m)	Volume Galian (m3)	Volume Urugan Pasir (m3)	Volume Beton (m3)	Volume Sisa Tanah Galian (m3)
A3-N4	149.20	1	1.29	1.15	1.71	0.20	1.23	1.71
Q15-Q16	24.52	1	1.34	1.03	1.43	0.16	1.08	1.43
J5-W9	135.86	1	1.29	1.14	1.68	0.20	1.22	1.68
S27-S28	23.10	1	1.76	1.03	1.87	0.16	1.39	1.87

Lampiran 15 BOQ Tenaga Kerja dan Peralatan untuk Penanaman Pipa

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Pemasangan Pipa Air Kotor (m)				Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurugan Pasir (m3)	
			KT/M	PT	M	KT	T	PT		KT/M	PT
A1-N1	119.80	155.70	4	117	1	2	17	10	39.48	1	12
A7-N1	54.14	72.74	2	55	1	1	8	5	16.79	1	6
N1-N2	29.94	52.83	2	40	1	1	5	3	11.03	1	4
A8-N2	61.33	76.26	2	58	1	1	9	5	19.02	1	6
N2-N3	25.44	57.08	2	43	1	1	4	3	10.65	1	4
A2-N3	149.34	225.46	6	170	1	3	21	13	46.33	1	14
N3-N4	25.20	71.88	2	54	1	1	4	3	11.31	1	4
A4-N5	179.84	294.94	8	222	1	3	25	15	66.29	1	20
A5-N5	173.92	213.65	6	161	1	3	24	15	53.95	1	17
N5-N4	24.81	59.95	2	45	1	1	4	3	10.38	1	4
A3-N4	149.20	214.20	6	161	1	3	21	13	46.28	1	14
N4-N6	32.71	128.43	4	97	1	1	5	3	18.78	1	6
A6-N6	262.82	296.24	8	223	2	4	36	22	91.72	1	28
N6-N7	124.20	453.29	12	340	1	2	17	11	78.05	1	24
B1-N7	119.93	139.14	4	105	1	2	17	10	44.21	1	14
N7-N8	22.90	104.51	3	79	1	1	4	2	14.39	1	5
B2-N8	143.29	157.07	4	118	1	2	20	12	52.81	1	16
N8-O6	306.17	1944.59	49	1459	2	5	42	25	230.02	3	70
C4-O1	65.92	90.76	3	69	1	1	9	6	20.45	1	7
C5-O1	67.73	70.54	2	53	1	1	10	6	22.31	1	7
O1-O5	127.39	136.12	4	103	1	2	18	11	50.11	1	16
C3-O2	89.66	108.83	3	82	1	2	13	8	27.81	1	9
O2-O3	25.22	11.58	1	9	1	1	4	3	7.83	1	3
C2-O3	89.06	151.62	4	114	1	2	13	8	27.62	1	9

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Pemasangan Pipa Air Kotor (m)				Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurangan Pasir (m3)	
			KT/M	PT	M	KT	T	PT		KT/M	PT
O3-O4	25.05	33.75	1	26	1	1	4	3	9.24	1	3
C1-O4	88.94	103.05	3	78	1	2	13	8	31.04	1	10
O4-O5	55.61	70.93	2	54	1	1	8	5	23.27	1	7
O5-O6	156.18	413.18	11	310	1	3	22	13	82.24	1	25
O6-O7	82.60	457.75	12	344	1	2	12	7	76.59	1	23
D1-P1	179.95	309.86	8	233	1	3	25	15	53.24	1	16
D2-P1	149.72	259.28	7	195	1	3	21	13	46.44	1	14
P1-P2	24.93	72.75	2	55	1	1	4	3	8.70	1	3
D3-P2	149.85	215.13	6	162	1	3	21	13	46.48	1	14
P2-P3	25.74	74.03	2	56	1	1	4	3	9.49	1	3
D4-P3	150.44	160.88	5	121	1	3	21	13	46.67	1	15
P3-P4	25.00	56.39	2	43	1	1	4	3	10.46	1	4
D5-P4	187.12	238.03	6	179	1	3	26	16	68.97	1	21
P4-P5	24.89	72.41	2	55	1	1	4	3	12.07	1	4
D6-P5	149.89	275.81	7	207	1	3	21	13	55.25	1	17
P5-P6	99.71	366.19	10	275	1	2	14	9	57.26	1	18
D7-P6	200.45	345.58	9	260	1	3	28	17	73.88	1	23
P6-Q1	109.30	421.40	11	317	1	2	15	9	68.69	1	21
E21-Q1	130.79	185.39	5	140	1	2	18	11	43.10	1	13
Q1-Q2	32.38	185.80	5	140	1	1	5	3	30.02	1	10
E11-Q2	79.36	91.10	3	69	1	2	11	7	26.15	1	8
Q2-Q3	24.65	152.09	4	115	1	1	4	2	22.86	1	7
E10-Q3	82.44	83.10	3	63	1	2	12	7	24.39	1	8
Q3-Q5	25.56	164.50	5	124	1	1	4	3	23.70	1	8
E20-Q4	74.65	86.47	3	65	1	2	11	7	23.16	1	7

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Pemasangan Pipa Air Kotor (m)				Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurugan Pasir (m3)	
			KT/M	PT	M	KT	T	PT		KT/M	PT
Q4-Q5	3.63	5.61	1	5	1	1	1	1	1.13	1	1
Q5-Q6	25.60	168.50	5	127	1	1	4	3	23.73	1	8
E9-Q6	111.01	123.55	4	93	1	2	15	9	32.84	1	10
Q6-Q7	21.85	161.46	5	122	1	1	3	2	20.26	1	7
E19-Q7	60.09	68.86	2	52	1	1	9	5	17.78	1	6
Q7-Q8	2.40	41.09	2	31	1	1	1	1	2.23	1	1
E8-Q8	113.62	127.29	4	96	1	2	16	10	33.62	1	11
Q8-Q9	24.99	194.94	5	147	1	1	4	3	23.17	1	7
E7-Q9	117.74	113.29	3	85	1	2	16	10	36.52	1	11
Q9-Q10	21.44	175.72	5	132	1	1	3	2	19.88	1	6
E12-Q11	37.15	45.42	2	35	1	1	6	4	10.99	1	4
E13-Q11	42.60	42.03	2	32	1	1	6	4	12.60	1	4
Q11-Q12	23.85	19.48	1	15	1	1	4	2	7.05	1	3
E1-Q12	150.32	148.52	4	112	1	3	21	13	46.63	1	14
Q12-Q13	10.74	10.84	1	9	1	1	2	1	3.74	1	2
E2-Q13	142.07	181.30	5	136	1	2	20	12	42.03	1	13
Q13-Q14	22.36	23.32	1	18	1	1	4	2	7.81	1	3
E3-Q14	139.67	250.64	7	188	1	2	19	12	41.32	1	13
Q14-Q15	25.34	23.28	1	18	1	1	4	3	10.60	1	4
E4-Q15	136.93	207.50	6	156	1	2	19	12	40.51	1	13
E15-Q21	33.31	31.55	1	24	1	1	5	3	9.86	1	3
E16-Q21	51.80	57.67	2	44	1	1	7	5	15.33	1	5
Q21-Q20	4.82	6.99	1	6	1	1	1	1	1.50	1	1
E14-Q20	43.30	42.57	2	32	1	1	6	4	12.81	1	4
Q20-Q15	24.46	43.52	2	33	1	1	4	2	8.53	1	3

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Pemasangan Pipa Air Kotor (m)				Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurangan Pasir (m3)	
			KT/M	PT	M	KT	T	PT		KT/M	PT
Q15-Q16	24.52	33.82	1	26	1	1	4	2	11.01	1	4
E5-Q16	134.75	166.09	5	125	1	2	19	11	39.86	1	12
Q16-Q17	22.93	43.49	2	33	1	1	4	2	12.08	1	4
E17-Q17	52.46	49.86	2	38	1	1	8	5	15.52	1	5
Q17-Q18	2.02	5.85	1	5	1	1	1	1	1.07	1	1
E6-Q18	168.61	212.09	6	160	1	3	23	14	55.55	1	17
Q18-Q19	16.83	37.08	1	28	1	1	3	2	9.66	1	3
E18-Q19	58.42	58.47	2	44	1	1	8	5	17.28	1	6
Q19-Q10	31.11	68.61	2	52	1	1	5	3	17.87	1	6
Q10-Q22	90.10	738.98	19	555	1	2	13	8	83.53	1	26
E22-Q22	67.78	81.78	3	62	1	1	10	6	21.02	1	7
Q22-R5	36.04	135.09	4	102	1	1	5	3	33.42	1	11
F2-T1	102.92	137.49	4	104	1	2	14	9	31.93	1	10
F3-T1	82.21	109.83	3	83	1	2	12	7	25.50	1	8
T1-T3	39.29	84.37	3	64	1	1	6	4	14.48	1	5
F4-T2	64.47	79.48	2	60	1	1	9	6	19.07	1	6
F5-T2	83.08	114.16	3	86	1	2	12	7	24.58	1	8
T2-T3	37.68	81.51	3	62	1	1	6	4	12.42	1	4
T3-T4	169.83	500.99	13	376	1	3	23	14	71.06	1	22
F6-T4	62.40	66.07	2	50	1	1	9	6	18.46	1	6
T4-T5	16.30	56.82	2	43	1	1	3	2	6.81	1	3
F7-T5	62.89	66.59	2	50	1	1	9	6	18.60	1	6
T5-T6	19.32	75.45	2	57	1	1	3	2	8.09	1	3
F8-T7	99.75	111.29	3	84	1	2	14	9	34.81	1	11
T7-T6	17.07	150.48	4	113	1	1	3	2	12.82	1	4

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Pemasangan Pipa Air Kotor (m)				Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurugan Pasir (m3)	
			KT/M	PT	M	KT	T	PT		KT/M	PT
T6-T8	44.52	305.02	8	229	1	1	7	4	33.45	1	11
F9-T8	209.46	207.72	6	156	1	3	29	17	64.98	1	20
T8-T9	19.57	83.48	3	63	1	1	3	2	16.28	1	5
F10-T9	240.48	301.65	8	227	1	4	33	20	74.59	1	23
T9-T10	17.66	79.91	2	60	1	1	3	2	14.69	1	5
F11-T10	170.31	193.46	5	146	1	3	23	14	52.83	1	16
T10-T11	22.16	114.65	3	86	1	1	3	2	20.54	1	7
F1-O7	188.83	266.23	7	200	1	3	26	16	62.22	1	19
O7-T11	265.03	1803.51	46	1353	2	4	36	22	274.93	3	83
T11-U4	26.76	226.12	6	170	1	1	4	3	31.14	1	10
G3-U1	93.50	297.70	8	224	1	2	13	8	86.69	1	27
G4-U1	128.20	403.93	11	303	1	2	18	11	118.86	2	36
U1-U2	16.28	67.89	2	51	1	1	3	2	15.09	1	5
G2-U2	93.61	273.52	7	206	1	2	13	8	86.79	1	27
U2-U3	18.58	89.30	3	67	1	1	3	2	17.23	1	6
G1-U3	89.82	271.85	7	204	1	2	13	8	83.27	1	25
U3-U4	162.00	934.01	24	701	1	3	22	14	150.21	2	46
U4-U5	19.64	176.50	5	133	1	1	3	2	22.86	1	7
G9-U5	39.39	106.40	3	80	1	1	6	4	36.52	1	11
U5-U6	16.12	152.81	4	115	1	1	3	2	18.76	1	6
G6-U9	43.13	77.95	2	59	1	1	6	4	27.11	1	9
G5-U11	79.59	137.23	4	103	1	2	11	7	41.91	1	13
H1-U11	117.53	212.72	6	160	1	2	16	10	61.88	1	19
U11-U10	122.29	247.64	7	186	1	2	17	10	64.39	1	20
U10-U9	15.75	45.64	2	35	1	1	3	2	9.90	1	3

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Pemasangan Pipa Air Kotor (m)				Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurugan Pasir (m3)	
			KT/M	PT	M	KT	T	PT		KT/M	PT
U9-U8	16.61	52.49	2	40	1	1	3	2	10.44	1	4
G7-U8	37.91	102.91	3	78	1	1	6	4	35.15	1	11
U8-U7	16.51	35.73	1	27	1	1	3	2	10.38	1	4
G8-U7	40.66	109.57	3	83	1	1	6	4	37.70	1	12
U7-U6	2.54	7.02	1	6	1	1	1	1	1.59	1	1
U6-U13	66.97	363.26	10	273	1	1	10	6	77.93	1	24
G10-U12	50.75	193.90	5	146	1	1	7	5	47.06	1	15
G11-U12	19.35	52.44	2	40	1	1	3	2	17.93	1	6
U12-U13	20.67	61.70	2	47	1	1	3	2	19.16	1	6
U13-U14	23.60	181.88	5	137	1	1	4	2	27.46	1	9
G12-U14	81.01	283.39	8	213	1	2	11	7	75.10	1	23
U14-U22	62.45	470.18	12	353	1	1	9	6	72.69	1	22
U22-U23	19.00	157.26	4	118	1	1	3	2	22.11	1	7
G13-U23	138.35	481.23	13	361	1	2	19	12	128.28	2	39
U23-U24	16.48	129.79	4	98	1	1	3	2	19.17	1	6
H2-U15	44.46	43.54	2	33	1	1	7	4	13.15	1	4
H3-U15	37.55	48.63	2	37	1	1	6	4	11.11	1	4
U15-U16	18.67	18.00	1	14	1	1	3	2	6.15	1	2
H4-U16	40.18	54.51	2	41	1	1	6	4	11.89	1	4
U16-U17	22.89	20.65	1	16	1	1	4	2	7.98	1	3
H5-U17	41.09	42.98	2	33	1	1	6	4	14.34	1	5
U17-U10	147.07	245.04	7	184	1	2	20	12	61.54	1	19
H10-U18	56.87	60.22	2	46	1	1	8	5	16.83	1	6
H11-U18	77.78	93.91	3	71	1	2	11	7	23.01	1	7
U18-U19	15.96	27.50	1	21	1	1	3	2	5.57	1	2



No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Pemasangan Pipa Air Kotor (m)				Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurangan Pasir (m3)	
			KT/M	PT	M	KT	T	PT		KT/M	PT
H9-U19	58.11	57.75	2	44	1	1	8	5	17.19	1	6
U19-U22	56.39	86.87	3	66	1	1	8	5	20.78	1	7
H7-U20	39.38	39.28	1	30	1	1	6	4	11.65	1	4
H8-U20	56.53	55.76	2	42	1	1	8	5	16.72	1	6
U20-U21	20.85	26.60	1	20	1	1	3	2	6.87	1	3
H6-U21	108.59	151.86	4	114	1	2	15	9	45.43	1	14
U21-U24	49.20	98.36	3	74	1	1	7	4	22.09	1	7
U24-U25	19.95	156.59	4	118	1	1	3	2	23.21	1	7
U25-W7	159.51	1407.39	36	1056	1	3	22	13	185.64	2	56
I6-V1	64.78	84.56	3	64	1	1	9	6	19.17	1	6
I7-V1	79.23	96.23	3	73	1	2	11	7	23.44	1	8
V1-V2	78.53	152.56	4	115	1	2	11	7	25.88	1	8
I8-V2	27.68	27.28	1	21	1	1	4	3	8.59	1	3
V2-V3	66.32	155.33	4	117	1	1	9	6	24.44	1	8
I18-V3	167.04	263.30	7	198	1	3	23	14	51.81	1	16
V3-V4	25.88	73.97	2	56	1	1	4	3	10.82	1	4
I17-V4	102.02	139.80	4	105	1	2	14	9	30.18	1	10
V4-V5	11.23	37.10	1	28	1	1	2	1	4.70	1	2
I16-V5	80.97	86.90	3	66	1	2	11	7	23.95	1	8
V5-V6	8.53	26.62	1	20	1	1	2	1	3.57	1	2
I9-V6	82.93	107.64	3	81	1	2	12	7	24.54	1	8
V6-V9	48.62	161.10	5	121	1	1	7	4	21.82	1	7
I14-V7	94.13	112.63	3	85	1	2	13	8	27.85	1	9
I15-V7	68.58	75.60	2	57	1	1	10	6	20.29	1	7
V7-V8	17.47	30.05	1	23	1	1	3	2	6.10	1	2

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Pemasangan Pipa Air Kotor (m)				Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurugan Pasir (m3)	
			KT/M	PT	M	KT	T	PT		KT/M	PT
I13-V8	78.67	90.60	3	68	1	2	11	7	25.92	1	8
V8-V9	20.64	32.75	1	25	1	1	3	2	7.61	1	3
V9-V10	75.68	340.98	9	256	1	2	11	7	43.47	1	14
I10-V10	82.91	113.63	3	86	1	2	12	7	24.53	1	8
V10-V11	25.59	133.17	4	100	1	1	4	3	14.70	1	5
I11-V17	29.01	29.01	1	22	1	1	4	3	9.00	1	3
I12-V17	163.73	267.77	7	201	1	3	23	14	50.78	1	16
V17-V11	8.60	24.48	1	19	1	1	2	1	3.17	1	1
V11-V13	45.61	272.79	7	205	1	1	7	4	28.67	1	9
I4-V12	75.98	96.16	3	73	1	2	11	7	23.57	1	8
I5-V12	125.08	125.89	4	95	1	2	17	11	38.80	1	12
V12-V13	22.68	24.08	1	19	1	1	4	2	8.36	1	3
V13-V14	85.70	511.70	13	384	1	2	12	7	53.85	1	17
I3-V14	77.18	107.47	3	81	1	2	11	7	28.45	1	9
V14-V15	23.81	204.05	6	154	1	1	4	2	17.89	1	6
I2-V15	110.53	119.43	3	90	1	2	15	9	38.57	1	12
V15-V16	176.62	615.69	16	462	1	3	24	15	132.69	2	40
I1-V16	116.51	143.09	4	108	1	2	16	10	42.94	1	13
V16-T7	102.58	667.38	17	501	1	2	14	9	77.07	1	24
K1-W3	89.04	135.36	4	102	1	2	13	8	32.82	1	10
K2-W3	71.42	92.52	3	70	1	1	10	6	22.16	1	7
W3-W4	17.91	41.34	2	32	1	1	3	2	7.50	1	3
K3-W4	81.15	120.12	4	91	1	2	11	7	25.18	1	8
W4-W5	26.69	65.83	2	50	1	1	4	3	11.16	1	4
K4-W5	107.57	169.57	5	128	1	2	15	9	33.37	1	11

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Pemasangan Pipa Air Kotor (m)				Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurugan Pasir (m3)	
			KT/M	PT	M	KT	T	PT		KT/M	PT
W5-U25	117.71	352.33	9	265	1	2	16	10	52.84	1	16
J2-W1	70.04	126.74	4	96	1	1	10	6	21.73	1	7
J3-W1	22.65	26.31	1	20	1	1	4	2	7.46	1	3
W1-W2	23.55	38.92	1	30	1	1	4	2	8.69	1	3
J1-W2	68.10	102.57	3	77	1	1	10	6	21.13	1	7
W2-W8	23.95	33.63	1	26	1	1	4	2	10.02	1	4
J4-W9	141.68	225.46	6	170	1	2	20	12	49.44	1	15
J5-W9	135.86	198.07	5	149	1	2	19	12	42.14	1	13
J6-W9	132.35	185.33	5	139	1	2	18	11	46.19	1	14
W9-W8	184.79	651.11	17	489	1	3	25	15	77.31	1	24
W8-W7	10.72	69.72	2	53	1	1	2	1	6.16	1	2
W7-W6	38.44	415.07	11	312	1	1	6	4	44.73	1	14
K5-W6	128.58	277.24	7	208	1	2	18	11	47.40	1	15
W6-W15	15.40	172.66	5	130	1	1	3	2	17.92	1	6
K6-W15	55.32	76.58	2	58	1	1	8	5	17.16	1	6
W15-W14	141.76	1498.81	38	1125	1	2	20	12	164.99	2	50
K7-W10	58.65	77.21	2	58	1	1	8	5	21.61	1	7
K8-W10	58.05	76.43	2	58	1	1	8	5	21.40	1	7
W10-W12	75.27	175.67	5	132	1	2	11	7	31.49	1	10
K9-W11	23.44	32.06	1	25	1	1	4	2	9.22	1	3
K10-W11	204.13	351.37	9	264	1	3	28	17	85.40	1	26
W11-W12	112.07	419.65	11	315	1	2	16	10	59.01	1	18
W12-W13	75.29	419.96	11	315	1	2	11	7	47.32	1	15
W13-W14	150.35	852.15	22	640	1	3	21	13	94.49	1	29
W14-S18	166.87	1962.27	50	1472	1	3	23	14	194.21	2	59

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Pemasangan Pipa Air Kotor (m)				Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurangan Pasir (m3)	
			KT/M	PT	M	KT	T	PT		KT/M	PT
L8-R1	20.05	24.47	1	19	1	1	3	2	5.93	1	2
L9-R1	47.29	80.95	3	61	1	1	7	4	13.99	1	5
R1-R2	46.04	129.83	4	98	1	1	7	4	13.62	1	5
L10-R2	36.32	46.38	2	35	1	1	5	3	10.75	1	4
R2-R3	29.50	112.03	3	85	1	1	4	3	10.29	1	4
L11-R3	38.66	49.64	2	38	1	1	6	4	11.44	1	4
R3-R4	19.54	55.25	2	42	1	1	3	2	6.82	1	3
L12-R4	32.79	36.64	1	28	1	1	5	3	9.70	1	3
R4-R5	44.20	141.83	4	107	1	1	6	4	18.50	1	6
R5-R6	72.14	465.41	12	350	1	1	10	6	66.88	1	21
L1-R6	111.23	138.06	4	104	1	2	16	10	46.54	1	14
R6-R8	5.39	55.85	2	42	1	1	1	1	5.60	1	2
L3-R7	54.61	84.12	3	64	1	1	8	5	20.13	1	7
L4-R7	62.26	89.63	3	68	1	1	9	6	21.73	1	7
R7-R8	122.77	323.25	9	243	1	2	17	10	42.84	1	13
R8-R9	12.04	99.36	3	75	1	1	2	1	12.49	1	4
L5-R9	185.94	430.31	11	323	1	3	26	16	73.14	1	22
R9-R10	23.31	186.93	5	141	1	1	4	2	24.18	1	8
L6-R10	190.21	412.72	11	310	1	3	26	16	74.82	1	23
R10-R11	4.50	58.77	2	45	1	1	1	1	4.67	1	2
L2-R11	58.42	89.67	3	68	1	1	8	5	24.45	1	8
R11-R12	18.50	162.00	5	122	1	1	3	2	19.19	1	6
L7-R12	195.86	446.18	12	335	1	3	27	16	81.95	1	25
R12-S1	29.38	251.35	7	189	1	1	4	3	30.48	1	10
M1-S1	64.42	83.18	3	63	1	1	9	6	22.48	1	7

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Pemasangan Pipa Air Kotor (m)				Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurangan Pasir (m3)	
			KT/M	PT	M	KT	T	PT		KT/M	PT
S1-S2	21.95	192.85	5	145	1	1	3	2	22.77	1	7
M2-S2	70.97	98.83	3	75	1	1	10	6	24.77	1	8
S2-S3	22.75	202.46	6	152	1	1	4	2	23.60	1	8
M3-S3	68.21	94.46	3	71	1	1	10	6	23.80	1	8
S3-S4	16.49	157.98	4	119	1	1	3	2	19.19	1	6
M18-S4	78.39	79.20	2	60	1	2	11	7	24.32	1	8
S4-S5	7.32	85.02	3	64	1	1	1	1	8.51	1	3
M4-S5	82.19	111.89	3	84	1	2	12	7	28.68	1	9
S5-S6	4.59	65.27	2	49	1	1	1	1	5.34	1	2
M19-S6	32.15	33.60	1	26	1	1	5	3	9.51	1	3
S6-S7	18.55	177.68	5	134	1	1	3	2	21.59	1	7
M5-S7	44.49	50.24	2	38	1	1	7	4	14.66	1	5
S7-S8	21.69	184.19	5	139	1	1	3	2	25.24	1	8
M17-S8	163.16	197.18	5	148	1	3	23	14	53.76	1	17
S8-S28	25.24	230.36	6	173	1	1	4	3	29.38	1	9
M12-S9	43.60	46.97	2	36	1	1	6	4	13.52	1	5
M13-S9	23.70	22.89	1	18	1	1	4	2	7.01	1	3
S9-S10	62.00	95.31	3	72	1	1	9	6	21.64	1	7
M20-S10	127.32	188.70	5	142	1	2	18	11	41.96	1	13
S10-S11	12.76	26.64	1	20	1	1	2	2	5.34	1	2
M14-S11	54.20	63.25	2	48	1	1	8	5	17.86	1	6
S11-S13	74.03	179.74	5	135	1	1	10	6	30.97	1	10
M21-S13	177.00	316.49	8	238	1	3	24	15	65.23	1	20
S13-S12	8.58	29.69	1	23	1	1	2	1	4.52	1	2
M15-S12	101.71	118.94	3	90	1	2	14	9	31.55	1	10

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Pemasangan Pipa Air Kotor (m)				Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurangan Pasir (m3)	
			KT/M	PT	M	KT	T	PT		KT/M	PT
S12-S14	22.69	82.28	3	62	1	1	4	2	13.03	1	4
M16-S14	107.96	233.29	6	175	1	2	15	9	37.68	1	12
S14-S15	66.50	322.95	9	243	1	1	9	6	41.79	1	13
S15-S16	58.71	324.30	9	244	1	1	8	5	36.90	1	12
M7-S26	61.30	61.52	2	47	1	1	9	5	20.20	1	7
M8-S26	46.25	48.36	2	37	1	1	7	4	15.24	1	5
S26-S27	25.57	29.69	1	23	1	1	4	3	9.42	1	3
M6-S27	25.05	28.22	1	22	1	1	4	3	7.77	1	3
M9-S27	32.35	37.26	1	28	1	1	5	3	10.04	1	4
S27-S28	23.10	42.39	2	32	1	1	4	2	10.36	1	4
S28-S29	38.61	387.59	10	291	1	1	6	4	44.93	1	14
M10-S29	68.63	98.29	3	74	1	1	10	6	21.29	1	7
S29-S30	13.68	156.41	4	118	1	1	2	2	15.91	1	5
M11-S30	27.00	31.55	1	24	1	1	4	3	7.98	1	3
S30-S16	39.22	419.99	11	315	1	1	6	4	45.64	1	14
S16-S17	25.31	295.04	8	222	1	1	4	3	29.45	1	9
M26-S17	59.43	54.95	2	42	1	1	9	5	17.59	1	6
S17-S18	19.93	243.22	7	183	1	1	3	2	23.20	1	7
S18-S25	47.96	150.51	4	113	1	1	7	4	55.82	1	17
M23-S19	66.74	73.09	2	55	1	1	10	6	19.75	1	6
M24-S19	28.53	27.34	1	21	1	1	4	3	8.43	1	3
S19-S20	18.33	27.64	1	21	1	1	3	2	6.04	1	2
M25-S20	50.43	59.55	2	45	1	1	7	5	15.65	1	5
S20-S21	14.87	27.49	1	21	1	1	3	2	5.48	1	2
M22-S21	102.57	173.46	5	131	1	2	14	9	33.79	1	11

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Pemasangan Pipa Air Kotor (m)				Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurangan Pasir (m3)	
			KT/M	PT	M	KT	T	PT		KT/M	PT
S21-S22	54.03	114.25	3	86	1	1	8	5	22.60	1	7
M27-S22	86.20	83.77	3	63	1	2	12	7	25.51	1	8
S22-S23	22.37	51.20	2	39	1	1	4	2	9.36	1	3
M28-S23	95.00	120.90	4	91	1	2	13	8	28.11	1	9
S23-S24	20.53	51.53	2	39	1	1	3	2	9.21	1	3
M29-S24	82.43	77.11	2	58	1	2	12	7	24.38	1	8
S24-S25	65.70	203.16	6	153	1	1	9	6	34.59	1	11
S25-IPAL	5.94	45.19	2	34	1	1	1	1	6.92	1	3

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Urugan Tanah (m3)	Pengurangan Tanah (m3)				Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengkangkutan Tanah (m3)	
			KT/M	PT	Tanah	Alat		PT	Alat
A1-N1	119.80	113.81	2	35	137	911	41.89	11	11
A7-N1	54.14	55.11	1	17	67	441	17.63	5	5
N1-N2	29.94	40.85	1	13	50	327	11.98	3	3
A8-N2	61.33	56.29	1	17	68	451	19.97	5	5
N2-N3	25.44	45.18	1	14	55	362	11.90	3	3
A2-N3	149.34	176.83	2	54	213	1415	48.63	13	13
N3-N4	25.20	59.01	1	18	71	473	12.87	4	4
A4-N5	179.84	223.00	3	67	268	1784	71.94	18	18
A5-N5	173.92	157.02	2	48	189	1257	56.63	15	15
N5-N4	24.81	48.35	1	15	59	387	11.60	3	3
A3-N4	149.20	165.62	2	50	199	1325	48.58	13	13
N4-N6	32.71	105.53	2	32	127	845	22.90	6	6
A6-N6	262.82	197.83	2	60	238	1583	98.41	25	25

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Urugan Tanah (m3)	Pengurangan Tanah (m3)				Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
			KT/M	PT	Tanah	Alat		PT	Alat
N6-N7	124.20	355.48	4	107	427	2844	97.81	25	25
B1-N7	119.93	91.16	1	28	110	730	47.98	12	12
N7-N8	22.90	86.47	1	26	104	692	18.04	5	5
B2-N8	143.29	99.75	1	30	120	798	57.32	15	15
N8-O6	306.17	1639.15	17	492	1967	13114	305.44	77	77
C4-O1	65.92	69.29	1	21	84	555	21.47	6	6
C5-O1	67.73	46.86	1	15	57	375	23.68	6	6
O1-O5	127.39	80.94	1	25	98	648	55.18	14	14
C3-O2	89.66	79.63	1	24	96	638	29.20	8	8
O2-O3	25.22	3.36	1	2	5	27	8.22	3	3
C2-O3	89.06	122.62	2	37	148	981	29.00	8	8
O3-O4	25.05	23.72	1	8	29	190	10.03	3	3
C1-O4	88.94	69.74	1	21	84	558	33.31	9	9
O4-O5	55.61	44.93	1	14	54	360	26.00	7	7
O5-O6	156.18	315.48	4	95	379	2524	97.70	25	25
O6-O7	82.60	348.45	4	105	419	2788	109.30	28	28
D1-P1	179.95	254.41	3	77	306	2036	55.45	14	14
D2-P1	149.72	210.53	3	64	253	1685	48.75	13	13
P1-P2	24.93	63.41	1	20	77	508	9.34	3	3
D3-P2	149.85	166.34	2	50	200	1331	48.79	13	13
P2-P3	25.74	63.73	1	20	77	510	10.30	3	3
D4-P3	150.44	111.89	2	34	135	896	48.99	13	13
P3-P4	25.00	44.70	1	14	54	358	11.69	3	3
D5-P4	187.12	163.18	2	49	196	1306	74.85	19	19
P4-P5	24.89	58.40	1	18	71	468	14.01	4	4



No Saluran	L Pipa (m)	Volume Urugan Tanah (m3)	Pengurangan Tanah (m3)				Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
			KT/M	PT	Tanah	Alat		PT	Alat
D6-P5	149.89	215.85	3	65	260	1727	59.96	15	15
P5-P6	99.71	296.39	3	89	356	2372	69.80	18	18
D7-P6	200.45	265.40	3	80	319	2124	80.18	21	21
P6-Q1	109.30	335.32	4	101	403	2683	86.08	22	22
E21-Q1	130.79	139.66	2	42	168	1118	45.73	12	12
Q1-Q2	32.38	142.95	2	43	172	1144	42.85	11	11
E11-Q2	79.36	63.35	1	20	77	507	27.75	7	7
Q2-Q3	24.65	119.47	2	36	144	956	32.62	9	9
E10-Q3	82.44	57.69	1	18	70	462	25.41	7	7
Q3-Q5	25.56	130.67	2	40	157	1046	33.83	9	9
E20-Q4	74.65	62.16	1	19	75	498	24.31	7	7
Q4-Q5	3.63	4.42	1	2	6	36	1.19	1	1
Q5-Q6	25.60	134.63	2	41	162	1078	33.87	9	9
E9-Q6	111.01	89.34	1	27	108	715	34.21	9	9
Q6-Q7	21.85	132.55	2	40	160	1061	28.91	8	8
E19-Q7	60.09	50.34	1	16	61	403	18.52	5	5
Q7-Q8	2.40	37.90	1	12	46	304	3.19	1	1
E8-Q8	113.62	92.27	1	28	111	739	35.02	9	9
Q8-Q9	24.99	161.87	2	49	195	1295	33.07	9	9
E7-Q9	117.74	74.95	1	23	90	600	38.34	10	10
Q9-Q10	21.44	147.35	2	45	177	1179	28.37	8	8
E12-Q11	37.15	33.97	1	11	41	272	11.45	3	3
E13-Q11	42.60	28.90	1	9	35	232	13.13	4	4
Q11-Q12	23.85	12.13	1	4	15	98	7.35	2	2
E1-Q12	150.32	99.57	1	30	120	797	48.95	13	13

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Urugan Tanah (m3)	Pengurangan Tanah (m3)				Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
			KT/M	PT	Tanah	Alat		PT	Alat
Q12-Q13	10.74	6.82	1	3	9	55	4.02	2	2
E2-Q13	142.07	137.52	2	42	166	1101	43.78	11	11
Q13-Q14	22.36	14.94	1	5	18	120	8.38	3	3
E3-Q14	139.67	207.60	3	63	250	1661	43.04	11	11
Q14-Q15	25.34	11.43	1	4	14	92	11.85	3	3
E4-Q15	136.93	165.30	2	50	199	1323	42.20	11	11
E15-Q21	33.31	21.28	1	7	26	171	10.27	3	3
E16-Q21	51.80	41.70	1	13	51	334	15.97	4	4
Q21-Q20	4.82	5.41	1	2	7	44	1.58	1	1
E14-Q20	43.30	29.22	1	9	36	234	13.35	4	4
Q20-Q15	24.46	34.36	1	11	42	275	9.16	3	3
Q15-Q16	24.52	21.30	1	7	26	171	12.52	4	4
E5-Q16	134.75	124.57	2	38	150	997	41.52	11	11
Q16-Q17	22.93	29.14	1	9	35	234	14.35	4	4
E17-Q17	52.46	33.69	1	11	41	270	16.17	5	5
Q17-Q18	2.02	4.58	1	2	6	37	1.27	1	1
E6-Q18	168.61	153.14	2	46	184	1226	58.95	15	15
Q18-Q19	16.83	25.30	1	8	31	203	11.78	3	3
E18-Q19	58.42	40.47	1	13	49	324	18.00	5	5
Q19-Q10	31.11	46.83	1	15	57	375	21.78	6	6
Q10-Q22	90.10	619.77	7	186	744	4959	119.21	30	30
E22-Q22	67.78	59.71	1	18	72	478	22.07	6	6
Q22-R5	36.04	87.40	1	27	105	700	47.69	12	12
F2-T1	102.92	103.97	2	32	125	832	33.52	9	9
F3-T1	82.21	83.06	1	25	100	665	26.77	7	7

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Urugan Tanah (m3)	Pengurangan Tanah (m3)				Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
			KT/M	PT	Tanah	Alat		PT	Alat
T1-T3	39.29	68.65	1	21	83	550	15.72	4	4
F4-T2	64.47	59.61	1	18	72	477	19.87	5	5
F5-T2	83.08	88.56	1	27	107	709	25.60	7	7
T2-T3	37.68	68.33	1	21	82	547	13.18	4	4
T3-T4	169.83	421.59	5	127	506	3373	79.40	20	20
F6-T4	62.40	46.84	1	15	57	375	19.23	5	5
T4-T5	16.30	49.20	1	15	60	394	7.62	2	2
F7-T5	62.89	47.21	1	15	57	378	19.38	5	5
T5-T6	19.32	66.41	1	20	80	532	9.04	3	3
F8-T7	99.75	73.94	1	23	89	592	37.35	10	10
T7-T6	17.07	133.45	2	41	161	1068	17.03	5	5
T6-T8	44.52	260.60	3	79	313	2085	44.42	12	12
F9-T8	209.46	139.51	2	42	168	1117	68.21	18	18
T8-T9	19.57	61.09	1	19	74	489	22.39	6	6
F10-T9	240.48	223.35	3	68	269	1787	78.30	20	20
T9-T10	17.66	59.71	1	18	72	478	20.20	6	6
F11-T10	170.31	138.00	2	42	166	1104	55.46	14	14
T10-T11	22.16	85.33	1	26	103	683	29.32	8	8
F1-O7	188.83	200.21	3	61	241	1602	66.02	17	17
O7-T11	265.03	1395.36	14	419	1675	11163	408.15	103	103
T11-U4	26.76	177.95	2	54	214	1424	48.17	13	13
G3-U1	93.50	173.98	2	53	209	1392	123.72	31	31
G4-U1	128.20	234.31	3	71	282	1875	169.62	43	43
U1-U2	16.28	46.35	1	14	56	371	21.54	6	6
G2-U2	93.61	149.66	2	45	180	1198	123.86	31	31

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Urugan Tanah (m3)	Pengurangan Tanah (m3)				Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
			KT/M	PT	Tanah	Alat		PT	Alat
U2-U3	18.58	64.71	1	20	78	518	24.59	7	7
G1-U3	89.82	153.01	2	46	184	1225	118.84	30	30
U3-U4	162.00	719.66	8	216	864	5758	214.35	54	54
U4-U5	19.64	141.14	2	43	170	1130	35.36	9	9
G9-U5	39.39	54.28	1	17	66	435	52.12	14	14
U5-U6	16.12	123.79	2	38	149	991	29.02	8	8
G6-U9	43.13	43.98	1	14	53	352	33.97	9	9
G5-U11	79.59	87.44	1	27	105	700	49.79	13	13
H1-U11	117.53	139.20	2	42	168	1114	73.52	19	19
U11-U10	122.29	171.14	2	52	206	1370	76.50	20	20
U10-U9	15.75	33.23	1	10	40	266	12.41	4	4
U9-U8	16.61	39.40	1	12	48	316	13.09	4	4
G7-U8	37.91	52.75	1	16	64	422	50.16	13	13
U8-U7	16.51	22.72	1	7	28	182	13.01	4	4
G8-U7	40.66	55.77	1	17	67	447	53.80	14	14
U7-U6	2.54	5.02	1	2	7	41	2.00	1	1
U6-U13	66.97	242.72	3	73	292	1942	120.54	31	31
G10-U12	50.75	126.74	2	39	153	1014	67.16	17	17
G11-U12	19.35	26.84	1	9	33	215	25.60	7	7
U12-U13	20.67	34.35	1	11	42	275	27.35	7	7
U13-U14	23.60	139.40	2	42	168	1116	42.48	11	11
G12-U14	81.01	176.21	2	53	212	1410	107.18	27	27
U14-U22	62.45	357.76	4	108	430	2863	112.42	29	29
U22-U23	19.00	123.06	2	37	148	985	34.20	9	9
G13-U23	138.35	298.17	3	90	358	2386	183.06	46	46

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Urugan Tanah (m3)	Pengurangan Tanah (m3)				Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
			KT/M	PT	Tanah	Alat		PT	Alat
U23-U24	16.48	100.13	2	31	121	802	29.66	8	8
H2-U15	44.46	29.84	1	9	36	239	13.70	4	4
H3-U15	37.55	37.05	1	12	45	297	11.58	3	3
U15-U16	18.67	11.47	1	4	14	92	6.53	2	2
H4-U16	40.18	42.12	1	13	51	337	12.39	4	4
U16-U17	22.89	12.08	1	4	15	97	8.57	3	3
H5-U17	41.09	27.59	1	9	34	221	15.39	4	4
U17-U10	147.07	176.28	2	53	212	1411	68.76	18	18
H10-U18	56.87	42.69	1	13	52	342	17.53	5	5
H11-U18	77.78	69.94	1	21	84	560	23.97	6	6
U18-U19	15.96	21.52	1	7	26	173	5.98	2	2
H9-U19	58.11	39.84	1	12	48	319	17.91	5	5
U19-U22	56.39	64.31	1	20	78	515	22.56	6	6
H7-U20	39.38	27.14	1	9	33	218	12.14	4	4
H8-U20	56.53	38.34	1	12	47	307	17.42	5	5
U20-U21	20.85	19.31	1	6	24	155	7.29	2	2
H6-U21	108.59	101.09	2	31	122	809	50.77	13	13
U21-U24	49.20	73.24	1	22	88	586	25.12	7	7
U24-U25	19.95	120.68	2	37	145	966	35.91	9	9
U25-W7	159.51	1120.27	12	337	1345	8963	287.12	72	72
I6-V1	64.78	64.59	1	20	78	517	19.97	5	5
I7-V1	79.23	71.81	1	22	87	575	24.42	7	7
V1-V2	78.53	125.10	2	38	151	1001	27.46	7	7
I8-V2	27.68	18.26	1	6	22	147	9.02	3	3
V2-V3	66.32	128.80	2	39	155	1031	26.53	7	7

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Urugan Tanah (m3)	Pengurangan Tanah (m3)				Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
			KT/M	PT	Tanah	Alat		PT	Alat
I18-V3	167.04	208.91	3	63	251	1672	54.39	14	14
V3-V4	25.88	61.87	1	19	75	495	12.10	4	4
I17-V4	102.02	108.36	2	33	131	867	31.44	8	8
V4-V5	11.23	31.84	1	10	39	255	5.26	2	2
I16-V5	80.97	61.95	1	19	75	496	24.95	7	7
V5-V6	8.53	22.63	1	7	28	182	3.99	1	1
I9-V6	82.93	82.08	1	25	99	657	25.56	7	7
V6-V9	48.62	136.28	2	41	164	1091	24.82	7	7
I14-V7	94.13	83.62	1	26	101	669	29.01	8	8
I15-V7	68.58	54.46	1	17	66	436	21.14	6	6
V7-V8	17.47	23.50	1	8	29	188	6.55	2	2
I13-V8	78.67	63.09	1	19	76	505	27.51	7	7
V8-V9	20.64	24.49	1	8	30	196	8.26	3	3
V9-V10	75.68	288.00	3	87	346	2304	52.98	14	14
I10-V10	82.91	88.08	1	27	106	705	25.55	7	7
V10-V11	25.59	115.25	2	35	139	922	17.92	5	5
I11-V17	29.01	19.56	1	6	24	157	9.45	3	3
I12-V17	163.73	214.46	3	65	258	1716	53.31	14	14
V17-V11	8.60	21.03	1	7	26	169	3.45	1	1
V11-V13	45.61	236.86	3	72	285	1895	35.93	9	9
I4-V12	75.98	71.42	1	22	86	572	24.74	7	7
I5-V12	125.08	85.16	1	26	103	682	40.73	11	11
V12-V13	22.68	15.00	1	5	18	120	9.08	3	3
V13-V14	85.70	444.21	5	134	534	3554	67.49	17	17
I3-V14	77.18	76.59	1	23	92	613	30.88	8	8

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Urugan Tanah (m3)	Pengurangan Tanah (m3)				Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
			KT/M	PT	Tanah	Alat		PT	Alat
V14-V15	23.81	180.29	2	55	217	1443	23.76	6	6
I2-V15	110.53	78.04	1	24	94	625	41.39	11	11
V15-V16	176.62	439.49	5	132	528	3516	176.20	45	45
I1-V16	116.51	96.48	1	29	116	772	46.61	12	12
V16-T7	102.58	565.04	6	170	679	4521	102.34	26	26
K1-W3	89.04	99.74	1	30	120	798	35.62	9	9
K2-W3	71.42	69.26	1	21	84	555	23.26	6	6
W3-W4	17.91	32.96	1	10	40	264	8.38	3	3
K3-W4	81.15	93.69	1	29	113	750	26.43	7	7
W4-W5	26.69	53.35	1	17	65	427	12.48	4	4
K4-W5	107.57	134.54	2	41	162	1077	35.03	9	9
W5-U25	117.71	292.24	3	88	351	2338	60.09	16	16
J2-W1	70.04	103.93	2	32	125	832	22.81	6	6
J3-W1	22.65	18.39	1	6	23	148	7.92	2	2
W1-W2	23.55	29.49	1	9	36	236	9.43	3	3
J1-W2	68.10	80.39	1	25	97	644	22.18	6	6
W2-W8	23.95	22.43	1	7	27	180	11.20	3	3
J4-W9	141.68	172.41	2	52	207	1380	53.05	14	14
J5-W9	135.86	153.83	2	47	185	1231	44.24	12	12
J6-W9	132.35	135.77	2	41	163	1087	49.56	13	13
W9-W8	184.79	564.72	6	170	678	4518	86.39	22	22
W8-W7	10.72	62.21	1	19	75	498	7.51	2	2
W7-W6	38.44	345.88	4	104	416	2768	69.19	18	18
K5-W6	128.58	225.80	3	68	271	1807	51.44	13	13
W6-W15	15.40	144.94	2	44	174	1160	27.72	7	7

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Urugan Tanah (m3)	Pengurangan Tanah (m3)				Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
			KT/M	PT	Tanah	Alat		PT	Alat
K6-W15	55.32	58.56	1	18	71	469	18.02	5	5
W15-W14	141.76	1243.63	13	374	1493	9950	255.18	64	64
K7-W10	58.65	53.75	1	17	65	430	23.46	6	6
K8-W10	58.05	53.20	1	16	64	426	23.23	6	6
W10-W12	75.27	140.48	2	43	169	1124	35.19	9	9
K9-W11	23.44	21.90	1	7	27	176	10.16	3	3
K10-W11	204.13	255.94	3	77	308	2048	95.43	24	24
W11-W12	112.07	349.54	4	105	420	2797	70.11	18	18
W12-W13	75.29	360.66	4	109	433	2886	59.30	15	15
W13-W14	150.35	733.74	8	221	881	5870	118.41	30	30
W14-S18	166.87	1661.90	17	499	1995	13296	300.37	76	76
L8-R1	20.05	18.29	1	6	22	147	6.18	2	2
L9-R1	47.29	66.37	1	20	80	531	14.58	4	4
R1-R2	46.04	115.64	2	35	139	926	14.19	4	4
L10-R2	36.32	35.18	1	11	43	282	11.20	3	3
R2-R3	29.50	100.98	2	31	122	808	11.05	3	3
L11-R3	38.66	37.72	1	12	46	302	11.92	3	3
R3-R4	19.54	47.93	1	15	58	384	7.32	2	2
L12-R4	32.79	26.53	1	8	32	213	10.11	3	3
R4-R5	44.20	121.16	2	37	146	970	20.67	6	6
R5-R6	72.14	369.96	4	111	444	2960	95.45	24	24
L1-R6	111.23	86.06	1	26	104	689	52.00	13	13
R6-R8	5.39	47.54	1	15	58	381	8.31	3	3
L3-R7	54.61	62.27	1	19	75	499	21.85	6	6
L4-R7	62.26	66.31	1	20	80	531	23.32	6	6



No Saluran	L Pipa (m)	Volume Urugan Tanah (m3)	Pengurangan Tanah (m3)				Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
			KT/M	PT	Tanah	Alat		PT	Alat
R7-R8	122.77	277.28	3	84	333	2219	45.97	12	12
R8-R9	12.04	80.81	1	25	97	647	18.55	5	5
L5-R9	185.94	349.77	4	105	420	2799	80.54	21	21
R9-R10	23.31	151.03	2	46	182	1209	35.90	9	9
L6-R10	190.21	330.33	4	100	397	2643	82.39	21	21
R10-R11	4.50	51.83	1	16	63	415	6.94	2	2
L2-R11	58.42	62.35	1	19	75	499	27.32	7	7
R11-R12	18.50	133.51	2	41	161	1069	28.49	8	8
L7-R12	195.86	354.61	4	107	426	2837	91.57	23	23
R12-S1	29.38	206.10	3	62	248	1649	45.25	12	12
M1-S1	64.42	59.06	1	18	71	473	24.12	7	7
S1-S2	21.95	159.04	2	48	191	1273	33.81	9	9
M2-S2	70.97	72.25	1	22	87	578	26.58	7	7
S2-S3	22.75	167.42	2	51	201	1340	35.04	9	9
M3-S3	68.21	68.92	1	21	83	552	25.54	7	7
S3-S4	16.49	128.30	2	39	154	1027	29.68	8	8
M18-S4	78.39	53.67	1	17	65	430	25.53	7	7
S4-S5	7.32	71.85	1	22	87	575	13.17	4	4
M4-S5	82.19	81.11	1	25	98	649	30.78	8	8
S5-S6	4.59	57.00	1	18	69	456	8.27	3	3
M19-S6	32.15	23.69	1	8	29	190	9.91	3	3
S6-S7	18.55	144.28	2	44	174	1155	33.40	9	9
M5-S7	44.49	34.68	1	11	42	278	15.56	4	4
S7-S8	21.69	145.15	2	44	175	1162	39.04	10	10
M17-S8	163.16	140.13	2	43	169	1122	57.05	15	15

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Urugan Tanah (m3)	Pengurangan Tanah (m3)				Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
			KT/M	PT	Tanah	Alat		PT	Alat
S8-S28	25.24	184.92	2	56	222	1480	45.44	12	12
M12-S9	43.60	32.77	1	10	40	263	14.20	4	4
M13-S9	23.70	15.58	1	5	19	125	7.31	2	2
S9-S10	62.00	72.09	1	22	87	577	23.22	6	6
M20-S10	127.32	144.18	2	44	174	1154	44.52	12	12
S10-S11	12.76	20.67	1	7	25	166	5.97	2	2
M14-S11	54.20	44.30	1	14	54	355	18.95	5	5
S11-S13	74.03	145.13	2	44	175	1162	34.61	9	9
M21-S13	177.00	245.69	3	74	295	1966	70.80	18	18
S13-S12	8.58	24.32	1	8	30	195	5.37	2	2
M15-S12	101.71	85.82	1	26	103	687	33.12	9	9
S12-S14	22.69	66.39	1	20	80	532	15.89	4	4
M16-S14	107.96	192.86	2	58	232	1543	40.43	11	11
S14-S15	66.50	270.58	3	82	325	2165	52.37	14	14
S15-S16	58.71	278.06	3	84	334	2225	46.24	12	12
M7-S26	61.30	40.08	1	13	49	321	21.44	6	6
M8-S26	46.25	32.19	1	10	39	258	16.17	5	5
S26-S27	25.57	19.46	1	6	24	156	10.23	3	3
M6-S27	25.05	20.06	1	7	25	161	8.16	3	3
M9-S27	32.35	26.72	1	9	33	214	10.54	3	3
S27-S28	23.10	30.60	1	10	37	245	11.79	3	3
S28-S29	38.61	318.09	4	96	382	2545	69.50	18	18
M10-S29	68.63	75.94	1	23	92	608	22.35	6	6
S29-S30	13.68	131.79	2	40	159	1055	24.62	7	7
M11-S30	27.00	23.23	1	7	28	186	8.32	3	3

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Urugan Tanah (m3)	Pengurangan Tanah (m3)				Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
			KT/M	PT	Tanah	Alat		PT	Alat
S30-S16	39.22	349.39	4	105	420	2796	70.60	18	18
S16-S17	25.31	249.49	3	75	300	1996	45.55	12	12
M26-S17	59.43	36.63	1	11	44	294	18.32	5	5
S17-S18	19.93	207.33	3	63	249	1659	35.89	9	9
S18-S25	47.96	64.17	1	20	78	514	86.34	22	22
M23-S19	66.74	52.52	1	16	64	421	20.57	6	6
M24-S19	28.53	18.55	1	6	23	149	8.79	3	3
S19-S20	18.33	21.23	1	7	26	170	6.41	2	2
M25-S20	50.43	43.12	1	13	52	345	16.43	5	5
S20-S21	14.87	21.54	1	7	26	173	5.95	2	2
M22-S21	102.57	137.60	2	42	166	1101	35.86	9	9
S21-S22	54.03	88.99	1	27	107	712	25.26	7	7
M27-S22	86.20	57.20	1	18	69	458	26.57	7	7
S22-S23	22.37	40.74	1	13	49	326	10.46	3	3
M28-S23	95.00	91.62	1	28	110	733	29.28	8	8
S23-S24	20.53	41.05	1	13	50	329	10.48	3	3
M29-S24	82.43	51.71	1	16	63	414	25.40	7	7
S24-S25	65.70	162.06	2	49	195	1297	41.10	11	11
S25-IPAL	5.94	34.48	1	11	42	276	10.71	3	3

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

Lampiran 16 BOQ Tenaga Kerja dan Peralatan untuk Pembuatan Manhole

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurugan Pasir (m3)		Volume Beton (m3)
			KT/M	PT		KT/M	PT	
A1-N1	119.80	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
A7-N1	54.14	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
N1-N2	29.94	2.29	1	2	0.16	1	1	1.69
A8-N2	61.33	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
N2-N3	25.44	2.45	1	2	0.16	1	1	1.80
A2-N3	149.34	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
N3-N4	25.20	3.18	1	3	0.16	1	1	2.32
A4-N5	179.84	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
A5-N5	173.92	3.55	1	3	0.42	1	1	2.53
N5-N4	24.81	2.98	1	3	0.16	1	1	2.17
A3-N4	149.20	1.71	1	2	0.20	1	1	1.23
N4-N6	32.71	3.87	1	3	0.17	1	1	2.79
A6-N6	262.82	4.75	1	4	0.50	1	1	3.25
N6-N7	124.20	7.54	1	6	0.40	1	1	5.24
B1-N7	119.93	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
N7-N8	22.90	4.25	1	4	0.16	1	1	3.07
B2-N8	143.29	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
N8-O6	306.17	14.35	1	11	0.78	1	1	9.32
C4-O1	65.92	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
C5-O1	67.73	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
O1-O5	127.39	3.22	1	3	0.40	1	1	2.34
C3-O2	89.66	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
O2-O3	25.22	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
C2-O3	89.06	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurugan Pasir (m3)		Volume Beton (m3)
			KT/M	PT		KT/M	PT	
O3-O4	25.05	1.71	1	2	0.16	1	1	1.28
C1-O4	88.94	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
O4-O5	55.61	2.98	1	3	0.34	1	1	2.22
O5-O6	156.18	9.63	1	8	0.63	1	1	6.69
O6-O7	82.60	4.89	1	4	0.18	1	1	3.43
D1-P1	179.95	1.78	1	2	0.21	1	1	1.27
D2-P1	149.72	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
P1-P2	24.93	3.75	1	3	0.16	1	1	2.72
D3-P2	149.85	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
P2-P3	25.74	3.40	1	3	0.16	1	1	2.47
D4-P3	150.44	1.72	1	2	0.21	1	1	1.24
P3-P4	25.00	2.67	1	3	0.16	1	1	1.95
D5-P4	187.12	3.83	1	3	0.22	1	1	2.71
P4-P5	24.89	3.01	1	3	0.16	1	1	2.19
D6-P5	149.89	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
P5-P6	99.71	8.64	1	7	0.38	1	1	6.06
D7-P6	200.45	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
P6-Q1	109.30	8.44	1	7	0.38	1	1	5.90
E21-Q1	130.79	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
Q1-Q2	32.38	4.53	1	4	0.17	1	1	3.25
E11-Q2	79.36	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
Q2-Q3	24.65	4.79	1	4	0.16	1	1	3.45
E10-Q3	82.44	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
Q3-Q5	25.56	5.05	1	4	0.16	1	1	3.63
E20-Q4	74.65	1.51	1	2	0.18	1	1	1.12

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurugan Pasir (m3)		Volume Beton (m3)
			KT/M	PT		KT/M	PT	
Q4-Q5	3.63	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
Q5-Q6	25.60	4.91	1	4	0.16	1	1	3.54
E9-Q6	111.01	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
Q6-Q7	21.85	5.61	1	5	0.16	1	1	4.03
E19-Q7	60.09	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
Q7-Q8	2.40	5.41	1	5	0.16	1	1	3.92
E8-Q8	113.62	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
Q8-Q9	24.99	6.08	1	5	0.16	1	1	4.36
E7-Q9	117.74	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
Q9-Q10	21.44	5.92	1	5	0.16	1	1	4.25
E12-Q11	37.15	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
E13-Q11	42.60	1.41	1	2	0.17	1	1	1.06
Q11-Q12	23.85	1.18	1	1	0.16	1	1	0.90
E1-Q12	150.32	3.55	1	3	0.42	1	1	2.55
Q12-Q13	10.74	1.30	1	1	0.16	1	1	0.99
E2-Q13	142.07	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
Q13-Q14	22.36	1.23	1	1	0.16	1	1	0.94
E3-Q14	139.67	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
Q14-Q15	25.34	0.91	1	1	0.16	1	1	0.71
E4-Q15	136.93	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
E15-Q21	33.31	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
E16-Q21	51.80	1.44	1	2	0.17	1	1	1.08
Q21-Q20	4.82	1.85	1	2	0.16	1	1	1.38
E14-Q20	43.30	2.82	1	3	0.17	1	1	2.11
Q20-Q15	24.46	2.02	1	2	0.16	1	1	1.50

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurugan Pasir (m3)		Volume Beton (m3)
			KT/M	PT		KT/M	PT	
Q15-Q16	24.52	1.43	1	2	0.16	1	1	1.08
E5-Q16	134.75	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
Q16-Q17	22.93	1.98	1	2	0.16	1	1	1.47
E17-Q17	52.46	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
Q17-Q18	2.02	2.14	1	2	0.16	1	1	1.59
E6-Q18	168.61	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
Q18-Q19	16.83	2.26	1	2	0.16	1	1	1.67
E18-Q19	58.42	2.41	1	2	0.17	1	1	1.75
Q19-Q10	31.11	2.32	1	2	0.17	1	1	1.70
Q10-Q22	90.10	5.57	1	5	0.19	1	1	3.88
E22-Q22	67.78	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
Q22-R5	36.04	2.75	1	3	0.17	1	1	2.00
F2-T1	102.92	1.59	1	2	0.19	1	1	1.16
F3-T1	82.21	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
T1-T3	39.29	3.96	1	3	0.34	1	1	2.92
F4-T2	64.47	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
F5-T2	83.08	3.03	1	3	0.18	1	1	2.16
T2-T3	37.68	2.76	1	3	0.17	1	1	2.01
T3-T4	169.83	7.91	1	6	0.42	1	1	5.51
F6-T4	62.40	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
T4-T5	16.30	3.88	1	3	0.16	1	1	2.82
F7-T5	62.89	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
T5-T6	19.32	4.47	1	4	0.16	1	1	3.24
F8-T7	99.75	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
T7-T6	17.07	7.31	1	6	0.16	1	1	5.26



No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurugan Pasir (m3)		Volume Beton (m3)
			KT/M	PT		KT/M	PT	
T6-T8	44.52	5.52	1	5	0.17	1	1	3.93
F9-T8	209.46	4.32	1	4	0.22	1	1	2.91
T8-T9	19.57	3.46	1	3	0.16	1	1	2.52
F10-T9	240.48	5.19	1	4	0.24	1	1	3.42
T9-T10	17.66	3.67	1	3	0.16	1	1	2.67
F11-T10	170.31	5.45	1	5	0.21	1	1	3.68
T10-T11	22.16	4.02	1	4	0.16	1	1	2.91
F1-O7	188.83	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
O7-T11	265.03	34.00	1	26	0.75	1	1	21.96
T11-U4	26.76	5.72	1	5	0.16	1	1	4.11
G3-U1	93.50	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
G4-U1	128.20	7.54	1	6	0.20	1	1	5.24
U1-U2	16.28	3.07	1	3	0.16	1	1	2.24
G2-U2	93.61	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
U2-U3	18.58	3.46	1	3	0.16	1	1	2.52
G1-U3	89.82	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
U3-U4	162.00	31.39	1	24	0.63	1	1	21.20
U4-U5	19.64	5.89	1	5	0.16	1	1	4.25
G9-U5	39.39	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
U5-U6	16.12	6.10	1	5	0.16	1	1	4.40
G6-U9	43.13	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
G5-U11	79.59	1.76	1	2	0.18	1	1	1.29
H1-U11	117.53	7.93	1	6	0.19	1	1	5.61
U11-U10	122.29	6.14	1	5	0.40	1	1	4.31
U10-U9	15.75	2.81	1	3	0.16	1	1	2.06

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurangan Pasir (m3)		Volume Beton (m3)
			KT/M	PT		KT/M	PT	
U9-U8	16.61	2.77	1	3	0.16	1	1	2.03
G7-U8	37.91	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
U8-U7	16.51	2.12	1	2	0.16	1	1	1.57
G8-U7	40.66	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
U7-U6	2.54	2.05	1	2	0.16	1	1	1.53
U6-U13	66.97	2.62	1	2	0.18	1	1	1.89
G10-U12	50.75	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
G11-U12	19.35	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
U12-U13	20.67	2.40	1	2	0.16	1	1	1.76
U13-U14	23.60	5.26	1	4	0.16	1	1	3.78
G12-U14	81.01	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
U14-U22	62.45	5.49	1	5	0.18	1	1	3.88
U22-U23	19.00	5.44	1	5	0.16	1	1	3.93
G13-U23	138.35	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
U23-U24	16.48	5.22	1	4	0.16	1	1	3.77
H2-U15	44.46	1.41	1	2	0.17	1	1	1.06
H3-U15	37.55	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
U15-U16	18.67	1.21	1	1	0.16	1	1	0.93
H4-U16	40.18	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
U16-U17	22.89	1.03	1	1	0.16	1	1	0.79
H5-U17	41.09	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
U17-U10	147.07	5.26	1	4	0.40	1	1	3.79
H10-U18	56.87	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
H11-U18	77.78	2.47	1	2	0.18	1	1	1.78
U18-U19	15.96	2.20	1	2	0.16	1	1	1.63

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurugan Pasir (m3)		Volume Beton (m3)
			KT/M	PT		KT/M	PT	
H9-U19	58.11	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
U19-U22	56.39	2.87	1	3	0.17	1	1	2.14
H7-U20	39.38	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
H8-U20	56.53	1.67	1	2	0.17	1	1	1.24
U20-U21	20.85	1.58	1	2	0.16	1	1	1.19
H6-U21	108.59	4.74	1	4	0.19	1	1	3.38
U21-U24	49.20	13.11	1	10	0.34	1	1	9.37
U24-U25	19.95	5.19	1	4	0.16	1	1	3.75
U25-W7	159.51	16.02	1	13	0.63	1	1	11.09
I6-V1	64.78	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
I7-V1	79.23	2.76	1	3	0.18	1	1	1.98
V1-V2	78.53	2.76	1	3	0.18	1	1	1.98
I8-V2	27.68	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
V2-V3	66.32	3.20	1	3	0.18	1	1	2.29
I18-V3	167.04	8.52	1	7	0.21	1	1	5.81
V3-V4	25.88	3.30	1	3	0.16	1	1	2.40
I17-V4	102.02	4.40	1	4	0.19	1	1	3.07
V4-V5	11.23	3.72	1	3	0.16	1	1	2.71
I16-V5	80.97	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
V5-V6	8.53	3.36	1	3	0.16	1	1	2.46
I9-V6	82.93	4.29	1	4	0.18	1	1	3.02
V6-V9	48.62	3.99	1	3	0.17	1	1	2.86
I14-V7	94.13	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
I15-V7	68.58	2.39	1	2	0.18	1	1	1.73
V7-V8	17.47	2.17	1	2	0.16	1	1	1.61

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurangan Pasir (m3)		Volume Beton (m3)
			KT/M	PT		KT/M	PT	
I13-V8	78.67	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
V8-V9	20.64	2.00	1	2	0.16	1	1	1.48
V9-V10	75.68	4.69	1	4	0.18	1	1	3.31
I10-V10	82.91	5.92	1	5	0.18	1	1	4.14
V10-V11	25.59	5.29	1	4	0.16	1	1	3.80
I11-V17	29.01	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
I12-V17	163.73	6.22	1	5	0.42	1	1	4.30
V17-V11	8.60	3.26	1	3	0.16	1	1	2.39
V11-V13	45.61	7.27	1	6	0.34	1	1	5.23
I4-V12	75.98	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
I5-V12	125.08	1.55	1	2	0.20	1	1	1.13
V12-V13	22.68	1.29	1	1	0.16	1	1	0.98
V13-V14	85.70	5.41	1	5	0.18	1	1	3.79
I3-V14	77.18	8.08	1	7	0.18	1	1	5.64
V14-V15	23.81	7.35	1	6	0.16	1	1	5.26
I2-V15	110.53	2.29	1	2	0.19	1	1	1.64
V15-V16	176.62	6.25	1	5	0.63	1	1	4.41
I1-V16	116.51	5.26	1	4	0.19	1	1	3.64
V16-T7	102.58	6.84	1	6	0.38	1	1	4.82
K1-W3	89.04	4.60	1	4	0.18	1	1	3.38
K2-W3	71.42	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
W3-W4	17.91	2.61	1	2	0.16	1	1	1.92
K3-W4	81.15	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
W4-W5	26.69	4.37	1	4	0.32	1	1	3.23
K4-W5	107.57	3.84	1	3	0.19	1	1	2.69

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurugan Pasir (m3)		Volume Beton (m3)
			KT/M	PT		KT/M	PT	
W5-U25	117.71	7.15	1	6	0.38	1	1	5.09
J2-W1	70.04	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
J3-W1	22.65	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
W1-W2	23.55	1.89	1	2	0.16	1	1	1.40
J1-W2	68.10	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
W2-W8	23.95	1.35	1	2	0.16	1	1	1.02
J4-W9	141.68	1.71	1	2	0.20	1	1	1.23
J5-W9	135.86	1.68	1	2	0.20	1	1	1.22
J6-W9	132.35	3.67	1	3	0.20	1	1	2.55
W9-W8	184.79	21.87	1	17	0.66	1	1	14.71
W8-W7	10.72	5.85	1	5	0.16	1	1	4.22
W7-W6	38.44	7.55	1	6	0.17	1	1	5.37
K5-W6	128.58	8.65	1	7	0.20	1	1	5.91
W6-W15	15.40	7.05	1	6	0.16	1	1	5.07
K6-W15	55.32	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
W15-W14	141.76	10.96	1	9	0.40	1	1	7.49
K7-W10	58.65	1.52	1	2	0.17	1	1	1.13
K8-W10	58.05	2.24	1	2	0.17	1	1	1.63
W10-W12	75.27	2.33	1	2	0.18	1	1	1.68
K9-W11	23.44	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
K10-W11	204.13	13.98	1	11	0.44	1	1	9.49
W11-W12	112.07	9.96	1	8	0.38	1	1	6.90
W12-W13	75.29	6.05	1	5	0.18	1	1	4.25
W13-W14	150.35	16.96	1	13	0.21	1	1	11.43
W14-S18	166.87	18.50	1	14	0.63	1	1	12.59

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurangan Pasir (m3)		Volume Beton (m3)
			KT/M	PT		KT/M	PT	
L8-R1	20.05	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
L9-R1	47.29	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
R1-R2	46.04	3.80	1	3	0.17	1	1	2.73
L10-R2	36.32	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
R2-R3	29.50	4.64	1	4	0.16	1	1	3.35
L11-R3	38.66	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
R3-R4	19.54	3.62	1	3	0.16	1	1	2.64
L12-R4	32.79	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
R4-R5	44.20	3.69	1	3	0.17	1	1	2.65
R5-R6	72.14	5.43	1	5	0.18	1	1	3.82
L1-R6	111.23	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
R6-R8	5.39	5.38	1	5	0.16	1	1	3.90
L3-R7	54.61	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
L4-R7	62.26	2.71	1	3	0.18	1	1	1.95
R7-R8	122.77	3.02	1	3	0.20	1	1	2.12
R8-R9	12.04	5.55	1	5	0.16	1	1	4.01
L5-R9	185.94	1.89	1	2	0.22	1	1	1.34
R9-R10	23.31	5.80	1	5	0.16	1	1	4.17
L6-R10	190.21	1.92	1	2	0.22	1	1	1.36
R10-R11	4.50	5.82	1	5	0.16	1	1	4.22
L2-R11	58.42	6.69	1	6	0.17	1	1	4.73
R11-R12	18.50	6.20	1	5	0.16	1	1	4.47
L7-R12	195.86	1.92	1	2	0.22	1	1	1.36
R12-S1	29.38	7.73	1	6	0.32	1	1	5.60
M1-S1	64.42	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurugan Pasir (m3)		Volume Beton (m3)
			KT/M	PT		KT/M	PT	
S1-S2	21.95	6.41	1	5	0.16	1	1	4.59
M2-S2	70.97	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
S2-S3	22.75	6.43	1	5	0.16	1	1	4.61
M3-S3	68.21	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
S3-S4	16.49	6.24	1	5	0.16	1	1	4.50
M18-S4	78.39	6.96	1	6	0.18	1	1	4.87
S4-S5	7.32	6.08	1	5	0.16	1	1	4.40
M4-S5	82.19	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
S5-S6	4.59	5.96	1	5	0.16	1	1	4.32
M19-S6	32.15	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
S6-S7	18.55	6.13	1	5	0.16	1	1	4.42
M5-S7	44.49	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
S7-S8	21.69	5.82	1	5	0.16	1	1	4.18
M17-S8	163.16	7.53	1	6	0.21	1	1	5.07
S8-S28	25.24	5.84	1	5	0.16	1	1	4.19
M12-S9	43.60	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
M13-S9	23.70	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
S9-S10	62.00	3.41	1	3	0.36	1	1	2.51
M20-S10	127.32	9.01	1	7	0.20	1	1	6.32
S10-S11	12.76	2.45	1	2	0.16	1	1	1.81
M14-S11	54.20	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
S11-S13	74.03	4.48	1	4	0.36	1	1	3.25
M21-S13	177.00	13.94	1	11	0.21	1	1	9.45
S13-S12	8.58	3.41	1	3	0.16	1	1	2.50
M15-S12	101.71	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00

No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurangan Pasir (m3)		Volume Beton (m3)
			KT/M	PT		KT/M	PT	
S12-S14	22.69	3.69	1	3	0.16	1	1	2.68
M16-S14	107.96	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
S14-S15	66.50	10.57	1	8	0.36	1	1	7.47
S15-S16	58.71	1.48	1	2	0.17	1	1	1.11
M7-S26	61.30	1.50	1	2	0.18	1	1	1.11
M8-S26	46.25	1.35	1	2	0.17	1	1	1.02
S26-S27	25.57	1.30	1	1	0.16	1	1	0.99
M6-S27	25.05	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
M9-S27	32.35	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
S27-S28	23.10	1.87	1	2	0.16	1	1	1.39
S28-S29	38.61	6.94	1	6	0.17	1	1	4.95
M10-S29	68.63	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
S29-S30	13.68	7.08	1	6	0.16	1	1	5.09
M11-S30	27.00	7.16	1	6	0.16	1	1	5.13
S30-S16	39.22	7.29	1	6	0.17	1	1	5.19
S16-S17	25.31	7.79	1	6	0.16	1	1	5.57
M26-S17	59.43	8.54	1	7	0.17	1	1	6.01
S17-S18	19.93	7.91	1	6	0.16	1	1	5.68
S18-S25	47.96	2.27	1	2	0.17	1	1	1.66
M23-S19	66.74	1.46	1	2	0.18	1	1	1.09
M24-S19	28.53	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
S19-S20	18.33	1.86	1	2	0.16	1	1	1.39
M25-S20	50.43	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
S20-S21	14.87	2.30	1	2	0.16	1	1	1.70
M22-S21	102.57	2.97	1	3	0.19	1	1	2.10



No Saluran	L Pipa (m)	Volume Galian (m3)	Penggalian Tanah Biasa (m3)		Volume Urugan Pasir (m3)	Pengurugan Pasir (m3)		Volume Beton (m3)
			KT/M	PT		KT/M	PT	
S21-S22	54.03	7.01	1	6	0.34	1	1	5.16
M27-S22	86.20	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
S22-S23	22.37	2.72	1	3	0.16	1	1	1.99
M28-S23	95.00	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00
S23-S24	20.53	3.00	1	3	0.16	1	1	2.19
M29-S24	82.43	3.46	1	3	0.18	1	1	2.45
S24-S25	65.70	8.04	1	7	0.36	1	1	5.72
S25-IPAL	5.94	4.20	1	4	0.16	1	1	3.06

No Saluran	L Pipa (m)	Pekerjaan Beton K-225 (m3)							Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
		KT/M	T	PT	Semen	Pasir Cor	Batu Pecah Mesin	Air		PT	Alat
A1-N1	119.80	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
A7-N1	54.14	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
N1-N2	29.94	1	1	3	16	1	1	364	2.29	1	1
A8-N2	61.33	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
N2-N3	25.44	1	1	3	17	1	1	387	2.45	1	1
A2-N3	149.34	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
N3-N4	25.20	1	1	4	22	2	2	499	3.18	1	1
A4-N5	179.84	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
A5-N5	173.92	1	1	5	24	2	2	544	3.55	1	1
N5-N4	24.81	1	1	4	21	1	2	467	2.98	1	1
A3-N4	149.20	1	1	3	12	1	1	265	1.71	1	1
N4-N6	32.71	1	1	5	26	2	2	600	3.87	1	1

No Saluran	L Pipa (m)	Pekerjaan Beton K-225 (m3)							Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
		KT/M	T	PT	Semen	Pasir Cor	Batu Pecah Mesin	Air		PT	Alat
A6-N6	262.82	1	1	6	31	2	2	699	4.75	2	2
N6-N7	124.20	1	2	9	49	3	3	1127	7.54	2	2
B1-N7	119.93	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
N7-N8	22.90	1	1	6	29	2	2	661	4.25	2	2
B2-N8	143.29	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
N8-O6	306.17	1	3	16	87	5	6	2004	14.35	4	4
C4-O1	65.92	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
C5-O1	67.73	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
O1-O5	127.39	1	1	4	22	2	2	504	3.22	1	1
C3-O2	89.66	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
O2-O3	25.22	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
C2-O3	89.06	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
O3-O4	25.05	1	1	3	12	1	1	276	1.71	1	1
C1-O4	88.94	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
O4-O5	55.61	1	1	4	21	1	2	478	2.98	1	1
O5-O6	156.18	1	2	12	63	3	4	1439	9.63	3	3
O6-O7	82.60	1	1	6	32	2	2	738	4.89	2	2
D1-P1	179.95	1	1	3	12	1	1	274	1.78	1	1
D2-P1	149.72	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
P1-P2	24.93	1	1	5	26	2	2	585	3.75	1	1
D3-P2	149.85	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
P2-P3	25.74	1	1	5	23	2	2	532	3.40	1	1
D4-P3	150.44	1	1	3	12	1	1	267	1.72	1	1

No Saluran	L Pipa (m)	Pekerjaan Beton K-225 (m3)							Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
		KT/M	T	PT	Semen	Pasir Cor	Batu Pecah Mesin	Air		PT	Alat
P3-P4	25.00	1	1	4	19	1	2	420	2.67	1	1
D5-P4	187.12	1	1	5	26	2	2	583	3.83	1	1
P4-P5	24.89	1	1	4	21	1	2	471	3.01	1	1
D6-P5	149.89	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
P5-P6	99.71	1	2	10	57	3	4	1303	8.64	3	3
D7-P6	200.45	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
P6-Q1	109.30	1	2	10	55	3	4	1269	8.44	3	3
E21-Q1	130.79	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
Q1-Q2	32.38	1	1	6	31	2	2	699	4.53	2	2
E11-Q2	79.36	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
Q2-Q3	24.65	1	1	6	32	2	2	742	4.79	2	2
E10-Q3	82.44	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
Q3-Q5	25.56	1	1	6	34	2	3	781	5.05	2	2
E20-Q4	74.65	1	1	2	11	1	1	241	1.51	1	1
Q4-Q5	3.63	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
Q5-Q6	25.60	1	1	6	33	2	2	762	4.91	2	2
E9-Q6	111.01	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
Q6-Q7	21.85	1	2	7	38	2	3	867	5.61	2	2
E19-Q7	60.09	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
Q7-Q8	2.40	1	2	7	37	2	3	843	5.41	2	2
E8-Q8	113.62	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
Q8-Q9	24.99	1	2	8	41	2	3	938	6.08	2	2
E7-Q9	117.74	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0

No Saluran	L Pipa (m)	Pekerjaan Beton K-225 (m3)							Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
		KT/M	T	PT	Semen	Pasir Cor	Batu Pecah Mesin	Air		PT	Alat
Q9-Q10	21.44	1	2	8	40	2	3	914	5.92	2	2
E12-Q11	37.15	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
E13-Q11	42.60	1	1	2	10	1	1	228	1.41	1	1
Q11-Q12	23.85	1	1	2	9	1	1	194	1.18	1	1
E1-Q12	150.32	1	1	5	24	2	2	549	3.55	1	1
Q12-Q13	10.74	1	1	2	10	1	1	213	1.30	1	1
E2-Q13	142.07	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
Q13-Q14	22.36	1	1	2	9	1	1	203	1.23	1	1
E3-Q14	139.67	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
Q14-Q15	25.34	1	1	2	7	1	1	153	0.91	1	1
E4-Q15	136.93	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
E15-Q21	33.31	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
E16-Q21	51.80	1	1	2	11	1	1	233	1.44	1	1
Q21-Q20	4.82	1	1	3	13	1	1	297	1.85	1	1
E14-Q20	43.30	1	1	4	20	1	2	454	2.82	1	1
Q20-Q15	24.46	1	1	3	14	1	1	323	2.02	1	1
Q15-Q16	24.52	1	1	2	11	1	1	233	1.43	1	1
E5-Q16	134.75	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
Q16-Q17	22.93	1	1	3	14	1	1	317	1.98	1	1
E17-Q17	52.46	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
Q17-Q18	2.02	1	1	3	15	1	1	342	2.14	1	1
E6-Q18	168.61	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
Q18-Q19	16.83	1	1	3	16	1	1	360	2.26	1	1

No Saluran	L Pipa (m)	Pekerjaan Beton K-225 (m3)							Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
		KT/M	T	PT	Semen	Pasir Cor	Batu Pecah Mesin	Air		PT	Alat
E18-Q19	58.42	1	1	3	17	1	1	377	2.41	1	1
Q19-Q10	31.11	1	1	3	16	1	1	366	2.32	1	1
Q10-Q22	90.10	1	2	7	36	2	3	835	5.57	2	2
E22-Q22	67.78	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
Q22-R5	36.04	1	1	4	19	1	2	430	2.75	1	1
F2-T1	102.92	1	1	2	11	1	1	250	1.59	1	1
F3-T1	82.21	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
T1-T3	39.29	1	1	5	28	2	2	628	3.96	1	1
F4-T2	64.47	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
F5-T2	83.08	1	1	4	21	1	2	465	3.03	1	1
T2-T3	37.68	1	1	4	19	1	2	433	2.76	1	1
T3-T4	169.83	1	2	10	52	3	4	1185	7.91	2	2
F6-T4	62.40	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
T4-T5	16.30	1	1	5	27	2	2	607	3.88	1	1
F7-T5	62.89	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
T5-T6	19.32	1	1	6	31	2	2	697	4.47	2	2
F8-T7	99.75	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
T7-T6	17.07	1	2	9	49	3	3	1131	7.31	2	2
T6-T8	44.52	1	2	7	37	2	3	845	5.52	2	2
F9-T8	209.46	1	1	5	27	2	2	626	4.32	2	2
T8-T9	19.57	1	1	5	24	2	2	542	3.46	1	1
F10-T9	240.48	1	1	6	32	2	2	736	5.19	2	2
T9-T10	17.66	1	1	5	25	2	2	575	3.67	1	1

No Saluran	L Pipa (m)	Pekerjaan Beton K-225 (m3)							Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
		KT/M	T	PT	Semen	Pasir Cor	Batu Pecah Mesin	Air		PT	Alat
F11-T10	170.31	1	2	7	35	2	3	792	5.45	2	2
T10-T11	22.16	1	1	5	27	2	2	626	4.02	2	2
F1-O7	188.83	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
O7-T11	265.03	1	7	37	204	10	13	4722	34.00	9	9
T11-U4	26.76	1	2	7	39	2	3	884	5.72	2	2
G3-U1	93.50	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
G4-U1	128.20	1	2	9	49	3	3	1127	7.54	2	2
U1-U2	16.28	1	1	4	21	1	2	482	3.07	1	1
G2-U2	93.61	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
U2-U3	18.58	1	1	5	24	2	2	542	3.46	1	1
G1-U3	89.82	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
U3-U4	162.00	1	6	35	197	10	12	4558	31.39	8	8
U4-U5	19.64	1	2	8	40	2	3	914	5.89	2	2
G9-U5	39.39	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
U5-U6	16.12	1	2	8	41	2	3	946	6.10	2	2
G6-U9	43.13	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
G5-U11	79.59	1	1	3	12	1	1	278	1.76	1	1
H1-U11	117.53	1	2	10	53	3	4	1207	7.93	2	2
U11-U10	122.29	1	2	8	40	2	3	927	6.14	2	2
U10-U9	15.75	1	1	4	20	1	2	443	2.81	1	1
U9-U8	16.61	1	1	4	19	1	2	437	2.77	1	1
G7-U8	37.91	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
U8-U7	16.51	1	1	3	15	1	1	338	2.12	1	1

No Saluran	L Pipa (m)	Pekerjaan Beton K-225 (m3)							Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
		KT/M	T	PT	Semen	Pasir Cor	Batu Pecah Mesin	Air		PT	Alat
G8-U7	40.66	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
U7-U6	2.54	1	1	3	15	1	1	329	2.05	1	1
U6-U13	66.97	1	1	4	18	1	2	407	2.62	1	1
G10-U12	50.75	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
G11-U12	19.35	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
U12-U13	20.67	1	1	3	17	1	1	379	2.40	1	1
U13-U14	23.60	1	2	7	36	2	3	813	5.26	2	2
G12-U14	81.01	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
U14-U22	62.45	1	2	7	36	2	3	835	5.49	2	2
U22-U23	19.00	1	2	7	37	2	3	845	5.44	2	2
G13-U23	138.35	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
U23-U24	16.48	1	2	7	35	2	3	811	5.22	2	2
H2-U15	44.46	1	1	2	10	1	1	228	1.41	1	1
H3-U15	37.55	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
U15-U16	18.67	1	1	2	9	1	1	200	1.21	1	1
H4-U16	40.18	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
U16-U17	22.89	1	1	2	8	1	1	170	1.03	1	1
H5-U17	41.09	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
U17-U10	147.07	1	2	7	36	2	3	815	5.26	2	2
H10-U18	56.87	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
H11-U18	77.78	1	1	3	17	1	1	383	2.47	1	1
U18-U19	15.96	1	1	3	16	1	1	351	2.20	1	1
H9-U19	58.11	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0

No Saluran	L Pipa (m)	Pekerjaan Beton K-225 (m3)							Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
		KT/M	T	PT	Semen	Pasir Cor	Batu Pecah Mesin	Air		PT	Alat
U19-U22	56.39	1	1	4	20	1	2	461	2.87	1	1
H7-U20	39.38	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
H8-U20	56.53	1	1	3	12	1	1	267	1.67	1	1
U20-U21	20.85	1	1	2	12	1	1	256	1.58	1	1
H6-U21	108.59	1	1	6	32	2	2	727	4.74	2	2
U21-U24	49.20	1	3	16	87	5	6	2015	13.11	4	4
U24-U25	19.95	1	2	7	35	2	3	807	5.19	2	2
U25-W7	159.51	1	4	19	103	5	7	2385	16.02	5	5
I6-V1	64.78	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
I7-V1	79.23	1	1	4	19	1	2	426	2.76	1	1
V1-V2	78.53	1	1	4	19	1	2	426	2.76	1	1
I8-V2	27.68	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
V2-V3	66.32	1	1	4	22	1	2	493	3.20	1	1
I18-V3	167.04	1	2	10	54	3	4	1250	8.52	3	3
V3-V4	25.88	1	1	4	23	2	2	516	3.30	1	1
I17-V4	102.02	1	1	6	29	2	2	661	4.40	2	2
V4-V5	11.23	1	1	5	26	2	2	583	3.72	1	1
I16-V5	80.97	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
V5-V6	8.53	1	1	5	23	2	2	529	3.36	1	1
I9-V6	82.93	1	1	5	29	2	2	650	4.29	2	2
V6-V9	48.62	1	1	5	27	2	2	615	3.99	1	1
I14-V7	94.13	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
I15-V7	68.58	1	1	3	17	1	1	372	2.39	1	1



No Saluran	L Pipa (m)	Pekerjaan Beton K-225 (m3)							Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
		KT/M	T	PT	Semen	Pasir Cor	Batu Pecah Mesin	Air		PT	Alat
V7-V8	17.47	1	1	3	15	1	1	347	2.17	1	1
I13-V8	78.67	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
V8-V9	20.64	1	1	3	14	1	1	319	2.00	1	1
V9-V10	75.68	1	1	6	31	2	2	712	4.69	2	2
I10-V10	82.91	1	2	7	39	2	3	891	5.92	2	2
V10-V11	25.59	1	2	7	36	2	3	817	5.29	2	2
I11-V17	29.01	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
I12-V17	163.73	1	2	8	40	2	3	925	6.22	2	2
V17-V11	8.60	1	1	4	23	2	2	514	3.26	1	1
V11-V13	45.61	1	2	9	49	3	3	1125	7.27	2	2
I4-V12	75.98	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
I5-V12	125.08	1	1	2	11	1	1	243	1.55	1	1
V12-V13	22.68	1	1	2	10	1	1	211	1.29	1	1
V13-V14	85.70	1	2	7	36	2	3	815	5.41	2	2
I3-V14	77.18	1	2	10	53	3	4	1213	8.08	3	3
V14-V15	23.81	1	2	9	49	3	3	1131	7.35	2	2
I2-V15	110.53	1	1	3	16	1	1	353	2.29	1	1
V15-V16	176.62	1	2	8	41	2	3	949	6.25	2	2
I1-V16	116.51	1	2	7	34	2	3	783	5.26	2	2
V16-T7	102.58	1	2	8	45	3	3	1037	6.84	2	2
K1-W3	89.04	1	1	6	32	2	2	727	4.60	2	2
K2-W3	71.42	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
W3-W4	17.91	1	1	4	18	1	2	413	2.61	1	1

No Saluran	L Pipa (m)	Pekerjaan Beton K-225 (m3)							Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
		KT/M	T	PT	Semen	Pasir Cor	Batu Pecah Mesin	Air		PT	Alat
K3-W4	81.15	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
W4-W5	26.69	1	1	6	30	2	2	695	4.37	2	2
K4-W5	107.57	1	1	5	25	2	2	579	3.84	1	1
W5-U25	117.71	1	2	9	48	3	3	1095	7.15	2	2
J2-W1	70.04	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
J3-W1	22.65	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
W1-W2	23.55	1	1	3	13	1	1	301	1.89	1	1
J1-W2	68.10	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
W2-W8	23.95	1	1	2	10	1	1	220	1.35	1	1
J4-W9	141.68	1	1	3	12	1	1	265	1.71	1	1
J5-W9	135.86	1	1	3	12	1	1	263	1.68	1	1
J6-W9	132.35	1	1	5	24	2	2	549	3.67	1	1
W9-W8	184.79	1	5	25	137	7	9	3163	21.87	6	6
W8-W7	10.72	1	2	7	40	2	3	908	5.85	2	2
W7-W6	38.44	1	2	9	50	3	3	1155	7.55	2	2
K5-W6	128.58	1	2	10	55	3	4	1271	8.65	3	3
W6-W15	15.40	1	2	9	48	3	3	1091	7.05	2	2
K6-W15	55.32	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
W15-W14	141.76	1	3	13	70	4	5	1611	10.96	3	3
K7-W10	58.65	1	1	2	11	1	1	243	1.52	1	1
K8-W10	58.05	1	1	3	16	1	1	351	2.24	1	1
W10-W12	75.27	1	1	3	16	1	1	362	2.33	1	1
K9-W11	23.44	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0

No Saluran	L Pipa (m)	Pekerjaan Beton K-225 (m3)							Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
		KT/M	T	PT	Semen	Pasir Cor	Batu Pecah Mesin	Air		PT	Alat
K10-W11	204.13	1	3	16	89	5	6	2041	13.98	4	4
W11-W12	112.07	1	2	12	64	3	4	1484	9.96	3	3
W12-W13	75.29	1	2	8	40	2	3	914	6.05	2	2
W13-W14	150.35	1	4	19	107	5	7	2458	16.96	5	5
W14-S18	166.87	1	4	21	117	6	7	2707	18.50	5	5
L8-R1	20.05	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
L9-R1	47.29	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
R1-R2	46.04	1	1	5	26	2	2	587	3.80	1	1
L10-R2	36.32	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
R2-R3	29.50	1	1	6	32	2	2	721	4.64	2	2
L11-R3	38.66	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
R3-R4	19.54	1	1	5	25	2	2	568	3.62	1	1
L12-R4	32.79	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
R4-R5	44.20	1	1	5	25	2	2	570	3.69	1	1
R5-R6	72.14	1	2	7	36	2	3	822	5.43	2	2
L1-R6	111.23	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
R6-R8	5.39	1	2	7	37	2	3	839	5.38	2	2
L3-R7	54.61	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
L4-R7	62.26	1	1	4	19	1	2	420	2.71	1	1
R7-R8	122.77	1	1	4	20	1	2	456	3.02	1	1
R8-R9	12.04	1	2	7	38	2	3	863	5.55	2	2
L5-R9	185.94	1	1	3	13	1	1	289	1.89	1	1
R9-R10	23.31	1	2	7	39	2	3	897	5.80	2	2

No Saluran	L Pipa (m)	Pekerjaan Beton K-225 (m3)							Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
		KT/M	T	PT	Semen	Pasir Cor	Batu Pecah Mesin	Air		PT	Alat
L6-R10	190.21	1	1	3	13	1	1	293	1.92	1	1
R10-R11	4.50	1	2	7	40	2	3	908	5.82	2	2
L2-R11	58.42	1	2	8	44	3	3	1017	6.69	2	2
R11-R12	18.50	1	2	8	42	2	3	962	6.20	2	2
L7-R12	195.86	1	1	3	13	1	1	293	1.92	1	1
R12-S1	29.38	1	2	10	52	3	4	1204	7.73	2	2
M1-S1	64.42	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
S1-S2	21.95	1	2	8	43	2	3	987	6.41	2	2
M2-S2	70.97	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
S2-S3	22.75	1	2	8	43	2	3	992	6.43	2	2
M3-S3	68.21	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
S3-S4	16.49	1	2	8	42	2	3	968	6.24	2	2
M18-S4	78.39	1	2	9	46	3	3	1048	6.96	2	2
S4-S5	7.32	1	2	8	41	2	3	946	6.08	2	2
M4-S5	82.19	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
S5-S6	4.59	1	2	8	41	2	3	929	5.96	2	2
M19-S6	32.15	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
S6-S7	18.55	1	2	8	41	2	3	951	6.13	2	2
M5-S7	44.49	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
S7-S8	21.69	1	2	7	39	2	3	899	5.82	2	2
M17-S8	163.16	1	2	9	48	3	3	1091	7.53	2	2
S8-S28	25.24	1	2	7	39	2	3	901	5.84	2	2
M12-S9	43.60	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0

No Saluran	L Pipa (m)	Pekerjaan Beton K-225 (m3)							Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
		KT/M	T	PT	Semen	Pasir Cor	Batu Pecah Mesin	Air		PT	Alat
M13-S9	23.70	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
S9-S10	62.00	1	1	5	24	2	2	540	3.41	1	1
M20-S10	127.32	1	2	11	59	3	4	1359	9.01	3	3
S10-S11	12.76	1	1	3	17	1	1	390	2.45	1	1
M14-S11	54.20	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
S11-S13	74.03	1	1	6	31	2	2	699	4.48	2	2
M21-S13	177.00	1	3	16	88	5	6	2032	13.94	4	4
S13-S12	8.58	1	1	5	24	2	2	538	3.41	1	1
M15-S12	101.71	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
S12-S14	22.69	1	1	5	25	2	2	577	3.69	1	1
M16-S14	107.96	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
S14-S15	66.50	1	3	13	70	4	5	1607	10.57	3	3
S15-S16	58.71	1	1	2	11	1	1	239	1.48	1	1
M7-S26	61.30	1	1	2	11	1	1	239	1.50	1	1
M8-S26	46.25	1	1	2	10	1	1	220	1.35	1	1
S26-S27	25.57	1	1	2	10	1	1	213	1.30	1	1
M6-S27	25.05	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
M9-S27	32.35	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
S27-S28	23.10	1	1	3	13	1	1	299	1.87	1	1
S28-S29	38.61	1	2	9	46	3	3	1065	6.94	2	2
M10-S29	68.63	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
S29-S30	13.68	1	2	9	48	3	3	1095	7.08	2	2
M11-S30	27.00	1	2	9	48	3	3	1103	7.16	2	2

No Saluran	L Pipa (m)	Pekerjaan Beton K-225 (m3)							Volume Sisa Tanah Galian (m3)	Pengangkutan Tanah (m3)	
		KT/M	T	PT	Semen	Pasir Cor	Batu Pecah Mesin	Air		PT	Alat
S30-S16	39.22	1	2	9	49	3	3	1116	7.29	2	2
S16-S17	25.31	1	2	10	52	3	4	1198	7.79	2	2
M26-S17	59.43	1	2	10	56	3	4	1293	8.54	3	3
S17-S18	19.93	1	2	10	53	3	4	1222	7.91	2	2
S18-S25	47.96	1	1	3	16	1	1	357	2.27	1	1
M23-S19	66.74	1	1	2	11	1	1	235	1.46	1	1
M24-S19	28.53	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
S19-S20	18.33	1	1	3	13	1	1	299	1.86	1	1
M25-S20	50.43	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
S20-S21	14.87	1	1	3	16	1	1	366	2.30	1	1
M22-S21	102.57	1	1	4	20	1	2	452	2.97	1	1
S21-S22	54.03	1	2	9	48	3	3	1110	7.01	2	2
M27-S22	86.20	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
S22-S23	22.37	1	1	4	19	1	2	428	2.72	1	1
M28-S23	95.00	0	0	0	0	0	0	0	0.00	0	0
S23-S24	20.53	1	1	4	21	1	2	471	3.00	1	1
M29-S24	82.43	1	1	5	23	2	2	527	3.46	1	1
S24-S25	65.70	1	2	10	54	3	4	1230	8.04	3	3
S25-IPAL	5.94	1	1	6	29	2	2	658	4.20	2	2

## Lampiran 17 BOQ Pembangunan Unit Pengolahan

No	Parameter	Nilai	Satuan
<b>Sumur Pengumpul</b>			
1	Panjang	8.60	m
2	Lebar	4.30	m
3	Kedalaman	3.50	m
4	Tebal Dinding	0.25	m
5	Luas Permukaan	43.68	m <sup>2</sup>
6	Volume Struktur	163.80	m <sup>3</sup>
7	Volume Bagian Dalam	129.43	m <sup>3</sup>
8	Volume Beton	34.37	m <sup>3</sup>
9	Jumlah Unit	1	unit
10	Luas Permukaan Total	43.68	m <sup>2</sup>
11	Volume Total Struktur	163.80	m <sup>3</sup>
12	Volume Total Beton	34.37	m <sup>3</sup>
<b>Bak Penangkap Lemak</b>			
1	Panjang	16.20	m
2	Lebar	5.40	m
3	Kedalaman	1.30	m
4	Tebal Dinding	0.25	m
5	Luas Permukaan	98.53	m <sup>2</sup>
6	Volume Struktur	152.72	m <sup>3</sup>
7	Volume Bagian Dalam	113.72	m <sup>3</sup>
8	Volume Beton	39.00	m <sup>3</sup>
9	Jumlah Unit	1	unit
10	Luas Permukaan Total	98.53	m <sup>2</sup>
11	Volume Total Struktur	152.72	m <sup>3</sup>
12	Volume Total Beton	39.00	m <sup>3</sup>
13	Volume Total Urugan	1833.94	m <sup>3</sup>
<b>MBBR</b>			
<b>Zona Anaerobik</b>			
1	Panjang	10.10	m
2	Lebar	5.50	m
3	Kedalaman	3.50	m
4	Tebal Dinding	0.25	m
5	Luas Permukaan	63.60	m <sup>2</sup>
6	Volume Struktur	238.50	m <sup>3</sup>
7	Volume Bagian Dalam	194.43	m <sup>3</sup>
8	Volume Beton	44.08	m <sup>3</sup>
9	Jumlah Unit	4	unit
10	Luas Permukaan Total	254.40	m <sup>2</sup>
11	Volume Total Struktur	954.00	m <sup>3</sup>
12	Volume Total Beton	176.30	m <sup>3</sup>
<b>Zona Anoksik</b>			
1	Panjang	6.20	m
2	Lebar	5.50	m
3	Kedalaman	3.50	m
4	Tebal Dinding	0.25	m
5	Luas Permukaan	40.20	m <sup>2</sup>

No	Parameter	Nilai	Satuan
6	Volume Struktur	150.75	m3
7	Volume Bagian Dalam	119.35	m3
8	Volume Beton	31.40	m3
9	Jumlah Unit	4	unit
10	Luas Permukaan Total	160.80	m2
11	Volume Total Struktur	603.00	m3
12	Volume Total Beton	125.60	m3
Zona Aerobik (BOD Removal)			
1	Panjang	18.80	m
2	Lebar	5.50	m
3	Kedalaman	3.50	m
4	Tebal Dinding	0.25	m
5	Luas Permukaan	115.80	m2
6	Volume Struktur	434.25	m3
7	Volume Bagian Dalam	361.90	m3
8	Volume Beton	72.35	m3
9	Jumlah Unit	4	unit
10	Luas Permukaan Total	463.20	m2
11	Volume Total Struktur	1737.00	m3
12	Volume Total Beton	289.40	m3
Zona Aerobik (Nitrifikasi)			
1	Panjang	12.30	m
2	Lebar	5.50	m
3	Kedalaman	3.50	m
4	Tebal Dinding	0.25	m
5	Luas Permukaan	76.80	m2
6	Volume Struktur	288.00	m3
7	Volume Bagian Dalam	236.78	m3
8	Volume Beton	51.23	m3
9	Jumlah Unit	4	unit
10	Luas Permukaan Total	307.20	m2
11	Volume Total Struktur	1152.00	m3
12	Volume Total Beton	204.90	m3
Constructed Wetlands			
1	Panjang	4.80	m
2	Lebar	1.20	m
3	Kedalaman	1.20	m
4	Tebal Dinding	0.25	m
5	Luas Permukaan	9.01	m2
6	Volume Struktur	13.06	m3
7	Volume Bagian Dalam	6.91	m3
8	Volume Beton	6.15	m3
9	Jumlah Unit	1	unit
10	Luas Permukaan Total	9.01	m2
11	Volume Total Struktur	13.06	m3
12	Volume Total Beton	6.15	m3
13	Volume Total Urugan	200.27	m3



No	Parameter	Nilai	Satuan
Disinfeksi			
1	Panjang	14.00	m
2	Lebar	7.00	m
3	Kedalaman	2.00	m
4	Tebal Dinding	0.25	m
5	Luas Permukaan	108.75	m <sup>2</sup>
6	Volume Struktur	244.69	m <sup>3</sup>
7	Volume Bagian Dalam	196.00	m <sup>3</sup>
8	Volume Beton	48.69	m <sup>3</sup>
9	Jumlah Unit	2	unit
10	Luas Permukaan Total	217.50	m <sup>2</sup>
11	Volume Total Struktur	489.38	m <sup>3</sup>
12	Volume Total Beton	97.38	m <sup>3</sup>

Lampiran 18 Harga Satuan Pokok Kegiatan

No	Uraian Kegiatan	Koefisien	Satuan	Harga Satuan	Harga
1	Pembersihan Lapangan "Berat" dan Perataan		m <sup>2</sup>		
a	Upah:				
	Kepala Tukang / Mandor	0.05	orang hari	Rp 180,000	Rp 9,000
	Pembantu Tukang	0.1	orang hari	Rp 155,000	Rp 15,500
				Jumlah:	Rp 24,500
				Nilai HSPK	Rp 24,500
2	Penggalian Tanah Biasa untuk Konstruksi		m <sup>3</sup>		
a	Upah:				
	Kepala Tukang / Mandor	0.025	orang hari	Rp 180,000	Rp 4,500
	Pembantu Tukang	0.75	orang hari	Rp 155,000	Rp 116,250
				Jumlah:	Rp 120,750
				Nilai HSPK	Rp 120,750
3	Pengurugan Pasir (PADAT)		m <sup>3</sup>		
a	Upah:				
	Kepala Tukang / Mandor	0.01	orang hari	Rp 180,000	Rp 1,800
	Pembantu Tukang	0.3	orang hari	Rp 155,000	Rp 46,500
				Jumlah:	Rp 48,300
b	Bahan:				
	Pasir Urug	1.2	m <sup>3</sup>	Rp 176,000	Rp 211,200
				Jumlah:	Rp 211,200
				Nilai HSPK	Rp 259,500
4	Pengadaan & Pemasangan Pipa Air Kotor HDPE		m		
a	Upah:				
	Kepala Tukang / Mandor	0.0041	orang hari	Rp 180,000	Rp 738
	Kepala Tukang / Mandor	0.0135	orang hari	Rp 180,000	Rp 2,430
	Tukang	0.135	orang hari	Rp 165,000	Rp 22,275
	Pembantu Tukang	0.081	orang hari	Rp 155,000	Rp 12,555
				Jumlah:	Rp 37,998
b	Bahan:				
	Pipa Plastik HDPE Uk. 32mm	1	m	Rp 12,870	Rp 12,870

No	Uraian Kegiatan	Koefisien	Satuan	Harga Satuan	Harga
	Pipa Plastik HDPE Uk. 40mm	1	m	Rp 19,690	Rp 19,690
	Pipa Plastik HDPE Uk. 50mm	1	m	Rp 30,580	Rp 30,580
	Pipa Plastik HDPE Uk. 63mm	1	m	Rp 48,840	Rp 48,840
	Pipa Plastik HDPE Uk. 75mm	1	m	Rp 69,190	Rp 69,190
	Pipa Plastik HDPE Uk. 90mm	1	m	Rp 99,110	Rp 99,110
	Pipa Plastik HDPE Uk. 110mm	1	m	Rp 147,950	Rp 147,950
	Pipa Plastik HDPE Uk. 125mm	1	m	Rp 188,760	Rp 188,760
	Pipa Plastik HDPE Uk. 140mm	1	m	Rp 211,411	Rp 211,411
	Pipa Plastik HDPE Uk. 160mm	1	m	Rp 308,990	Rp 308,990
	Pipa Plastik HDPE Uk. 180mm	1	m	Rp 390,390	Rp 390,390
	Pipa Plastik HDPE Uk. 200mm	1	m	Rp 482,130	Rp 482,130
	Pipa Plastik HDPE Uk. 225mm	1	m	Rp 611,820	Rp 611,820
	Pipa Plastik HDPE Uk. 250mm	1	m	Rp 749,650	Rp 749,650
	Pipa Plastik HDPE Uk. 280mm	1	m	Rp 839,608	Rp 839,608
	Pipa Plastik HDPE Uk. 315mm	1	m	Rp 1,192,290	Rp 1,192,290
	Pipa Plastik HDPE Uk. 355mm	1	m	Rp 1,517,560	Rp 1,517,560
	Pipa Plastik HDPE Uk. 400mm	1	m	Rp 1,917,520	Rp 1,917,520
	Pipa Plastik HDPE Uk. 450mm	1	m	Rp 1,718,200	Rp 1,718,200
	Pipa Plastik HDPE Uk. 500mm	1	m	Rp 3,472,040	Rp 3,472,040
	Pipa Plastik HDPE Uk. 560mm	1	m	Rp 4,362,820	Rp 4,362,820
	Pipa Plastik HDPE Uk. 630mm	1	m	Rp 5,511,990	Rp 5,511,990
	Pipa Plastik HDPE Uk. 710mm	1	m	Rp 7,010,850	Rp 7,010,850
	Pipa Plastik HDPE Uk. 800mm	1	m	Rp 9,502,570	Rp 9,502,570
	Pipa Plastik HDPE Uk. 900mm	1	m	Rp 12,061,280	Rp 12,061,280
	Pipa Plastik HDPE Uk. 1000mm	1	m	Rp 14,856,710	Rp 14,856,710
	Pipa Plastik HDPE Uk. 1200mm	1	m	Rp 20,519,730	Rp 20,519,730
	Pipa Plastik HDPE Uk. 1400mm	1	m	Rp 23,939,685	Rp 23,939,685
	Pipa Plastik HDPE Uk. 1600mm	1	m	Rp 27,359,640	Rp 27,359,640
				Jumlah:	Rp139,153,874
				Nilai HSPK	Rp139,191,872
5	Pekerjaan Bekisting Kolom		m3		
a	Upah:				
	Kepala Tukang / Mandor	0.028	orang hari	Rp 180,000	Rp 5,040
	Tukang	0.275	orang hari	Rp 165,000	Rp 45,375
	Pembantu Tukang	1.65	orang hari	Rp 155,000	Rp 255,750
				Jumlah:	Rp 306,165
b	Bahan:				
	Besi Beton Polos	1.05	kg	Rp 13,500	Rp 14,175
	Kawat Beton	0.01	kg	Rp 25,900	Rp 259
	Paku Usuk	0.4	kg	Rp 14,800	Rp 5,920
	Polywood Teball 9mm	0.35	lembar	Rp 105,000	Rp 36,750
	Kayu Meranti Bekisting	0.04	m3	Rp 3,622,500	Rp 144,900
	Kayu Meranti Balok 3/5	0.015	m3	Rp 4,968,000	Rp 74,520
	Minyak Bekisitng	0.2	liter	Rp 30,100	Rp 6,020
				Jumlah:	Rp 282,544
				Nilai HSPK	Rp 588,709
6	Pekerjaan Beton K-225		m3		

No	Uraian Kegiatan	Koefisien	Satuan	Harga Satuan	Harga
a	Upah:				
	Kepala Tukang / Mandor	0.028	orang hari	Rp 180,000	Rp 5,040
	Tukang	0.275	orang hari	Rp 165,000	Rp 45,375
	Pembantu Tukang	1.65	orang hari	Rp 155,000	Rp 255,750
				Jumlah:	Rp 306,165
b	Bahan:				
	Semen PC 40Kg	9.275	zak	Rp 63,000	Rp 584,325
	Pasir Cor	0.43265	m3	Rp 265,300	Rp 114,782
	Batu Pecah Mesin 1/2cm	0.551053	m3	Rp 243,300	Rp 134,071
	Biaya Air	215	liter	Rp 6	Rp 1,290
				Jumlah:	Rp 834,468
				Nilai HSPK	Rp 1,140,633
7	Pengurugan Tanah dengan Pemadatan		m3		
a	Upah:				
	Kepala Tukang / Mandor	0.01	orang hari	Rp 180,000	Rp 1,800
	Pembantu Tukang	0.3	orang hari	Rp 165,000	Rp 46,500
				Jumlah:	Rp 48,300
b	Bahan:				
	Tanah Urug	1.2	m3	Rp 140,600	Rp 168,720
				Jumlah:	Rp 168,720
c	Sewa Peralatan:				
	Sewa Alat Bantu 1Set @ 3alat	8	m3	Rp 1,100	Rp 8,800
				Jumlah:	Rp 8,800
				Nilai HSPK	Rp 225,820
8	Pengangkutan Tanah Keluar Proyek		m3		
a	Upah:				
	Pembantu Tukang	0.25	orang hari	Rp 155,000	Rp 38,750
				Jumlah:	Rp 38,750
b	Sewa Peralatan:				
	Sewa Dump Truk 5Ton	0.25	jam	Rp 70,000	Rp 17,500
				Jumlah:	Rp 17,500
				Nilai HSPK	Rp 56,250

Lampiran 19 RAB Pipa

No.	Bahan & Pekerja	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Mandor	1,973	orang.hari	Rp 180,000	Rp 355,137,349
2	Kepala Tukang	286	orang.hari	Rp 180,000	Rp 51,550,686
3	Tukang	2,864	orang.hari	Rp 165,000	Rp 472,547,958
4	Pembantu Tukang	61,367	orang.hari	Rp 155,000	Rp 9,511,845,663
5	Pasir Urug	11,989	m <sup>3</sup>	Rp 176,000	Rp 2,110,014,720
6	Pipa	6,364	m	Rp 1,851,093	Rp11,784,818,226
7	Tanah Urug	50,718	Zak	Rp 140,600	Rp 7,130,984,544
8	Sewa Alat Bantu	338,122	m <sup>3</sup>	Rp 1,100	Rp 371,933,760
9	Sewa Truk 5 ton	3,068	m <sup>3</sup>	Rp 70,000	Rp 214,773,125
Total					Rp32,003,606,031

Lampiran 20 RAB Manhole

No.	Bahan & Pekerja	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Mandor	36	orang.hari	Rp 180,000	Rp 6,466,790
2	Tukang	204	orang.hari	Rp 165,000	Rp 33,630,589
3	Pembantu Tukang	1,827	orang.hari	Rp 155,000	Rp 283,236,693
4	Pasir Urug	31	m <sup>3</sup>	Rp 176,000	Rp 5,387,712
5	Semen PC 40 Kg	6,874	Zak	Rp 63,000	Rp 433,084,160
6	Pasir Cor	321	m <sup>3</sup>	Rp 265,300	Rp 85,073,008
7	Batu Pecah Mesin 1/2 cm	408	m <sup>3</sup>	Rp 243,300	Rp 99,369,548
8	Biaya Air	159,352	Liter	Rp 6	Rp 956,109
9	Sewa Truk 5 ton	149	jam	Rp 70,000	Rp 10,443,125
Total					Rp 957,647,733

Lampiran 21 RAB Sumur Pengumpul

No.	Bahan & Pekerja	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Mandor	8	orang.hari	Rp 180,000	Rp 1,391,897
2	Tukang	9	orang.hari	Rp 165,000	Rp 1,559,539
3	Pembantu Tukang	240	orang.hari	Rp 155,000	Rp 37,141,178
4	Sewa Truk 5ton	41	jam	Rp 70,000	Rp 2,866,500
5	Tanah Urug	59	m <sup>3</sup>	Rp 140,600	Rp 8,290,901
6	Sewa Alat Bantu	393	kg	Rp 1,100	Rp 432,432
7	Semen PC 40Kg	319	zak	Rp 63,000	Rp 20,083,250
8	Pasir Cor	15	m <sup>3</sup>	Rp 265,300	Rp 3,945,059
9	Batu Pecah Mesin 1/2cm	19	m <sup>3</sup>	Rp 243,300	Rp 4,608,027
10	Biaya Air	7,390	liter	Rp 6	Rp 44,337
11	Besi Beton Polos	36	kg	Rp 13,500	Rp 487,195
12	Kawat Beton	0	kg	Rp 25,900	Rp 8,902
13	Paku Usuk	14	kg	Rp 14,800	Rp 203,470
14	Polywood Teball 9mm	12	lembar	Rp 105,000	Rp 1,263,098
15	Kayu Meranti Bekisting	1	m <sup>3</sup>	Rp 3,622,500	Rp 4,980,213
16	Kayu Meranti Balok 3/5	1	m <sup>3</sup>	Rp 4,968,000	Rp 2,561,252
17	Minyak Bekisitng	7	liter	Rp 30,100	Rp 206,907
Total					Rp 90,074,157

Lampiran 22 RAB Bak Penangkap Lemak

No.	Bahan & Pekerja	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Mandor	34	orang.hari	Rp 180,000	Rp 6,107,684
2	Tukang	11	orang.hari	Rp 165,000	Rp 1,769,512
3	Pembantu Tukang	1,007	orang.hari	Rp 155,000	Rp 156,136,286
4	Sewa Truk 5ton	96	jam	Rp 70,000	Rp 6,701,625
5	Tanah Urug	2,201	m <sup>3</sup>	Rp 140,600	Rp 309,422,357

No.	Bahan & Pekerja	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
6	Sewa Alat Bantu	14,672	kg	Rp 1,100	Rp 16,138,672
7	Semen PC 40Kg	362	zak	Rp 63,000	Rp 22,787,214
8	Pasir Cor	17	m3	Rp 265,300	Rp 4,476,213
9	Batu Pecah Mesin 1/2cm	21	m3	Rp 243,300	Rp 5,228,441
10	Biaya Air	8,384	liter	Rp 6	Rp 50,307
11	Besi Beton Polos	41	kg	Rp 13,500	Rp 552,790
12	Kawat Beton	0	kg	Rp 25,900	Rp 10,100
13	Paku Usuk	16	kg	Rp 14,800	Rp 230,865
14	Polywood Teball 9mm	14	lembar	Rp 105,000	Rp 1,433,158
15	Kayu Meranti Bekisting	2	m3	Rp 3,622,500	Rp 5,650,738
16	Kayu Meranti Balok 3/5	1	m3	Rp 4,968,000	Rp 2,906,094
17	Minyak Bekisitng	8	liter	Rp 30,100	Rp 234,765
Total					Rp 539,836,820

Lampiran 23 RAB MBBR

No.	Bahan & Pekerja	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Mandor	206	orang.hari	Rp 180,000	Rp 37,091,088
2	Tukang	219	orang.hari	Rp 165,000	Rp 36,127,575
3	Pembantu Tukang	6,278	orang.hari	Rp 155,000	Rp 973,156,650
4	Sewa Truk 5ton	1,112	jam	Rp 70,000	Rp 77,805,000
5	Tanah Urug	1,601	m <sup>3</sup>	Rp 140,600	Rp 225,038,736
6	Sewa Alat Bantu	10,670	kg	Rp 1,100	Rp 11,737,440
7	Semen PC 40Kg	7,385	zak	Rp 63,000	Rp 465,239,565
8	Pasir Cor	344	m3	Rp 265,300	Rp 91,389,464
9	Batu Pecah Mesin 1/2cm	439	m3	Rp 243,300	Rp 106,747,485
10	Biaya Air	171,183	liter	Rp 6	Rp 1,027,098
11	Besi Beton Polos	836	kg	Rp 13,500	Rp 11,286,135
12	Kawat Beton	8	kg	Rp 25,900	Rp 206,216
13	Paku Usuk	318	kg	Rp 14,800	Rp 4,713,504
14	Polywood Teball 9mm	279	lembar	Rp 105,000	Rp 29,260,350
15	Kayu Meranti Bekisting	32	m3	Rp 3,622,500	Rp 115,369,380
16	Kayu Meranti Balok 3/5	12	m3	Rp 4,968,000	Rp 59,332,824
17	Minyak Bekisitng	159	liter	Rp 30,100	Rp 4,793,124
Total					Rp 2,250,321,634

Lampiran 24 RAB Constructed Wetlands

No.	Bahan & Pekerja	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Mandor	3	orang.hari	Rp 180,000	Rp 550,210
2	Tukang	2	orang.hari	Rp 165,000	Rp 279,170
3	Pembantu Tukang	88	orang.hari	Rp 155,000	Rp 13,699,462
4	Sewa Truk 5ton	4	jam	Rp 70,000	Rp 301,875
5	Tanah Urug	240	m <sup>3</sup>	Rp 140,600	Rp 33,789,554
6	Sewa Alat Bantu	1,602	kg	Rp 1,100	Rp 1,762,376
7	Semen PC 40Kg	57	zak	Rp 63,000	Rp 3,595,060
8	Pasir Cor	3	m3	Rp 265,300	Rp 706,197
9	Batu Pecah Mesin 1/2cm	3	m3	Rp 243,300	Rp 824,873
10	Biaya Air	1,323	liter	Rp 6	Rp 7,937
11	Besi Beton Polos	6	kg	Rp 13,500	Rp 87,212
12	Kawat Beton	0	kg	Rp 25,900	Rp 1,593
13	Paku Usuk	2	kg	Rp 14,800	Rp 36,423
14	Polywood Teball 9mm	2	lembar	Rp 105,000	Rp 226,104
15	Kayu Meranti Bekisting	0	m3	Rp 3,622,500	Rp 891,497
16	Kayu Meranti Balok 3/5	0	m3	Rp 4,968,000	Rp 458,484
17	Minyak Bekisitng	1	liter	Rp 30,100	Rp 37,038
Total					Rp 57,255,064

Lampiran 25 RAB Disinfeksi

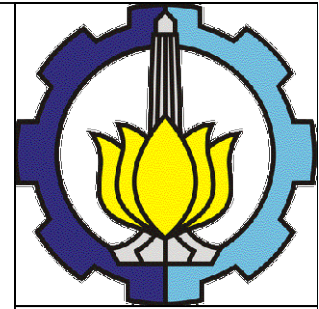
No.	Bahan & Pekerja	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
1	Mandor	27	orang.hari	Rp 180,000	Rp 4,914,720
2	Tukang	27	orang.hari	Rp 165,000	Rp 4,418,391
3	Pembantu Tukang	716	orang.hari	Rp 155,000	Rp 110,954,813
4	Sewa Truk 5ton	122	jam	Rp 70,000	Rp 8,564,063
5	Tanah Urug	176	m <sup>3</sup>	Rp 140,600	Rp 24,770,205
6	Sewa Alat Bantu	1,175	kg	Rp 1,100	Rp 1,291,950
7	Semen PC 40Kg	903	zak	Rp 63,000	Rp 56,898,647
8	Pasir Cor	42	m3	Rp 265,300	Rp 11,176,902
9	Batu Pecah Mesin 1/2cm	54	m3	Rp 243,300	Rp 13,055,183
10	Biaya Air	20,936	liter	Rp 6	Rp 125,614
11	Besi Beton Polos	102	kg	Rp 13,500	Rp 1,380,291
12	Kawat Beton	1	kg	Rp 25,900	Rp 25,220
13	Paku Usuk	39	kg	Rp 14,800	Rp 576,460
14	Polywood Teball 9mm	34	lembar	Rp 105,000	Rp 3,578,531
15	Kayu Meranti Bekisting	4	m3	Rp 3,622,500	Rp 14,109,638
16	Kayu Meranti Balok 3/5	1	m3	Rp 4,968,000	Rp 7,256,385
17	Minyak Bekisitng	19	liter	Rp 30,100	Rp 586,198

No.	Bahan & Pekerja	Kebutuhan	Satuan	Harga Satuan	Total Harga
Total					Rp 263,683,207

*Halaman ini sengaja dikosongkan*







Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

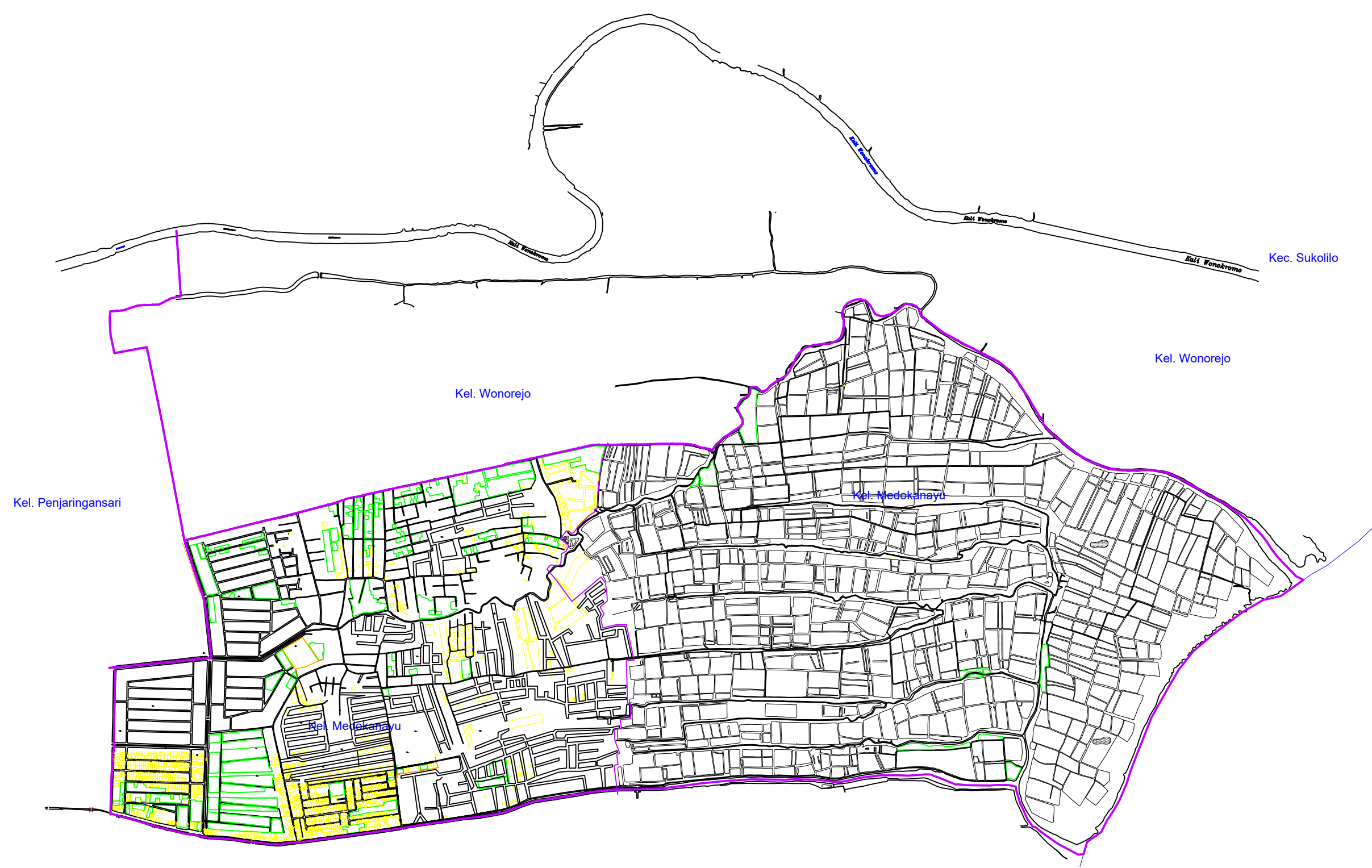
Peta Kelurahan  
Medokan Ayu

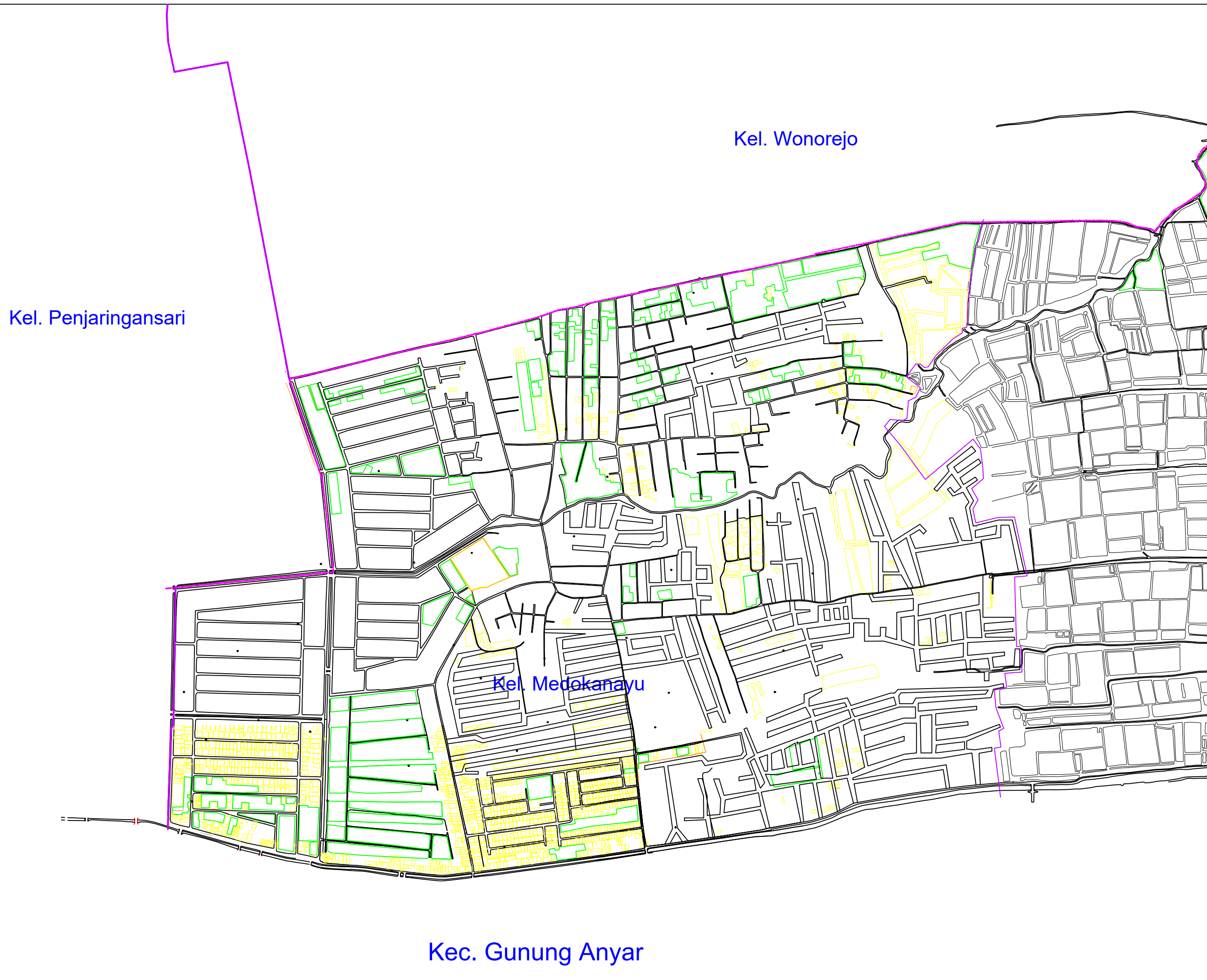
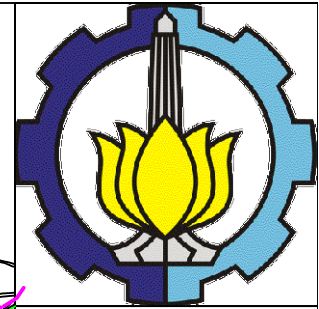
Skala

1:12.000

No. Gambar

2





Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

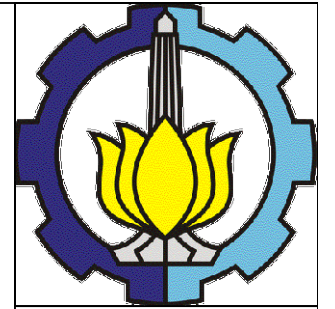
Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

Peta Daerah Pelayanan  
Kelurahan Medokan Ayu

Skala	No. Gambar
-------	------------

1:6.000	3
---------	---



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

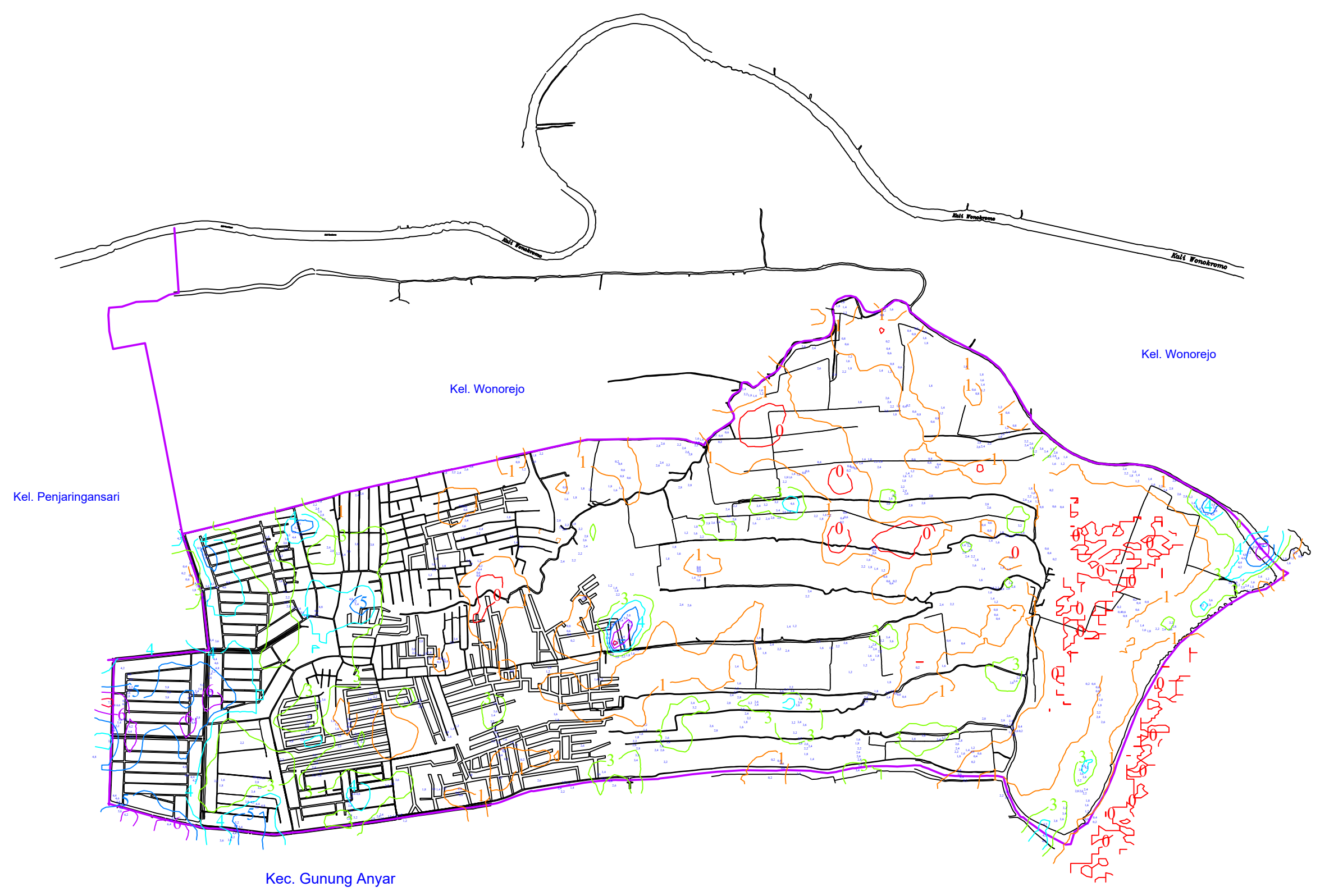
Peta Kontur Kelurahan  
Medokan Ayu

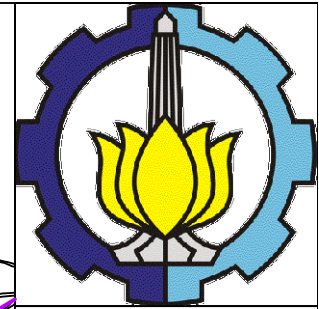
Skala

1:12.000

No. Gambar

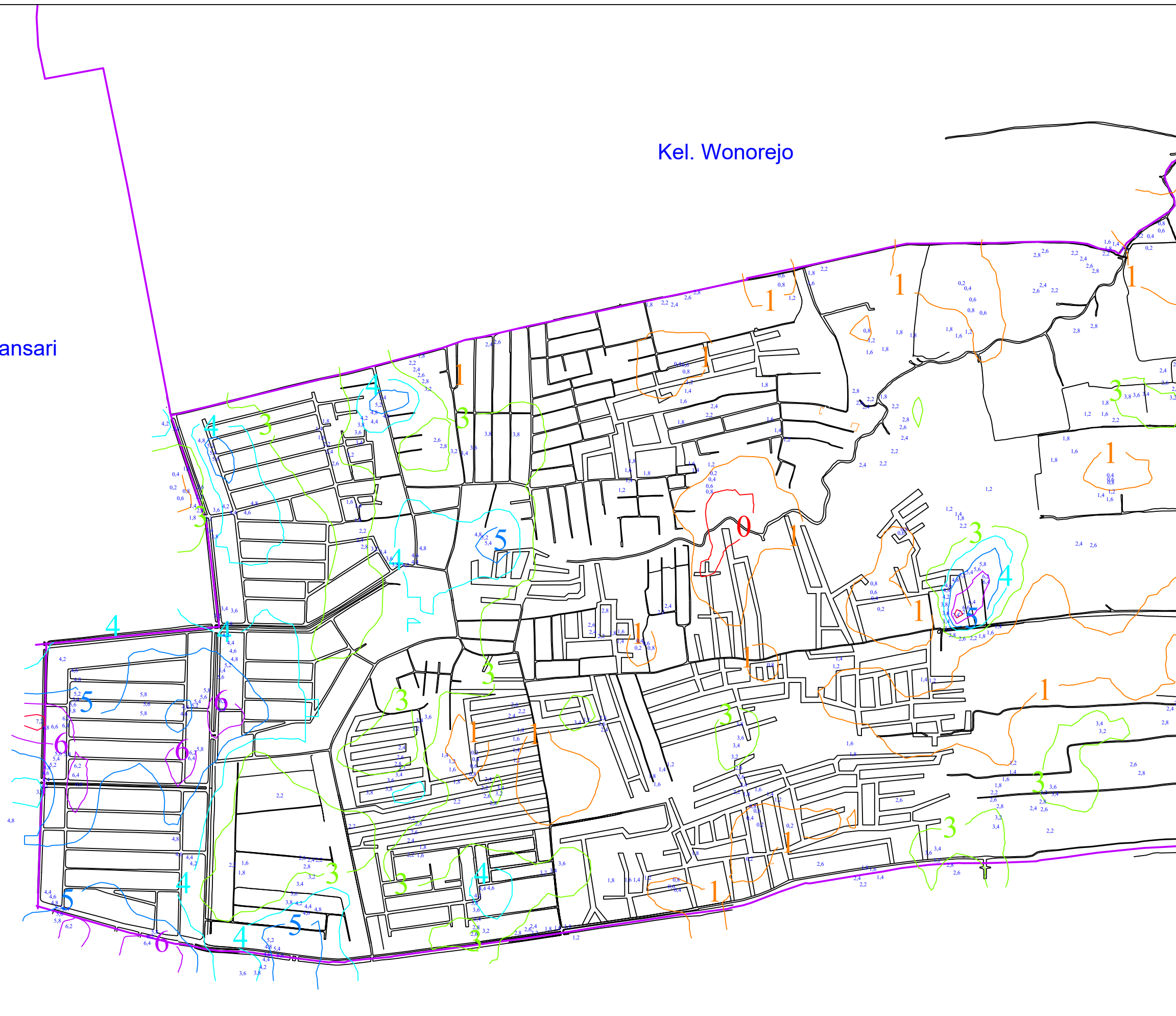
4





Kel. Wonorejo

Kel. Penjaringansari



Kec. Gunung Anyar

Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

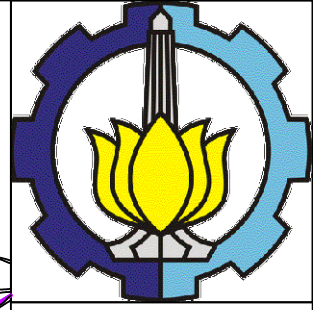
Peta Kontur Daerah Pelayanan  
Kelurahan Medokan Ayu

Skala

No. Gambar

1:6.000

5



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

Blok Pelayanan

Skala

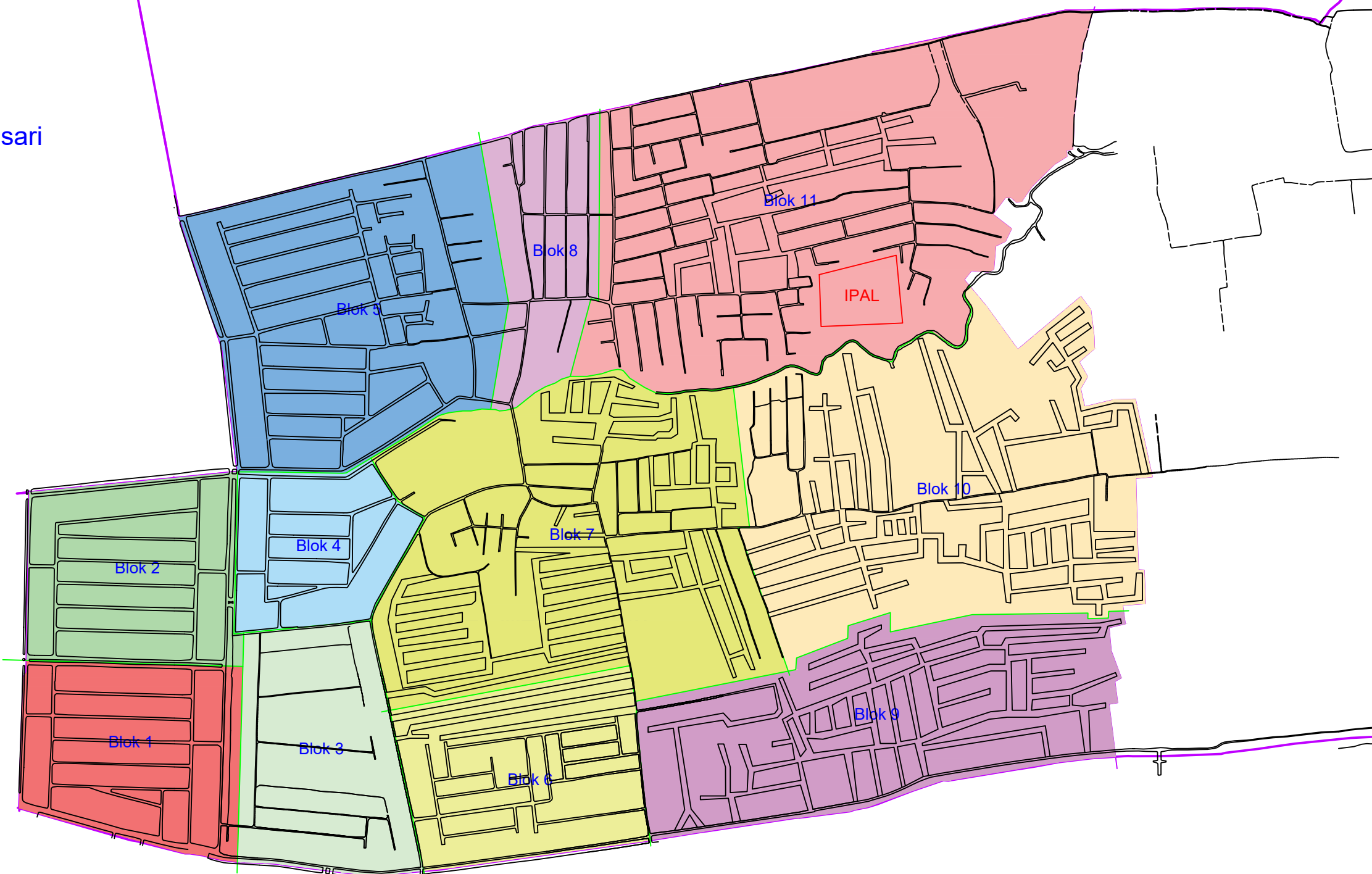
1:6.000

No. Gambar

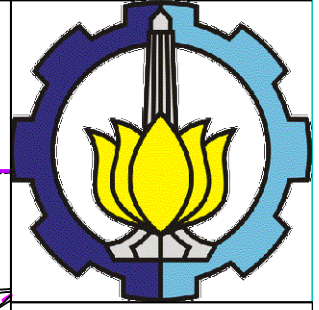
6

Kel. Wonorejo

Kel. Penjaringansari



Kec. Gunung Anyar



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

- Arah Aliran Air
- Pipa
- Manhole Lurus
- Manhole Belokan
- Manhole Pertigaan
- Manhole Perempatan

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

Peta Jaringan SPAL

Skala

1:4.800

No. Gambar

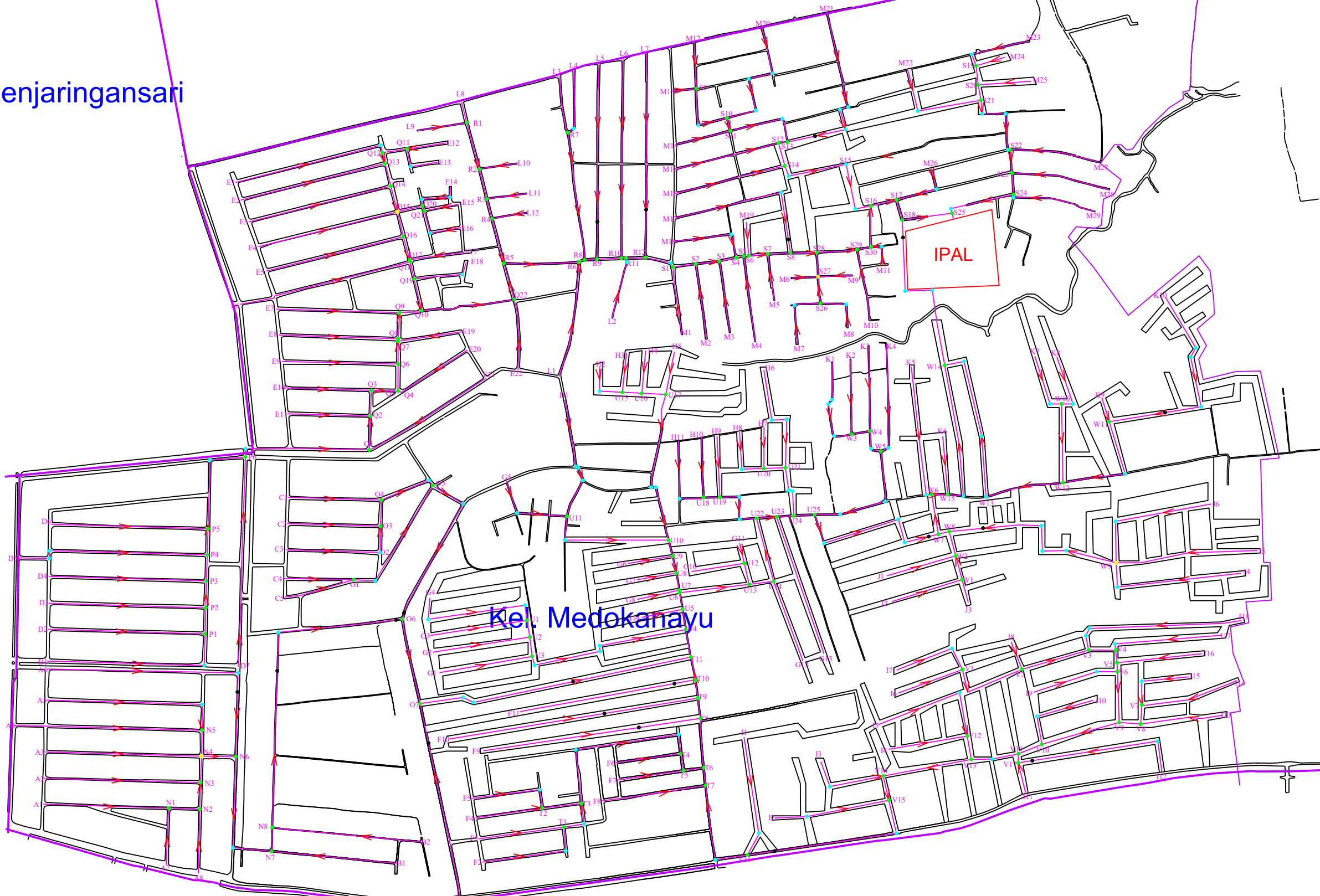
7

Kel. Penjaringansari

Kel. Wonorejo

Kel. Medokanayu

Kec. Gunung Anyar








Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

-  Beton
-  Tinggi Muka Air
-  Pipa

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

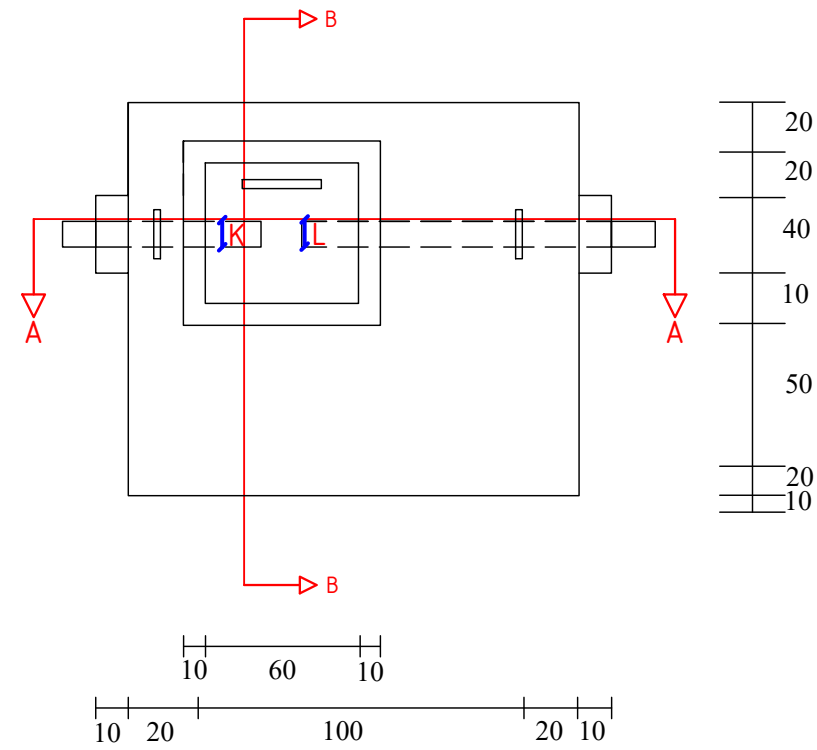
Judul Gambar

Denah Tipikal  
Manhole Lurus

Skala No. Gambar

1:25

8

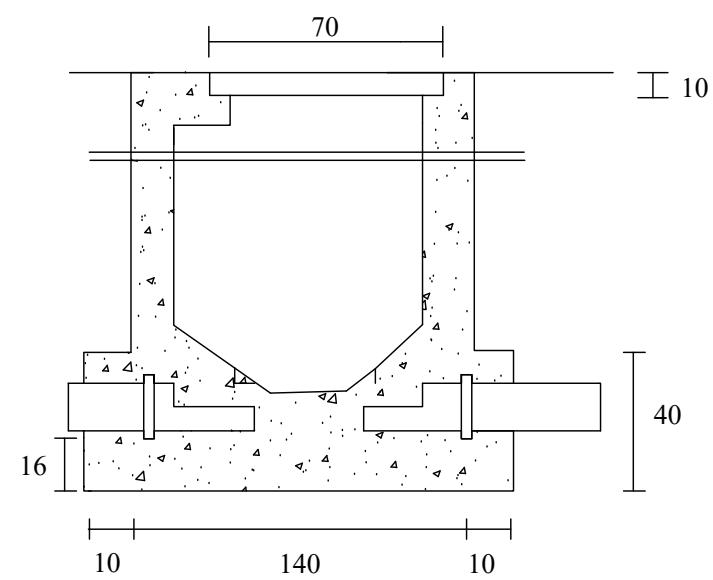


Keterangan:

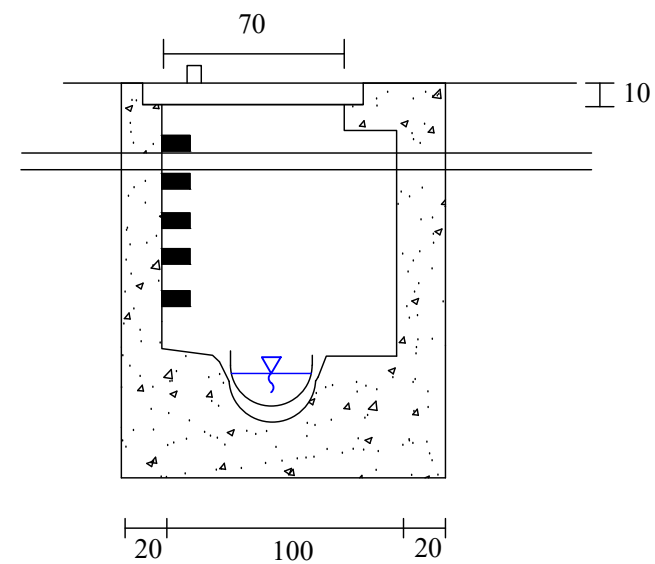
K: Diameter Pipa 1

L: Diameter Pipa 2

### DENAH TIPIKAL MANHOLE LURUS

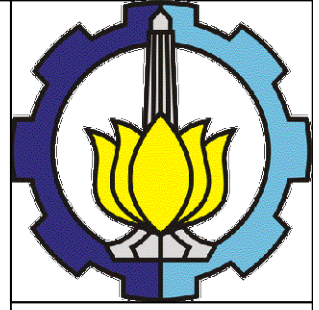


POTONGAN A-A



POTONGAN B-B








Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

-  Beton
-  Tinggi Muka Air
-  Pipa

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

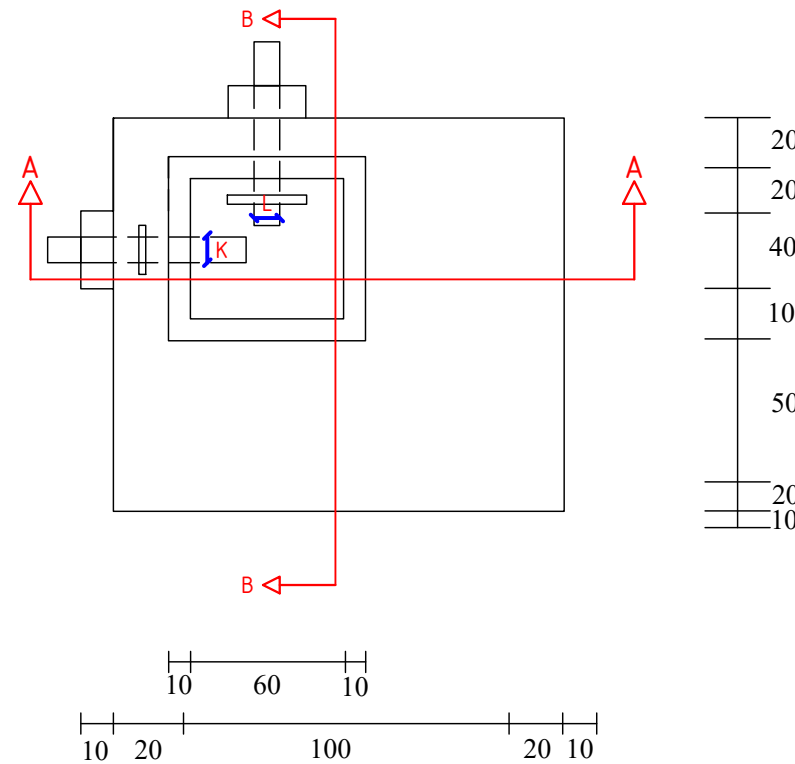
Judul Gambar

Denah Tipikal  
Manhole Belokan

Skala No. Gambar

1:25

9

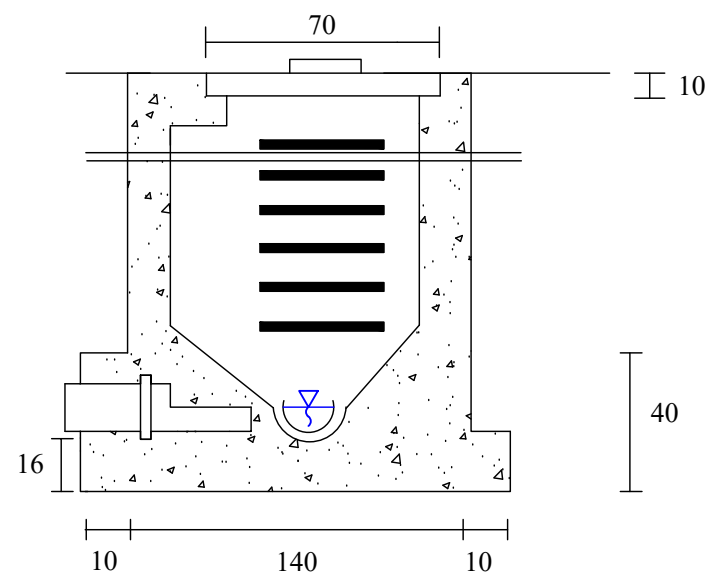


Keterangan:

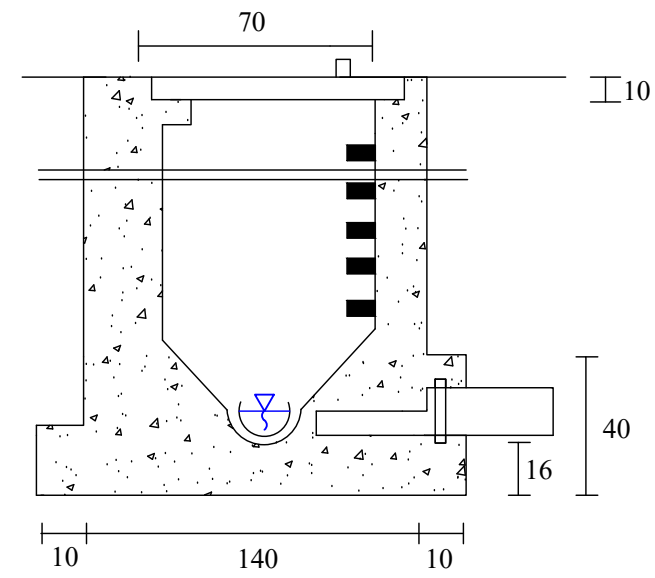
K: Diameter Pipa 1

L: Diameter Pipa 2

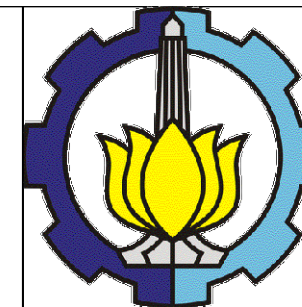
### DENAH TIPIKAL MANHOLE BELOKAN



POTONGAN A-A



POTONGAN B-B






Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

-  Beton
-  Tinggi Muka Air
-  Pipa

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

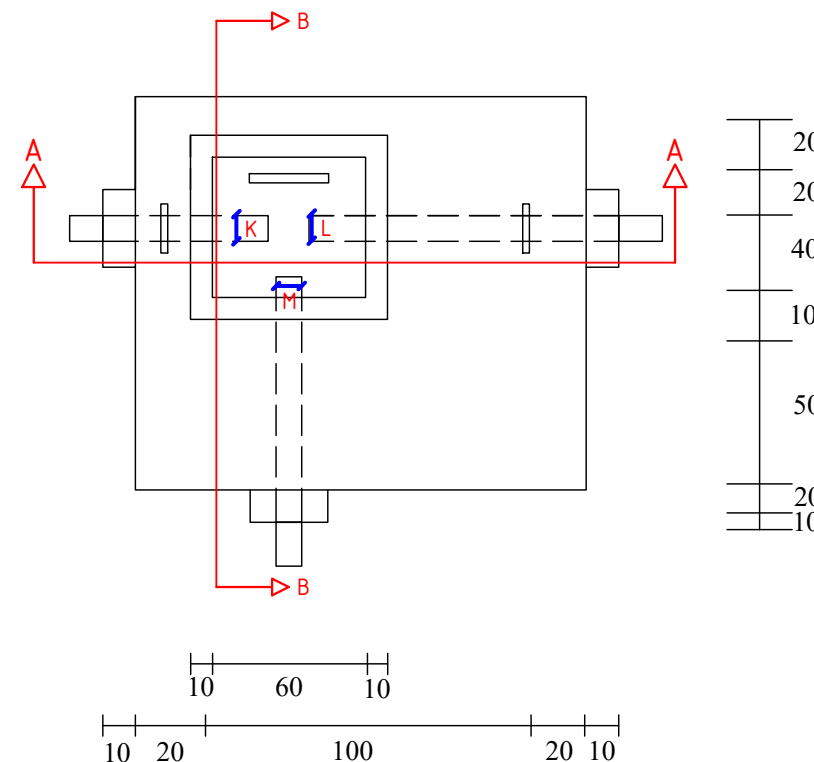
Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

Denah Tipikal  
Manhole Pertigaan

Skala No. Gambar

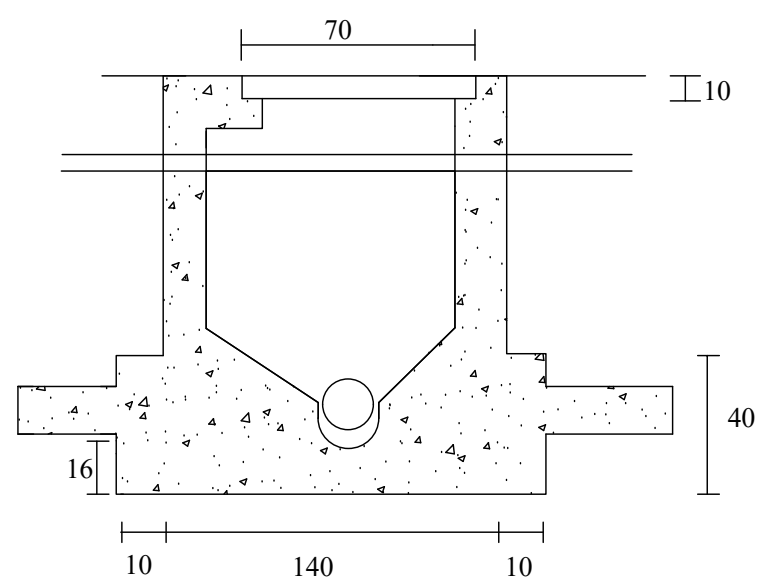
1:25 10



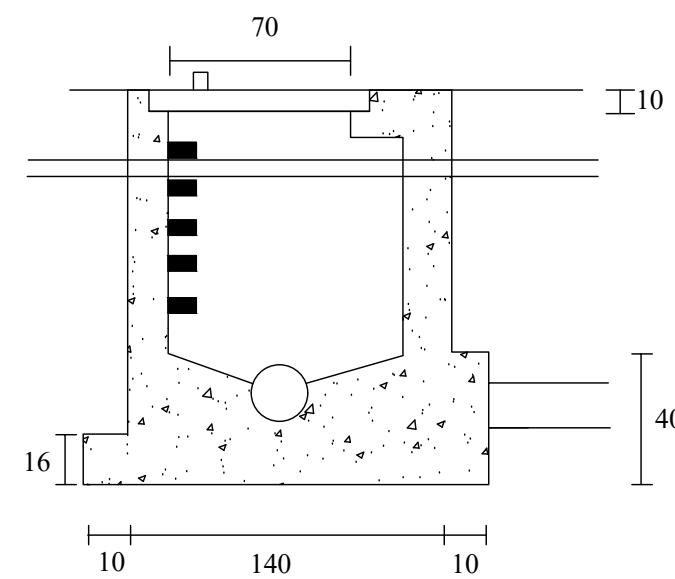
Keterangan:

- K: Diameter Pipa 1
- L: Diameter Pipa 2
- M: Diameter Pipa 3

### DENAH TIPIKAL MANHOLE PERTIGAAN



POTONGAN A-A



POTONGAN B-B






Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

-  Beton
-  Tinggi Muka Air
-  Pipa

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

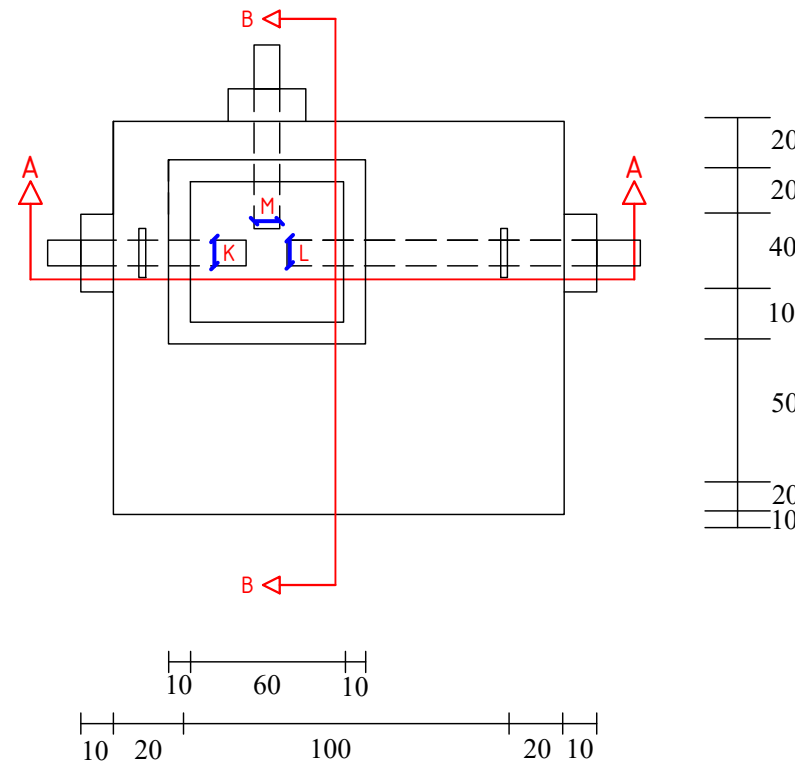
Judul Gambar

Denah Tipikal  
Drop Manhole

Skala No. Gambar

1:25

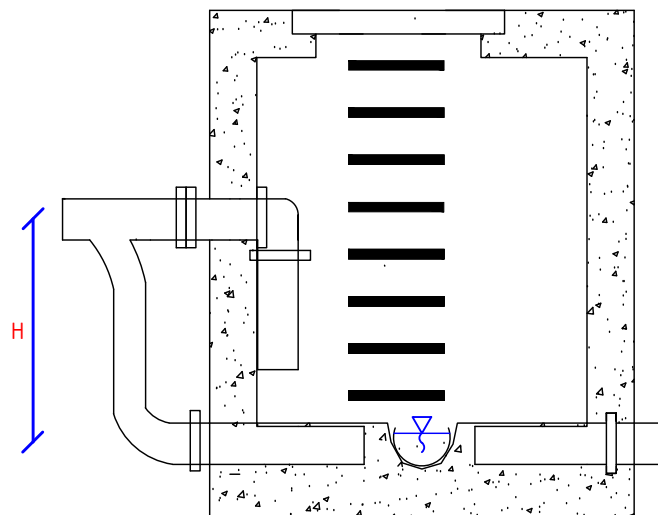
11



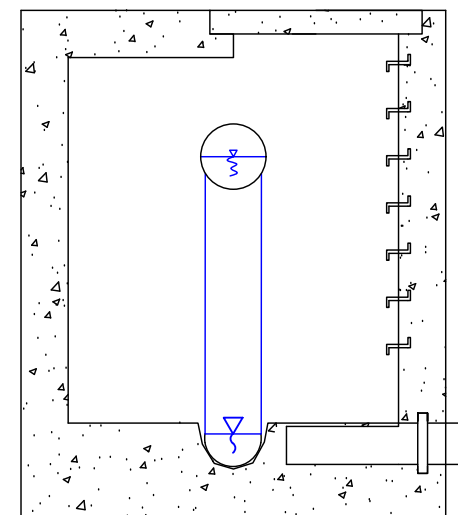
Keterangan:

- K: Diameter Pipa 1
- L: Diameter Pipa 2
- M: Diameter Pipa 3
- H: Tiang Pipa ke Dasar

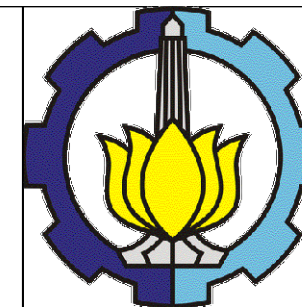
### DENAH TIPIKAL DROP MANHOLE



POTONGAN A-A



POTONGAN B-B






Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

-  Beton
-  Tinggi Muka Air
-  Pipa

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

Denah Tipikal Manhole Perempatan

Skala No. Gambar

1:25 12

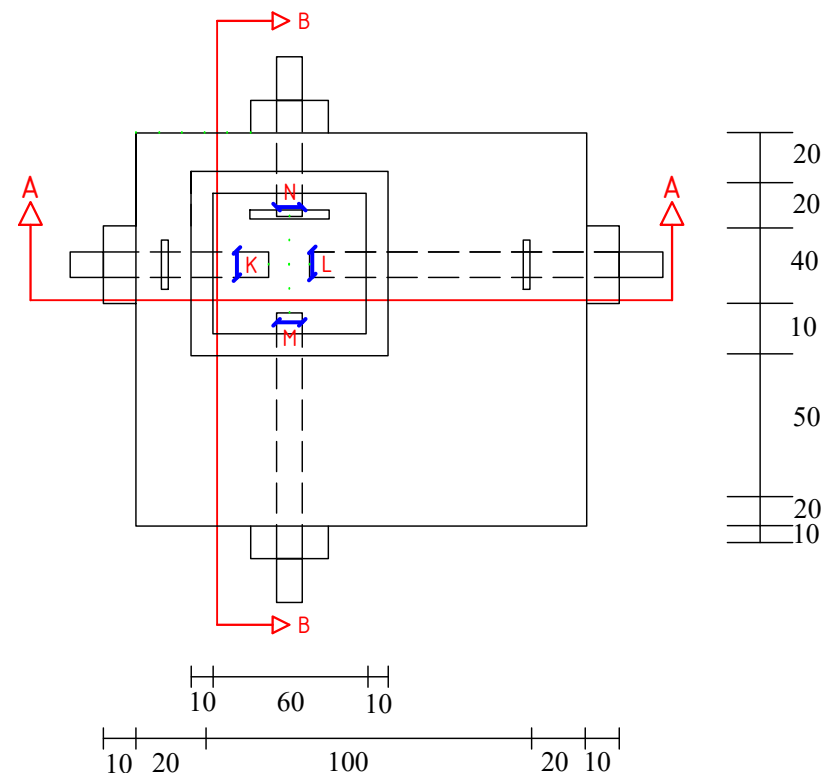
Keterangan:

K: Diameter Pipa 1

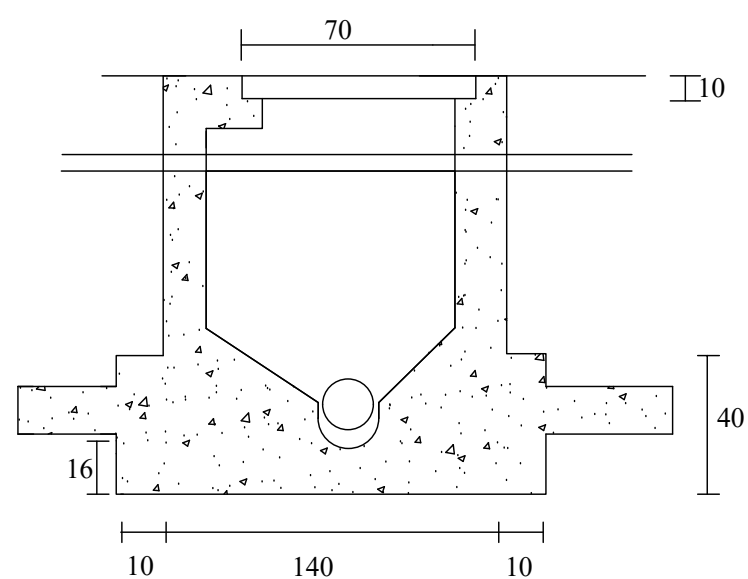
L: Diameter Pipa 2

M: Diameter Pipa 3

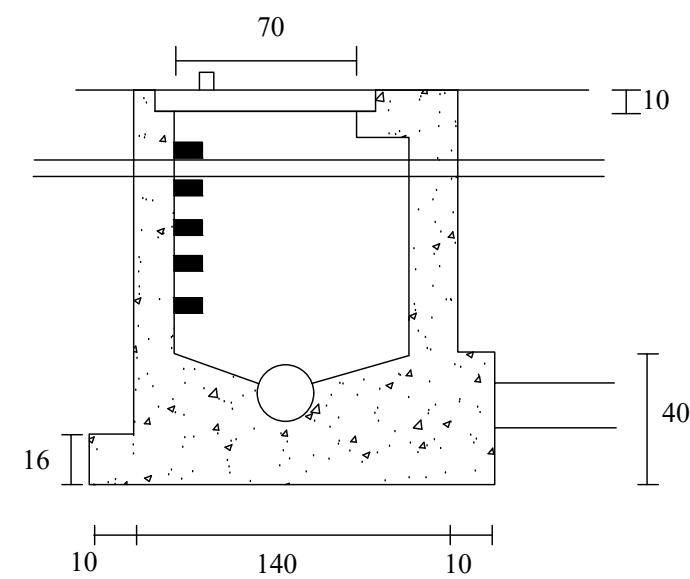
N: Diameter Pipa 4



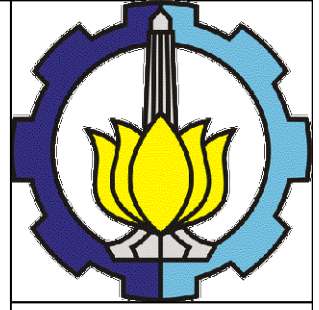
### DENAH TIPIKAL MANHOLE PEREMPATAN



POTONGAN A-A



POTONGAN B-B



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

→ Arah Aliran Air

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

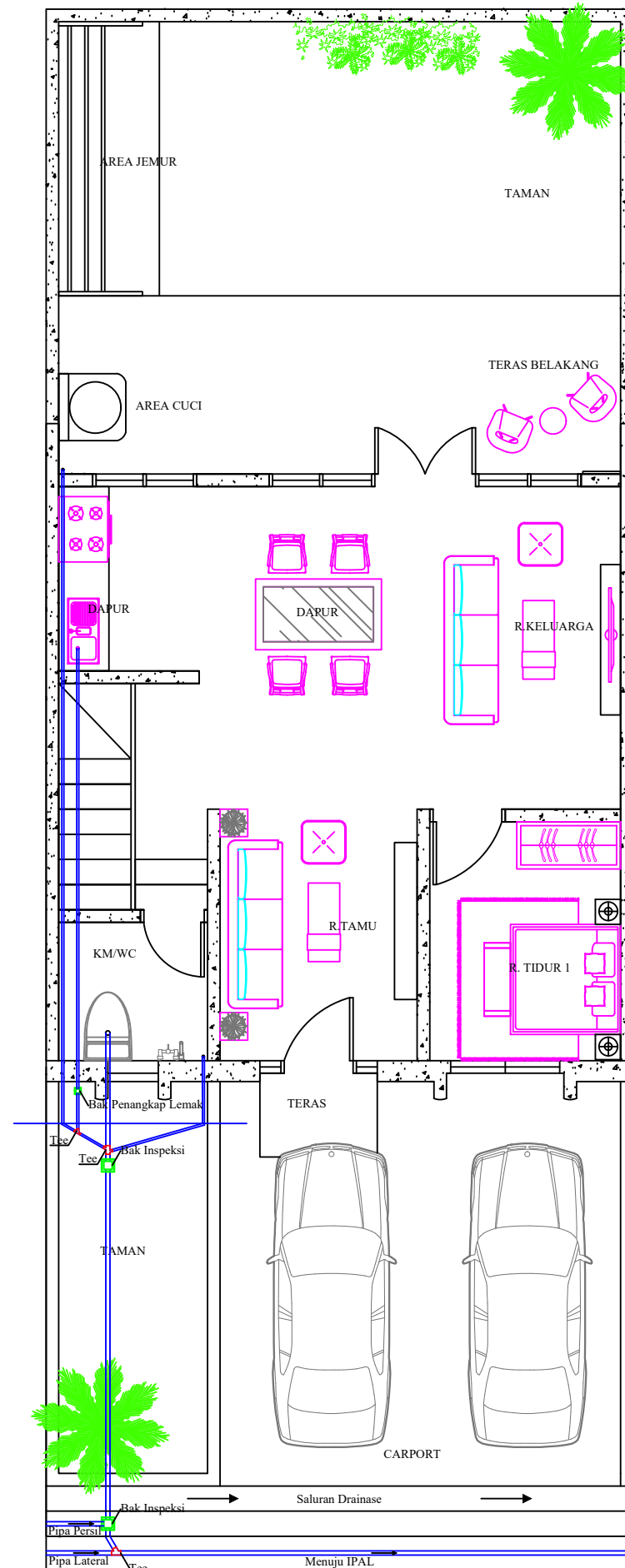
Denah Tipikal  
Sambungan Rumah

Skala

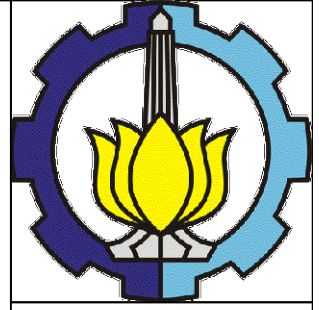
No. Gambar

1:75

13



DENAH TIPIKAL SAMBUNGAN RUMAH



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

→ Arah Aliran Air

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

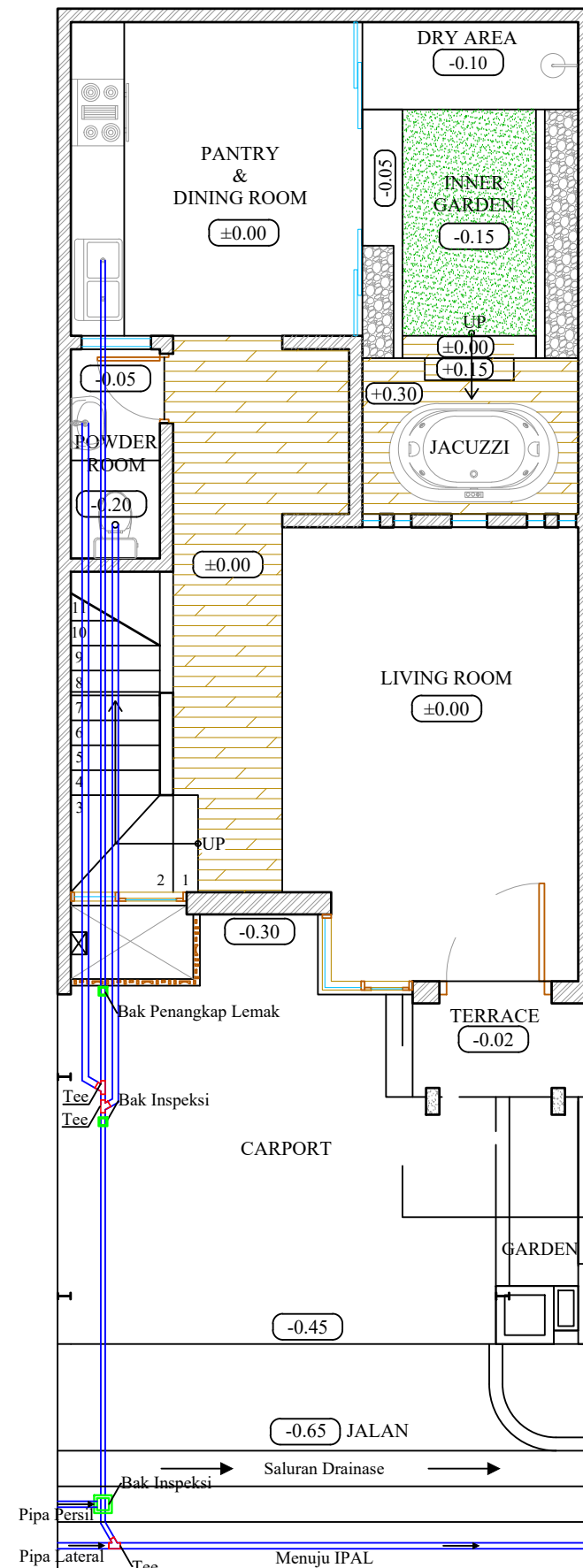
Denah Tipikal  
Sambungan Rumah

Skala

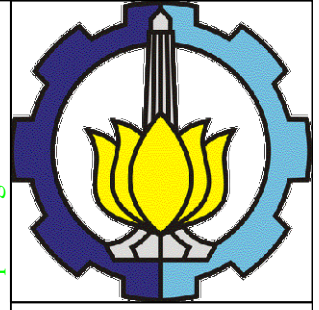
No. Gambar

1:75

14



DENAH TIPIKAL SAMBUNGAN RUMAH



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

- Elevasi Muka Tanah
- Pipa
- ABC Manhole Lurus
- ABC Manhole Belok
- ABC Drop Manhole-Pertigaan
- ABC Manhole Pertigaan
- ABC Drop Manhole-Perempatan

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

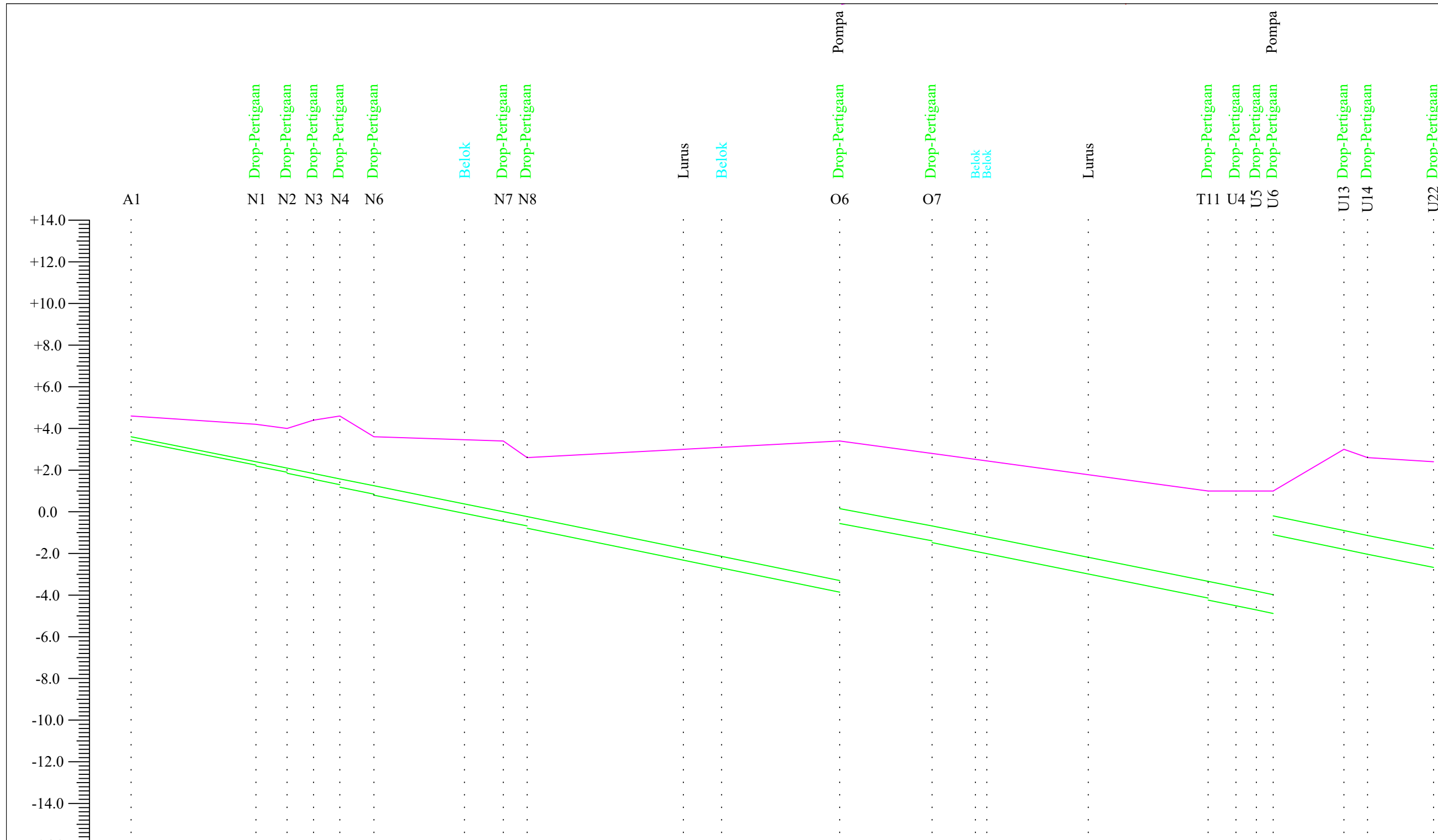
Judul Gambar

Profil Hidrolis A1-IPAL

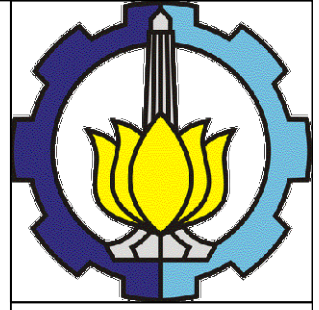
Skala No. Gambar

V = 1:200  
H = 1:4000

15



Posisi Saluran	0	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	640	680	720	760	800	840	880	920	960	1000	1040	1080	1120	1160	1200	1240										
Panjang Saluran (m)		119,80		29,94	25,44	25,20	32,71	124,20		22,90	306,17										82,60	265,03										26,76	19,64	16,12	66,97	23,60	62,45					
Diameter (mm)		160		200	250	280	400	450		450	560										710	800										900	900	900	900	900	900					
Elevasi Muka Tanah	+4,60			+4,20	+4,00	+4,40	+4,60	+3,60			+3,40	+2,60											+3,40	+2,80											+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+3,00	+2,60	+2,40	
Elevasi Atas Saluran	+3,60			+2,40	+2,10	+1,84	+1,58	+1,25			0,00	-0,23											-3,30	+0,15	-0,68											-3,34	-3,61	-3,61	-0,23	-0,90	-1,14	-1,17
Elevasi Dasar Saluran	+3,44			+2,20	+1,85	+1,56	+1,18	+0,80			-0,45	-0,79											-3,86	-0,56	-1,48											-4,24	-4,51	-4,51	-0,36	-1,04	-1,32	-1,91



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

- Elevasi Muka Tanah
- Pipa
- ABC Manhole Lurus
- ABC Manhole Belok
- ABC Drop Manhole-Pertigaan
- ABC Manhole Pertigaan
- ABC Drop Manhole-Perempatan

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

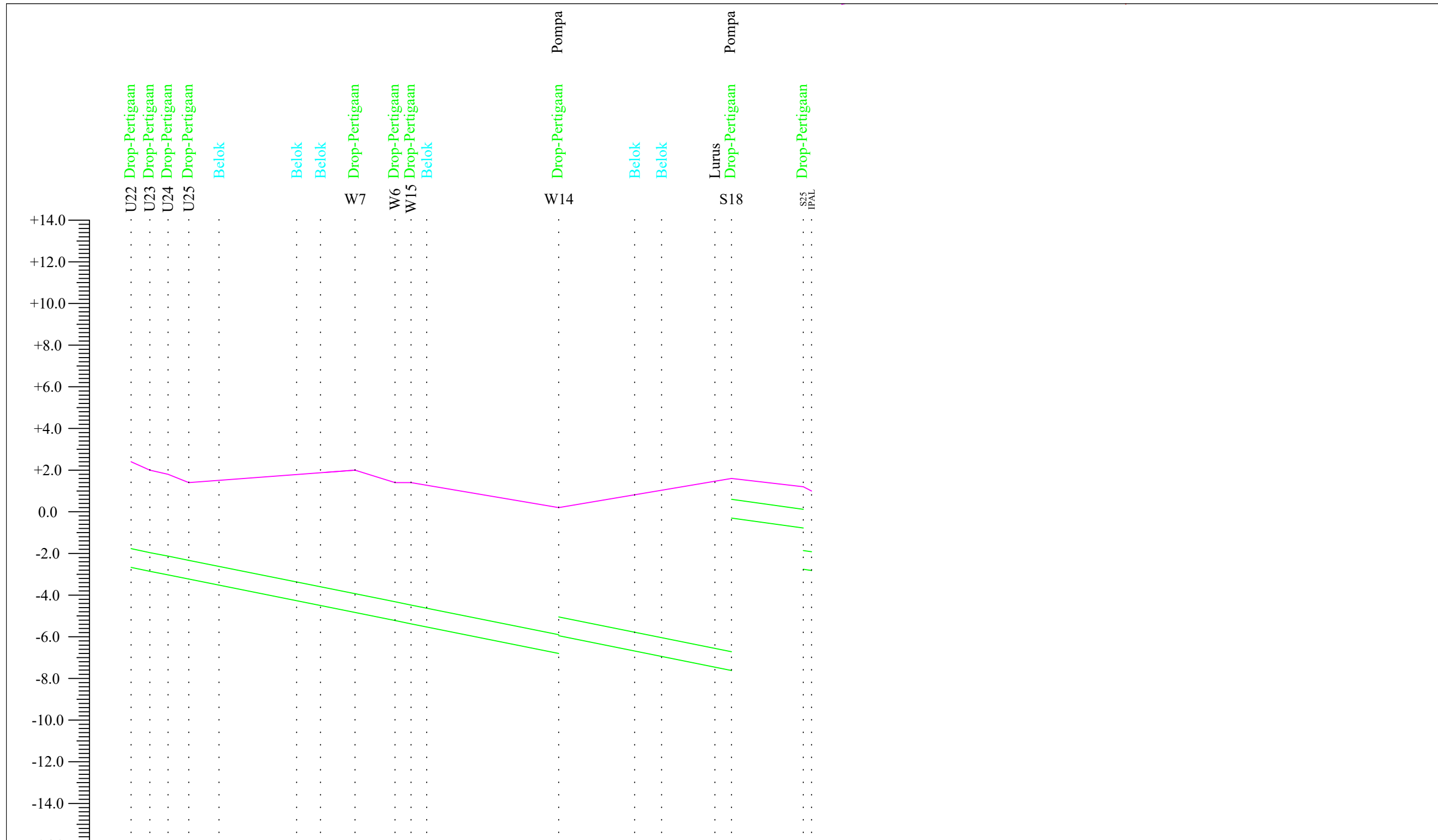
Profil Hidrolis A1-IPAL

Skala

No. Gambar

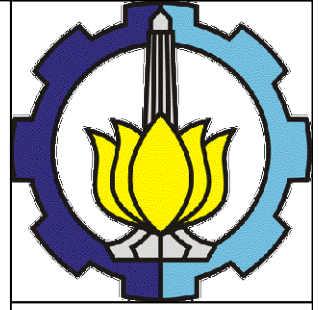
V = 1:200  
H = 1:4000

16



Posisi Saluran	0	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	640	680	720	760	800	840	880	920	960	1000	1040	1080	1120	1160	1200	1240			
Panjang Saluran (m)	19,00	16,48	19,95	159,51			38,44	15,40	141,76			166,87			47,96			3,34																	
Diameter (mm)	900	900	900	900			900	900	900			900			900			900																	
Elevasi Muka Tanah	+2,40	+2,00	+1,80	+1,40				+2,00	+1,40	+1,40				+0,20				+1,60	+1,00																
Elevasi Atas Saluran	-1,77	-1,96	-2,13	-2,33				-3,93	-4,32	-4,48				-5,90				-6,72	+0,60	+0,12	-1,92														
Elevasi Dasar Saluran	-1,91	-2,21	-2,36	-3,23				-4,83	-5,22	-5,38				-6,80				-7,00	+0,35	-0,78	-2,82														





Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
 Fakultas Teknik Sipil,  
 Perencanaan,  
 dan Kebumihan  
 Institut Teknologi  
 Sepuluh Nopember

Legenda

- Elevasi Muka Tanah
- Pipa
- ABC Manhole Lurus
- ABC Manhole Belok
- ABC Drop Manhole-Pertigaan
- ABC Manhole Pertigaan
- ABC Drop Manhole-Perempatan

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
 0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
 Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

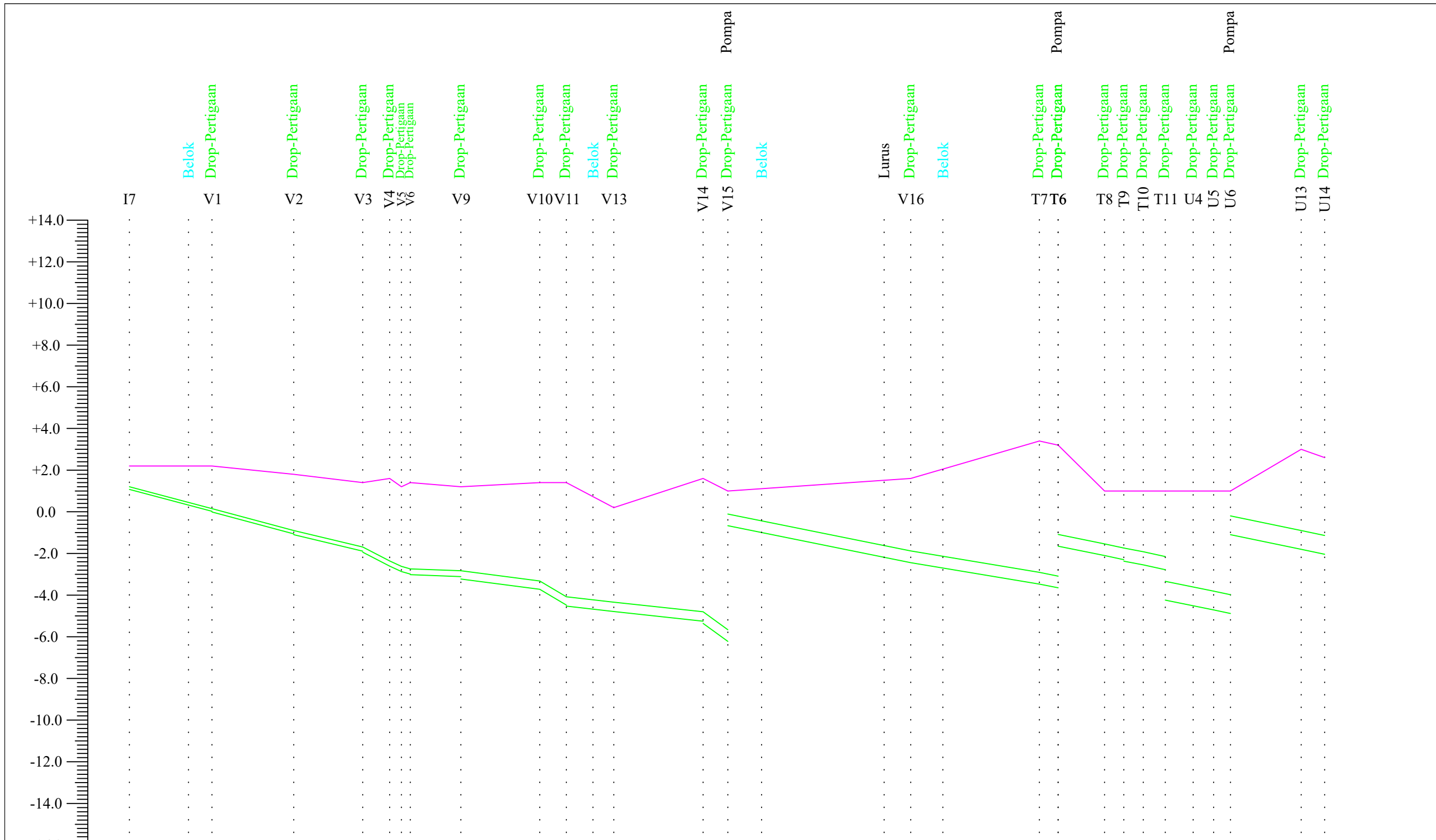
Profil Hidrolis I7-IPAL

Skala

No. Gambar

V = 1:200  
 H = 1:4000

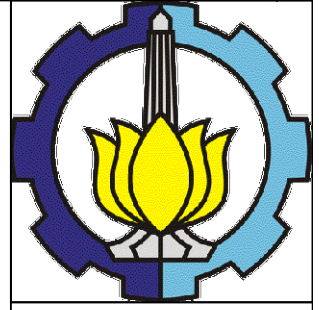
17



Posisi Saluran	0	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	640	680	720	760	800	840	880	920	960	1000	1040	1080	1120	1160	1200	1240		
Panjang Saluran (m)		79,23		78,53		66,32	25,88	11,23	48,62		75,68	25,59	45,61		85,70	23,81				176,62				102,58	17,07	44,52	19,57	7,66	22,16	26,76	19,64	6,12	66,97	23,60
Diameter (mm)		125		160		200	250	250	280		400	400	450		450	560				560				560	560	560	630	630	900	900	900		900	900
Elevasi Muka Tanah	+2,20	+2,20		+1,80		+1,40	+1,40	+1,40	+1,20		+1,40	+1,40	+0,20		+1,60	+1,00				+1,60				+3,40	+3,20	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+3,00	+2,60
Elevasi Atas Saluran	+1,20	+0,15		-0,64		-1,31	-1,57	-1,40	-1,78		-2,27	-3,03	-3,29		-3,75	-4,61	-4,88			-1,88				-1,09	-1,54	-1,74	-1,92	-3,34	-3,61	-3,60		-0,23	-0,90	-1,14
Elevasi Dasar Saluran	+1,08	-0,01		-0,84		-1,56	-1,82	-1,78	-2,06		-2,67	-3,43	-3,74		-4,20	-5,17	-5,40			-2,44				-1,65	-2,17	-2,37	-2,63	-4,24	-4,51	-4,50		-0,36	-1,04	-1,32







Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

- Elevasi Muka Tanah
- Pipa
- ABC Manhole Lurus
- ABC Manhole Belok
- ABC Drop Manhole-Pertigaan
- ABC Manhole Pertigaan
- ABC Drop Manhole-Perempatan

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

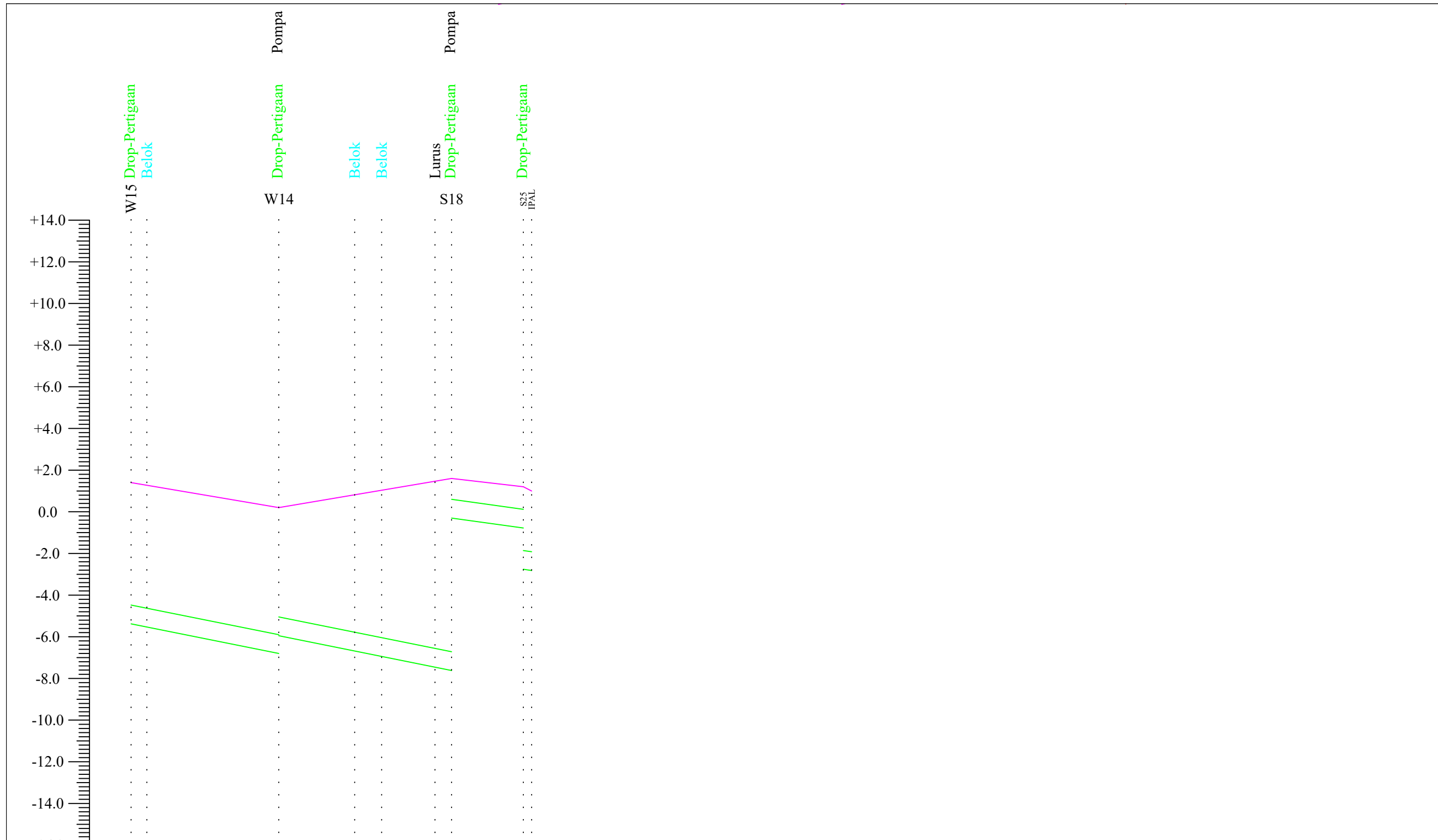
Judul Gambar

Profil Hidrolis D1-IPAL

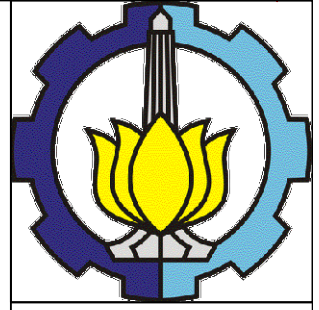
Skala No. Gambar

V = 1:200  
H = 1:4000

20



Posisi Saluran	0	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	640	680	720	760	800	840	880	920	960	1000	1040	1080	1120	1160	1200	1240		
Panjang Saluran (m)		141,76				166,87				47,96																								
Diameter (mm)		900				900				900																								
Elevasi Muka Tanah	+1,40					+0,20					+1,60					+1,00																		
Elevasi Atas Saluran	-4,48					-5,90					-6,72	+0,60	-0,12					-1,92																
Elevasi Dasar Saluran	-5,38					-6,80					-7,00	+0,35	-0,78					-2,82																



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

- Elevasi Muka Tanah
- Pipa
- ABC Manhole Lurus
- ABC Manhole Belok
- ABC Drop Manhole-Pertigaan
- ABC Manhole Pertigaan
- ABC Drop Manhole-Perempatan

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

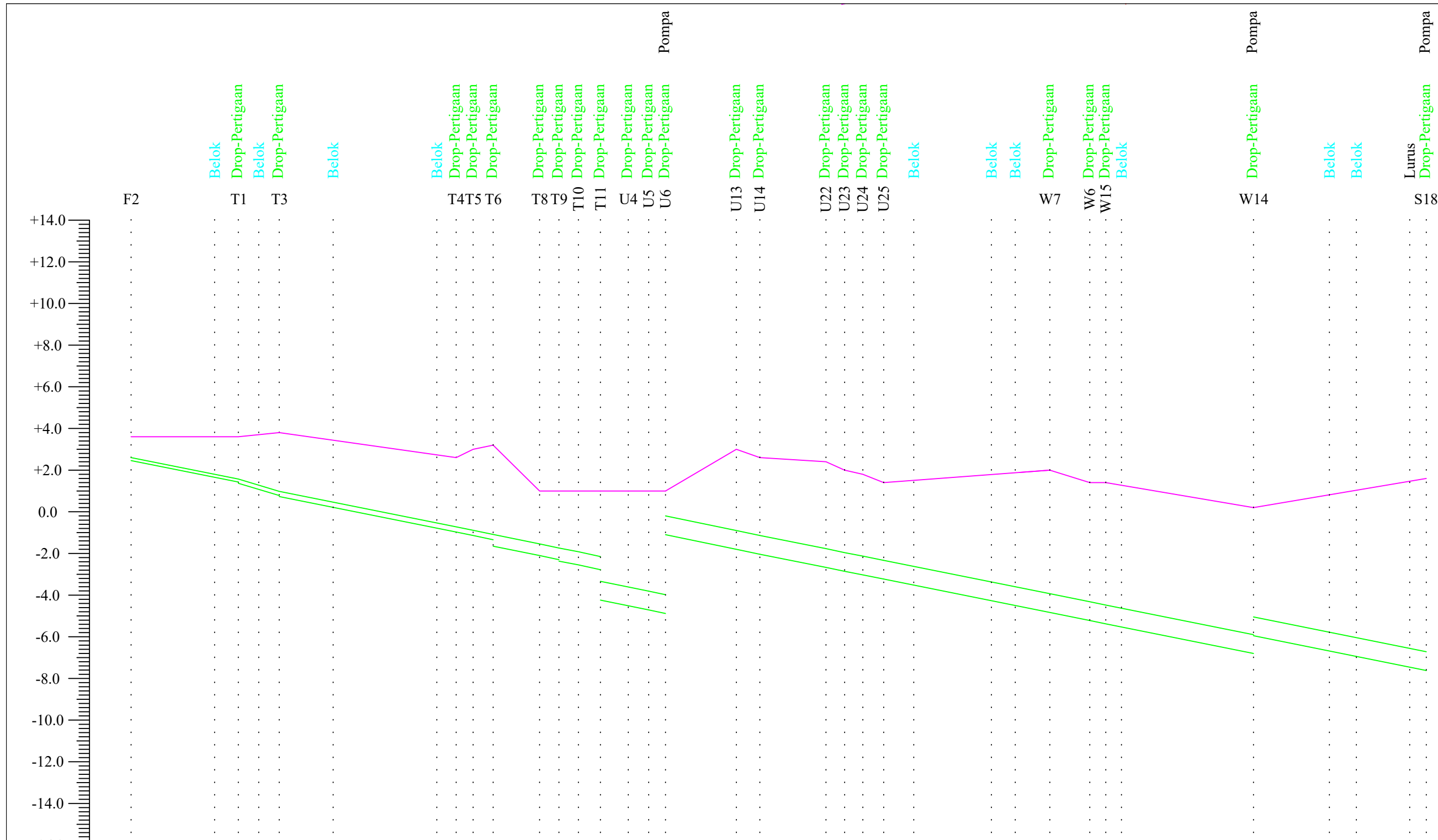
Judul Gambar

Profil Hidrolis F2-IPAL

Skala No. Gambar

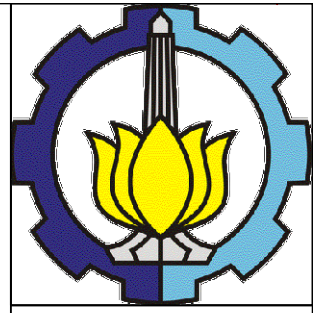
V = 1:200  
H = 1:4000

21



Posisi Saluran	0	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	640	680	720	760	800	840	880	920	960	1000	1040	1080	1120	1160	1200	1240				
Panjang Saluran (m)		102,92	39,29		169,83				16,30	19,32	44,52	19,57	17,66	22,16	26,76	19,64	16,12		66,97	23,60	62,45			19,00	16,48	19,95		159,51	38,44	15,40		141,76		166,87		
Diameter (mm)		140	200		250	250	560		560	630	630	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900			
Elevasi Muka Tanah	+3,60		+3,60	+3,80					+2,60	+3,00	+3,20		+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00		+3,00	+2,60			+2,40	+2,00	+1,80	+1,40		+2,00	+1,40	+1,40		+0,20	+1,60	
Elevasi Atas Saluran	+2,60		+1,57	+0,98					-0,72	-0,89	-1,09		-1,54	-1,74	-1,92	-3,34	-3,61	-3,34	-3,61	-3,34		-0,90	-1,14			-1,77	-1,96	-2,13	-2,33		-3,93	-4,32	-4,48		-5,90	-6,72
Elevasi Dasar Saluran	+2,46		+1,37	+0,73					-0,97	-1,14	-1,65		-2,17	-2,37	-2,63	-4,24	-4,51	-4,24	-4,51	-4,24		-1,04	-1,32			-1,91	-2,21	-2,36	-3,23		-4,83	-5,22	-5,38		-6,80	-7,00





Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

- Elevasi Muka Tanah
- Pipa
- ABC Manhole Lurus
- ABC Manhole Belok
- ABC Drop Manhole-Pertigaan
- ABC Manhole Pertigaan
- ABC Drop Manhole-Perempatan

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

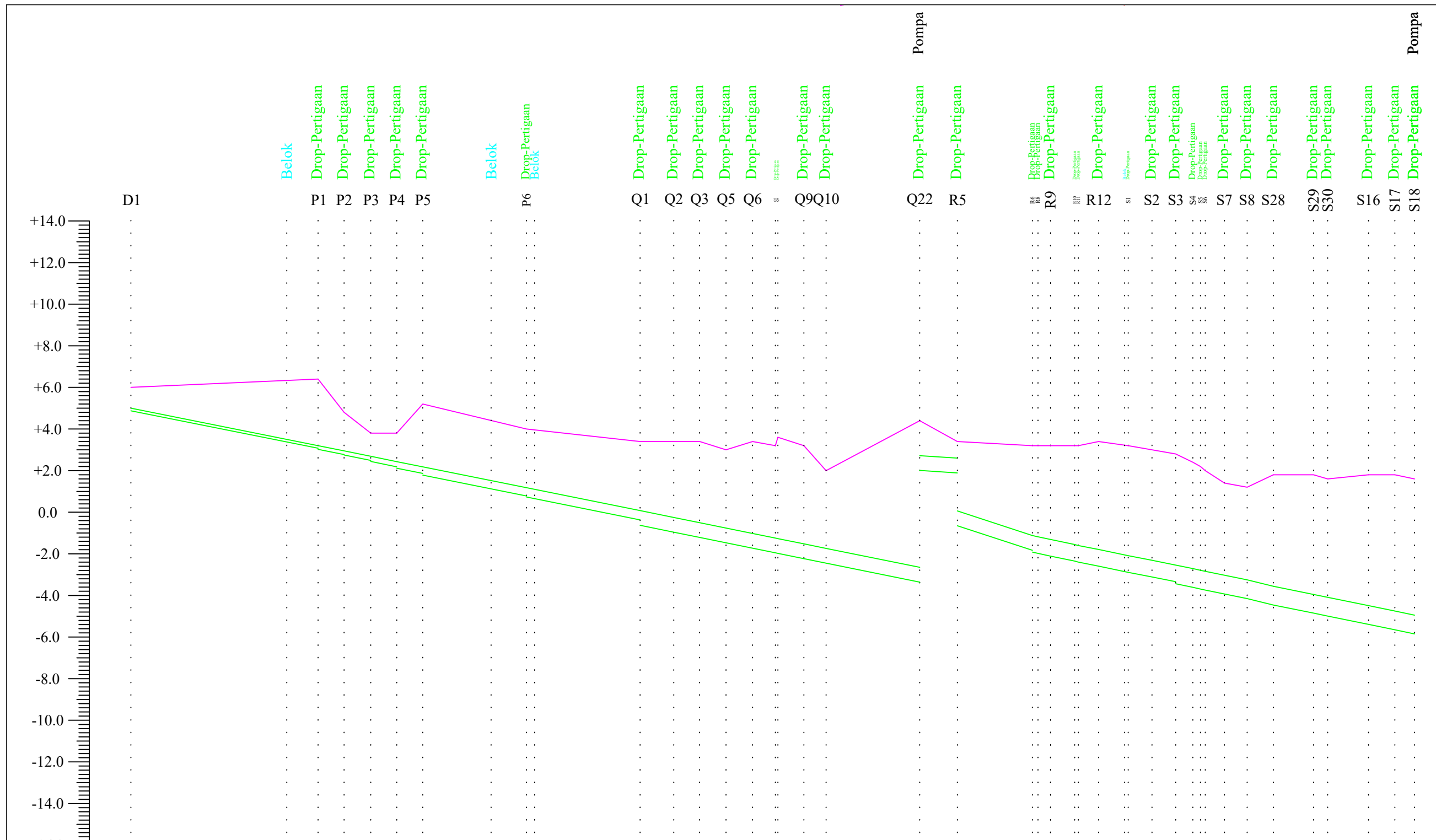
Judul Gambar

Profil Hidrolis D1-IPAL

Skala No. Gambar

V = 1:200  
H = 1:4000

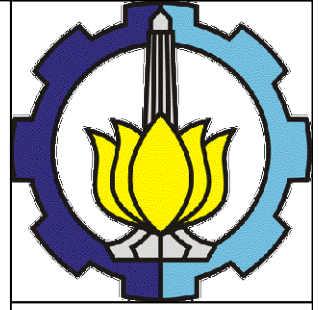
23



Posisi Saluran	0	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	640	680	720	760	800	840	880	920	960	1000	1040	1080	1120	1160	1200	1240																													
Panjang Saluran (m)		179,95					24,93	25,74	25,00	24,89	99,71					109,30					32,38	24,65	25,56	25,60	21,85	24,99	21,44	90,10					36,04	72,14					23,31	18,50	29,38	21,95	22,75	16,49	18,55	21,69	25,24	38,61	13,68	39,22	25,31	19,93									
Diameter (mm)	125					180	200	250	315	400					450					710	710	710	710	710	710	710	710					710	710	800	800	800	800	800	900	900	900	900	900	900	900	900															
Elevasi Muka Tanah	+6,00						+6,40	+5,80	+4,80	+4,80	+5,20						+4,00						+3,40	+3,40	+3,40	+3,00	+3,40	+3,00	+3,20	+2,00						+4,40	+3,40						+3,20	+3,20	+3,40	+3,20	+3,00	+2,80	+2,40	+2,00	+1,40	+1,20	+1,80	+1,80	+1,60	+1,80	+1,80	+1,60			
Elevasi Atas Saluran	+5,00						+3,20	+2,95	+2,69	+2,43	+2,18						+1,18						+0,08	-0,25	-0,50	-0,76	-1,02	-1,00	-1,52	-1,74						-2,65	+2,72	+2,35	-0,39						-1,18	-1,18	-1,31	-1,60	-1,79	-2,09	-2,31	-2,54	-2,84	-3,03	-3,25	-3,56	-3,95	-4,09	-4,49	-4,49	-4,60
Elevasi Dasar Saluran	+4,88						+3,02	+2,75	+2,44	+2,12	+1,78						+0,73						-0,63	-0,96	-1,21	-1,47	-1,73	-1,73	-2,23	-2,45						-3,36	+2,01	+1,64	-1,10						-1,92	-1,98	-2,11	-2,40	-2,59	-2,89	-3,11	-3,44	-3,74	-3,93	-4,15	-4,46	-4,85	-4,99	-5,39	-5,39	+0,35







Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

- Elevasi Muka Tanah
- Pipa
- ABC Manhole Lurus
- ABC Manhole Belok
- ABC Drop Manhole-Pertigaan
- ABC Manhole Pertigaan
- ABC Drop Manhole-Perempatan

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

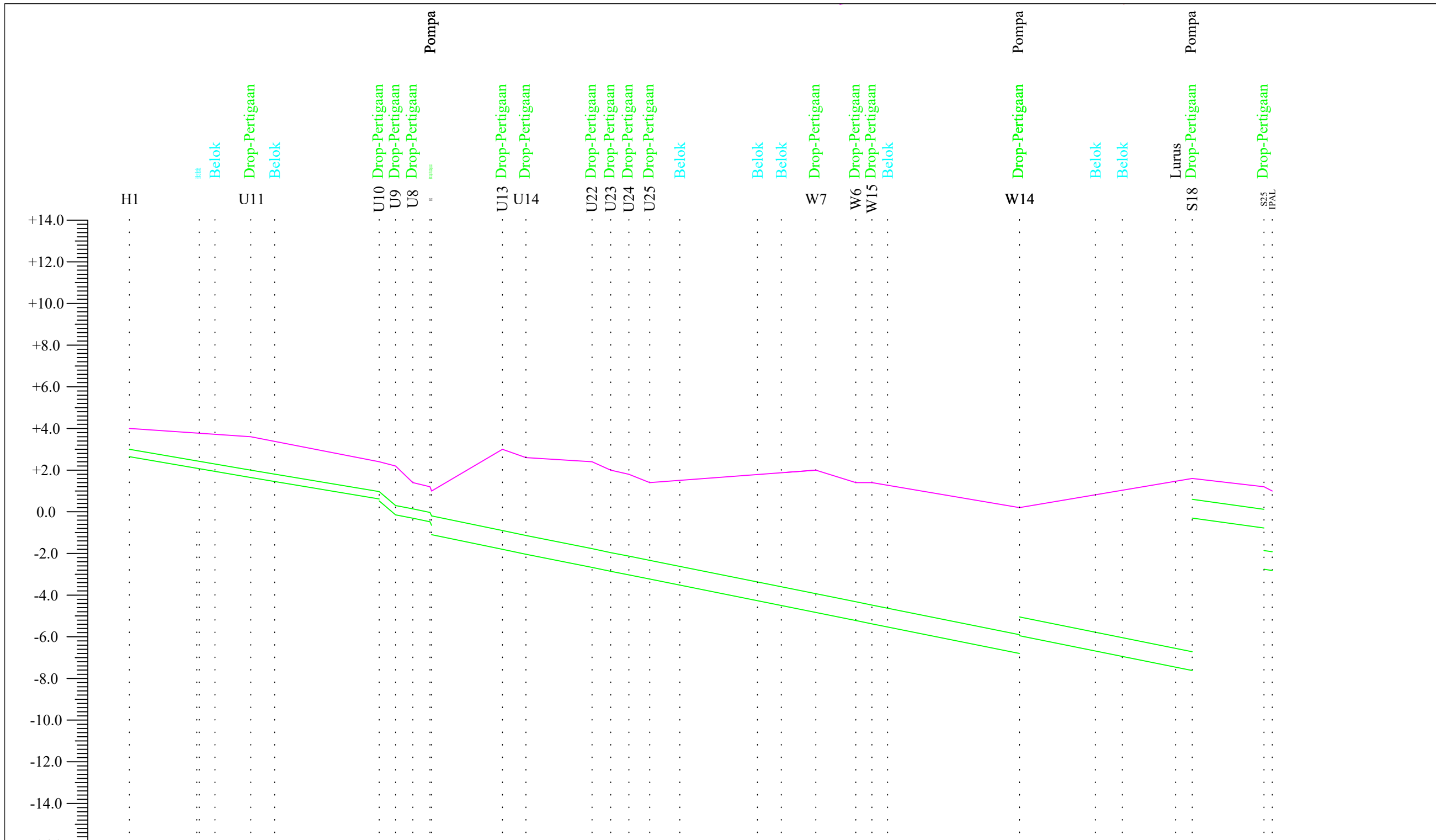
Profil Hidrolis H1-IPAL

Skala

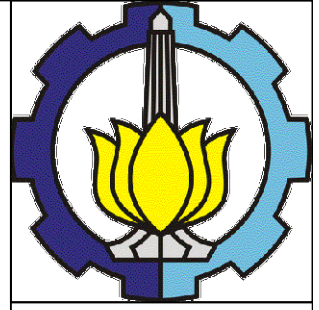
No. Gambar

V = 1:200  
H = 1:4000

25



Posisi Saluran	0	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	640	680	720	760	800	840	880	920	960	1000	1040	1080	1120	1160	1200	1240
Panjang Saluran (m)		117,53		122,29			15,75	16,61	16,51	66,97	23,60	62,45	19,00	16,48	19,95		159,51	38,44	15,40		141,76			166,87		47,96						
Diameter (mm)		355		355			450	450	450	900	900	900	900	900		900	900	900	900		900			900		900						
Elevasi Muka Tanah	+4,00			+3,60			+2,40	+2,20	+1,00	+3,00	+2,60		+2,40	+2,00	+1,80	+1,40		+2,00	+1,40	+1,40			+0,20			+1,60						+1,00
Elevasi Atas Saluran	+3,00			+2,00			+0,30	+0,14	-0,23	-0,90	-1,14		-1,77	-1,96	-2,13	-2,33		-3,93	-4,32	-4,48			-5,90	-5,05		-6,72	+0,60	+0,12			-1,92	
Elevasi Dasar Saluran	+2,65			+1,86			+0,10	-0,04	-0,36	-1,04	-1,32		-1,91	-2,21	-2,36	-3,23		-4,83	-5,22	-5,38			-6,80	-5,33		-7,00	-0,35	-0,78			-2,82	



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

- Elevasi Muka Tanah
- Pipa
- ABC Manhole Lurus
- ABC Manhole Belok
- ABC Drop Manhole-Pertigaan
- ABC Manhole Pertigaan
- ABC Drop Manhole-Perempatan

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

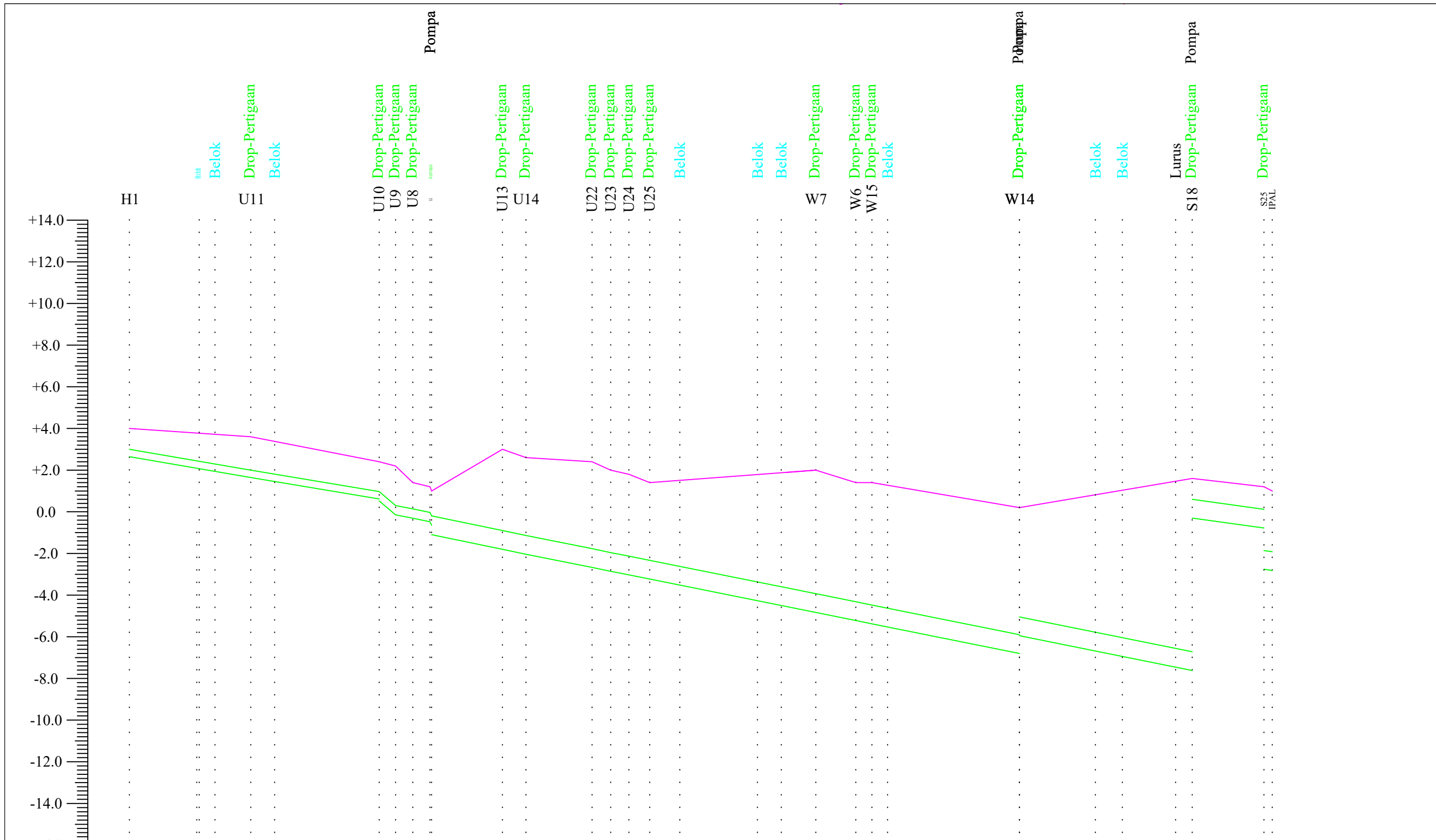
Profil Hidrolis H1-IPAL

Skala

No. Gambar

V = 1:200  
H = 1:4000

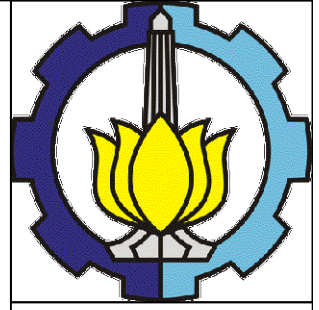
25



Posisi Saluran	0	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400	440	480	520	560	600	640	680	720	760	800	840	880	920	960	1000	1040	1080	1120	1160	1200	1240		
Panjang Saluran (m)		117,53		122,29		15,75	16,61	16,51	<b>66,97</b>	23,60	62,45	19,00	16,48	19,95	159,51		38,44	15,40	141,76		166,87		47,96											
Diameter (mm)		355		355		450	450	450	<b>900</b>	900	900	900	900	900	900		900	900	900	900		900		900		900		900		900		900		
Elevasi Muka Tanah	+4,00	+3,60		+2,40	+2,20	+2,20	+2,20	<b>+1,00</b>	+3,00	+2,60	+2,40	+2,00	+1,80	+1,40	+2,00		+1,40	+1,40	+0,20		+1,60		+1,00											
Elevasi Atas Saluran	+3,00	+2,00		+0,30	+0,14	+0,14	+0,14	<b>-0,23</b>	-0,90	-1,14	-1,77	-1,96	-2,13	-2,33	-3,93		-4,32	-4,48	-5,90		-5,05		-6,72		+0,60	+0,12	-1,92							
Elevasi Dasar Saluran	+2,65	+1,86		+0,10	+0,04	+0,14	+0,14	<b>-0,36</b>	-1,04	-1,32	-1,91	-2,21	-2,36	-3,23	-4,83		-5,22	-5,38	-6,80		-5,33		-7,00		-0,35	-0,78	-2,82							







Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

- Elevasi Muka Tanah
- Pipa
- ABC Manhole Lurus
- ABC Manhole Belok
- ABC Drop Manhole-Pertigaan
- ABC Manhole Pertigaan
- ABC Drop Manhole-Perempatan

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

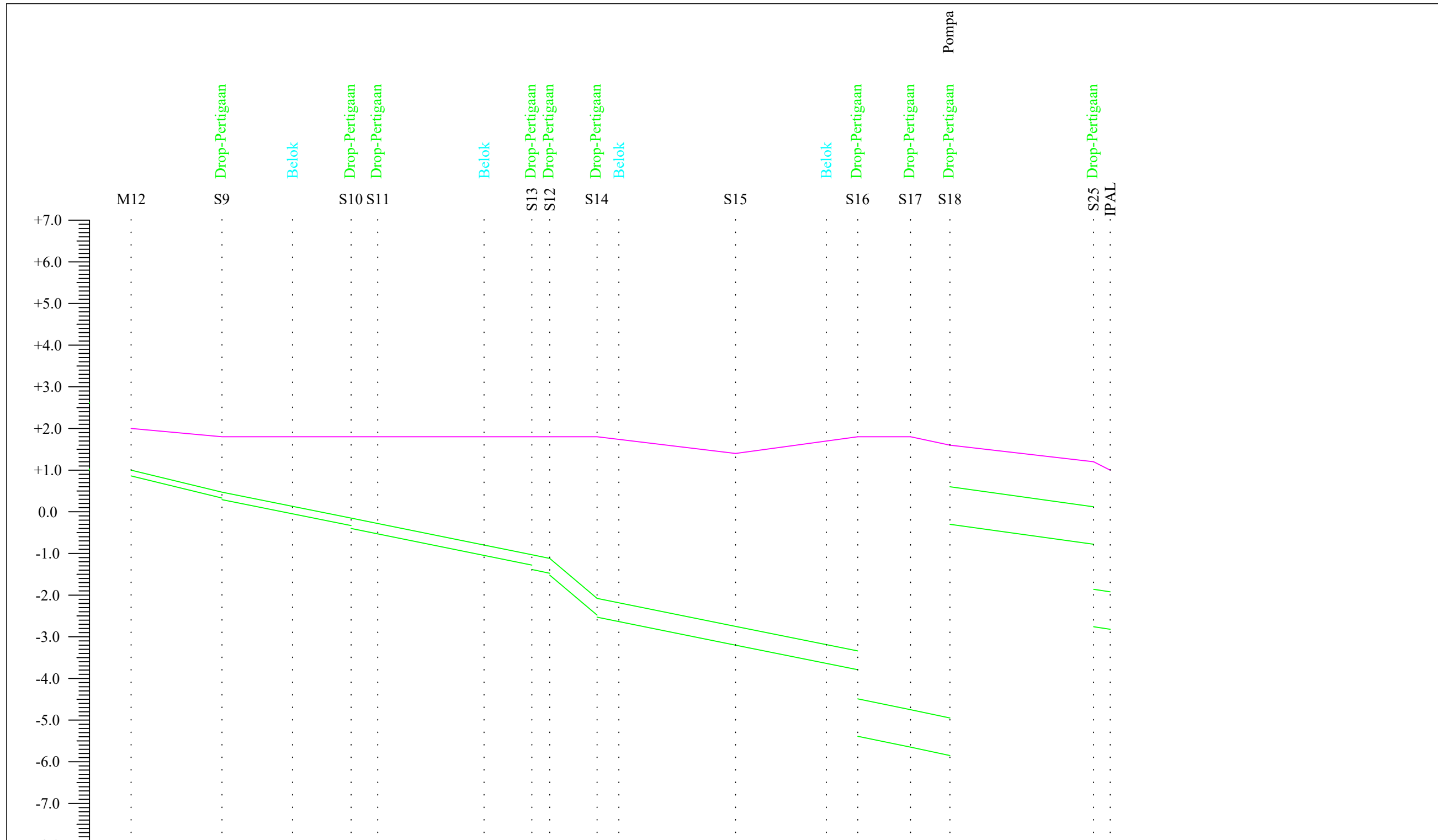
Profil Hidrolis M12-IPAL

Skala

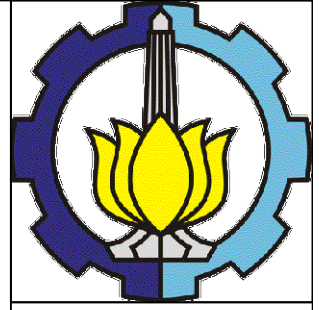
No. Gambar

V = 1:100  
H = 1:2000

29



Posisi Saluran	0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440 460 480 500 520 540 560 580 600 620														
Panjang Saluran (m)	43,60	62,00	12,76	74,03	8,58	22,69	66,50	58,71	25,31	19,93	47,96	5,94			
Diameter (mm)	140	180	250	250	355	400	450	450	900	900	900	900			
Elevasi Muka Tanah	+2,00	+1,80	+1,80	+1,80	+1,80	+1,80	+1,80	+1,40	+1,80	+1,80	+1,60	+1,20	+1,00		
Elevasi Atas Saluran	+1,00	+0,47	-0,15	-0,28	-1,03	-1,12	-2,08	-2,75	-3,34	-4,49	-4,75 -4,95	+0,60	+0,12	-1,86	-1,92
Elevasi Dasar Saluran	+0,86	+0,29	-0,40	-0,53	-1,39	-1,52	-2,53	-3,20	-3,79	-5,39	-5,65 -5,85	-0,30	-0,78	-2,76	-2,82



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

- Elevasi Muka Tanah
- Pipa
- ABC Manhole Lurus
- ABC Manhole Belok
- ABC Drop Manhole-Pertigaan
- ABC Manhole Pertigaan
- ABC Drop Manhole-Perempatan

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

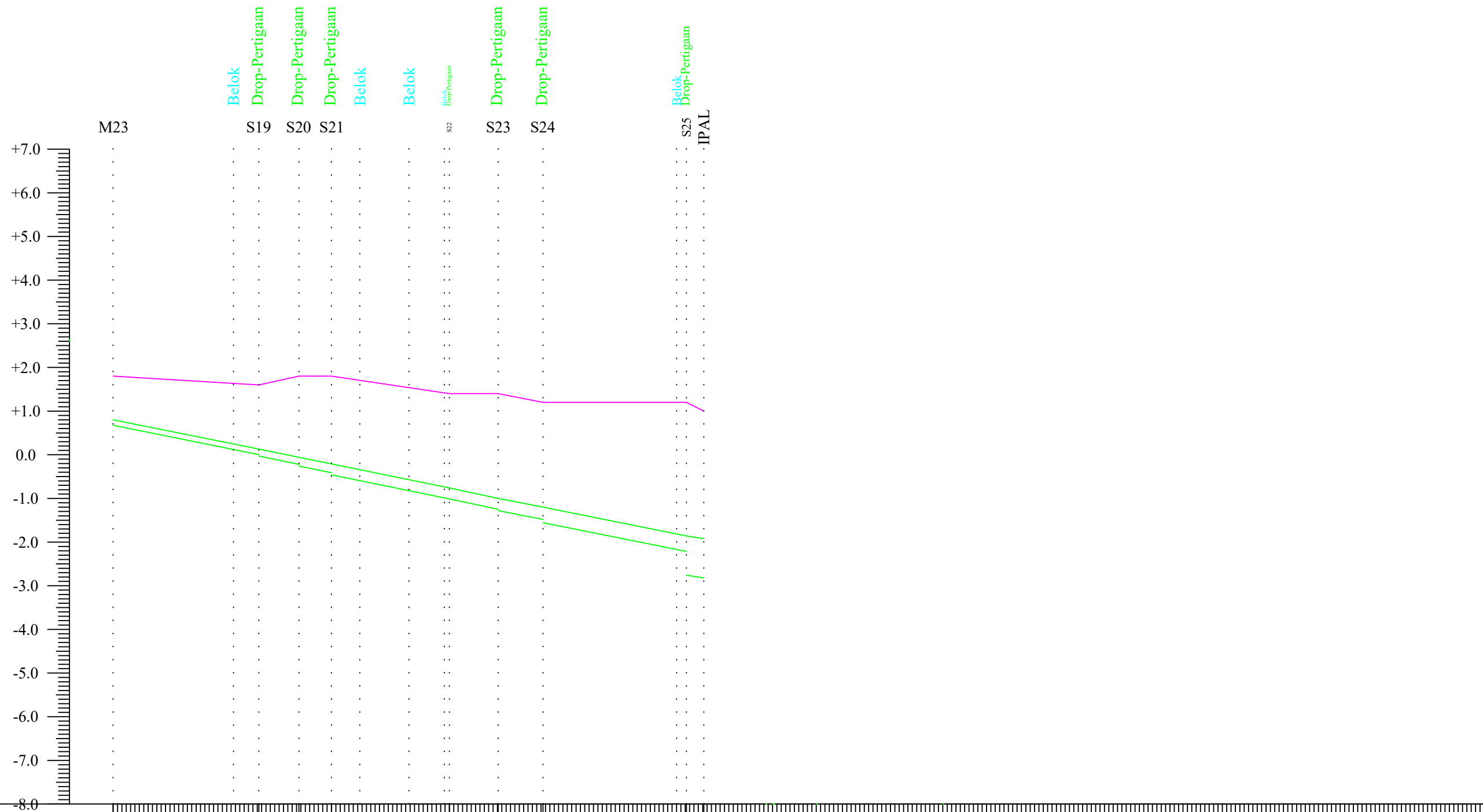
Profil Hidrolis M23-IPAL

Skala

No. Gambar

V = 1:100  
H = 1:2000

30



Posisi Saluran	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	600	620
Panjang Saluran (m)	66,74		18,33	14,87	54,03			22,37	20,53	65,70			5,94																			
Diameter (mm)	125		160	200	250			250	280	355			900																			
Elevasi Muka Tanah	+1,80		+1,60	+1,80	+1,80				+1,40	+1,40	+1,20				+1,20	+1,00																
Elevasi Atas Saluran	+0,80		+0,13	-0,06	-0,21				-0,76	-0,99	-1,20				-1,86	-1,92																
Elevasi Dasar Saluran	+0,68		-0,03	-0,26	-0,46				-1,01	-1,27	-1,56				-2,22	-2,76	-2,82															



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

— Profil Muka Air

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

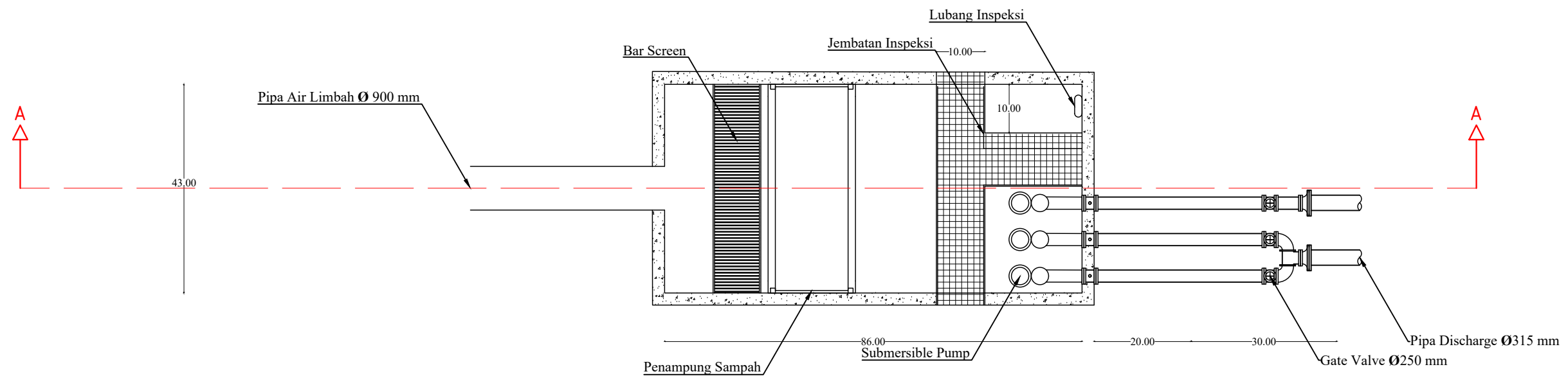
Denah Sumur Pengumpul

Skala

No. Gambar

1:100

31



DENAH SUMUR PENGUMPUL  
SKALA 1:100



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

— Profil Muka Air

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

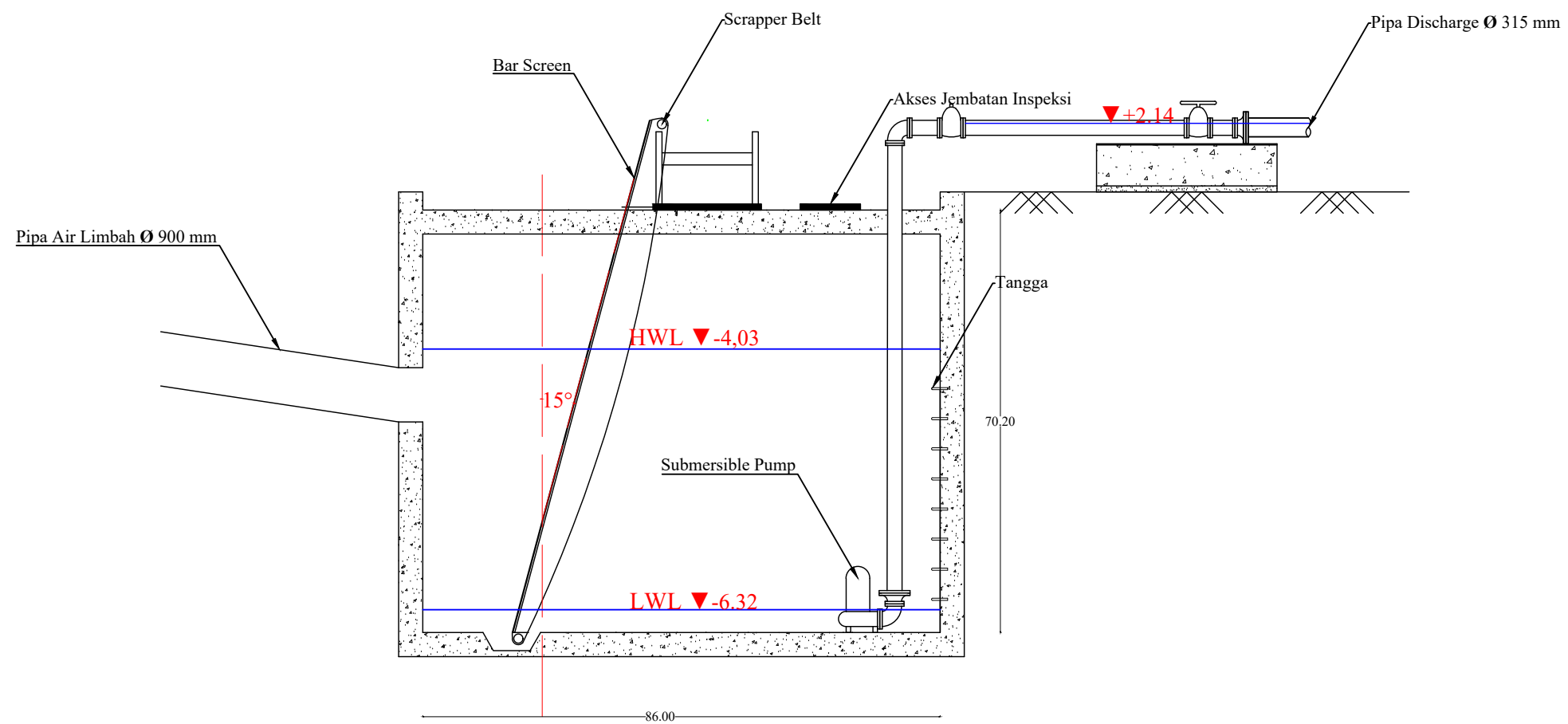
Potongan Sumur  
Pengumpul

Skala

No. Gambar

1:100

32



POTONGAN A-A SUMUR PENGUMPUL  
SKALA 1:100





Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

— Profil Muka Air

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

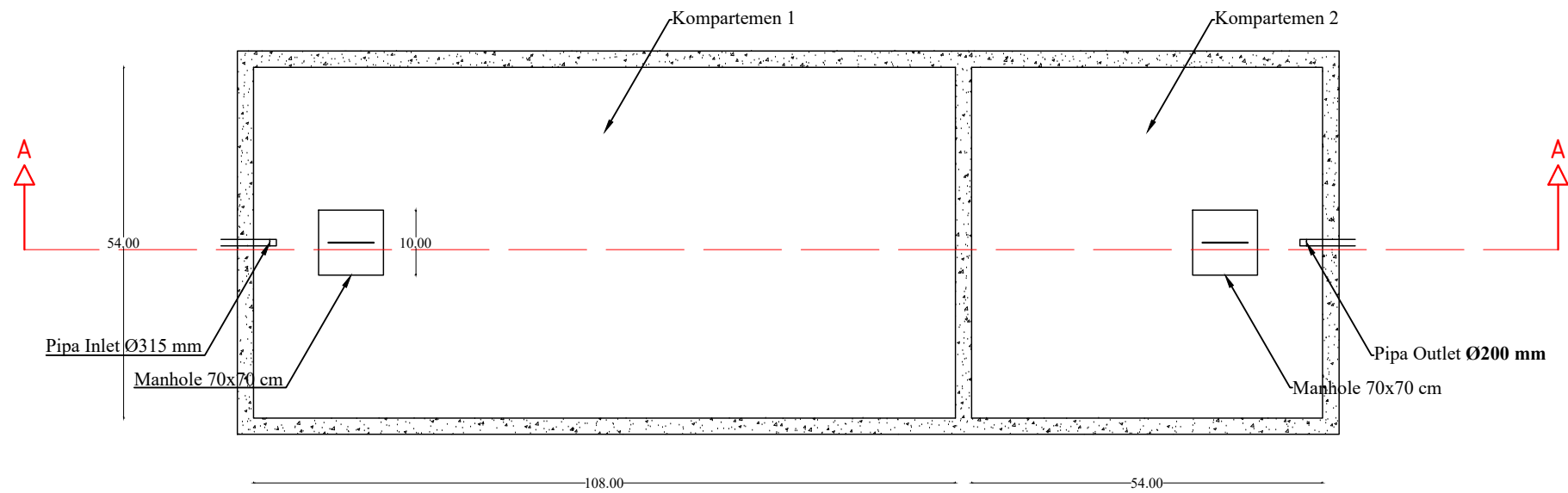
Denah dan Potongan  
Bak Penangkap Lemak

Skala

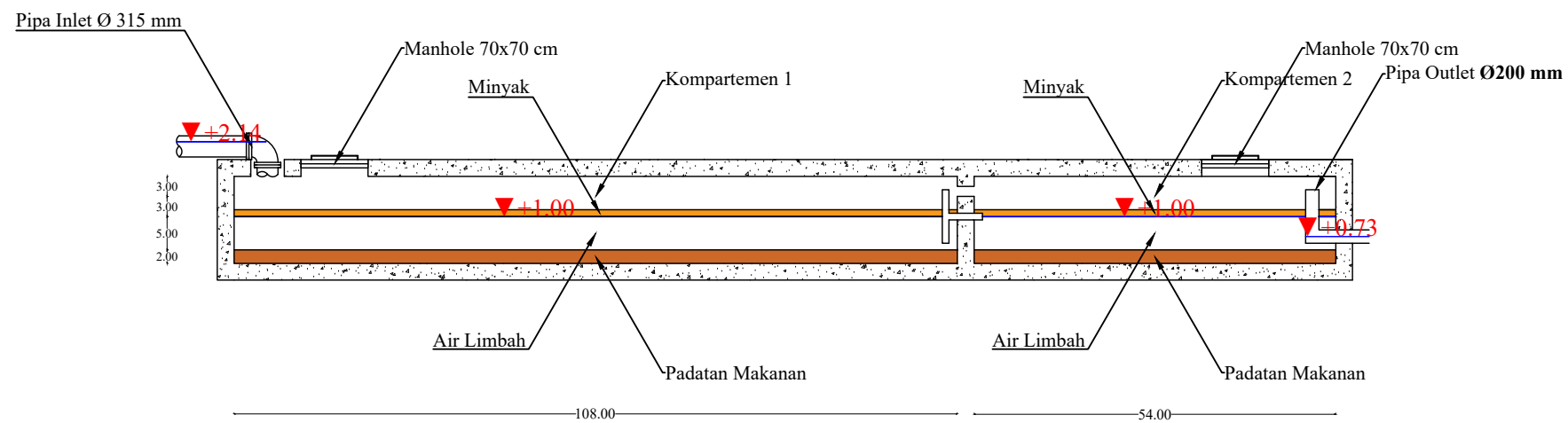
No. Gambar

1:150

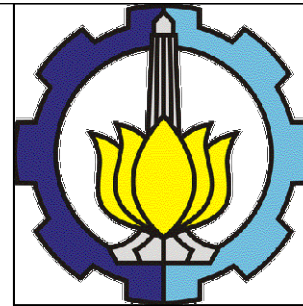
33



**DENAH BAK PENANGKAP LEMAK  
SKALA 1:100**



**POTONGAN A-A BAK PENANGKAP LEMAK  
SKALA 1:100**



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

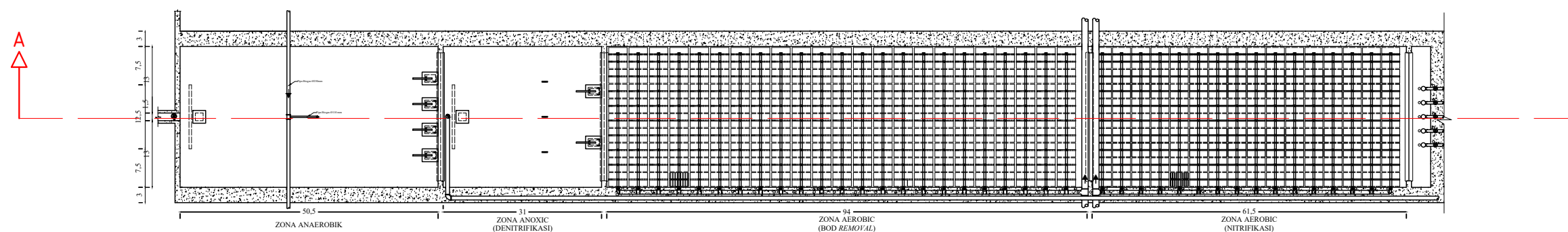
Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

Denah MBBR

Skala No. Gambar

1:200 34



DENAH *MOVING BED BIOFILM REACTOR*  
SKALA 1:200



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

— Profil Muka Air

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

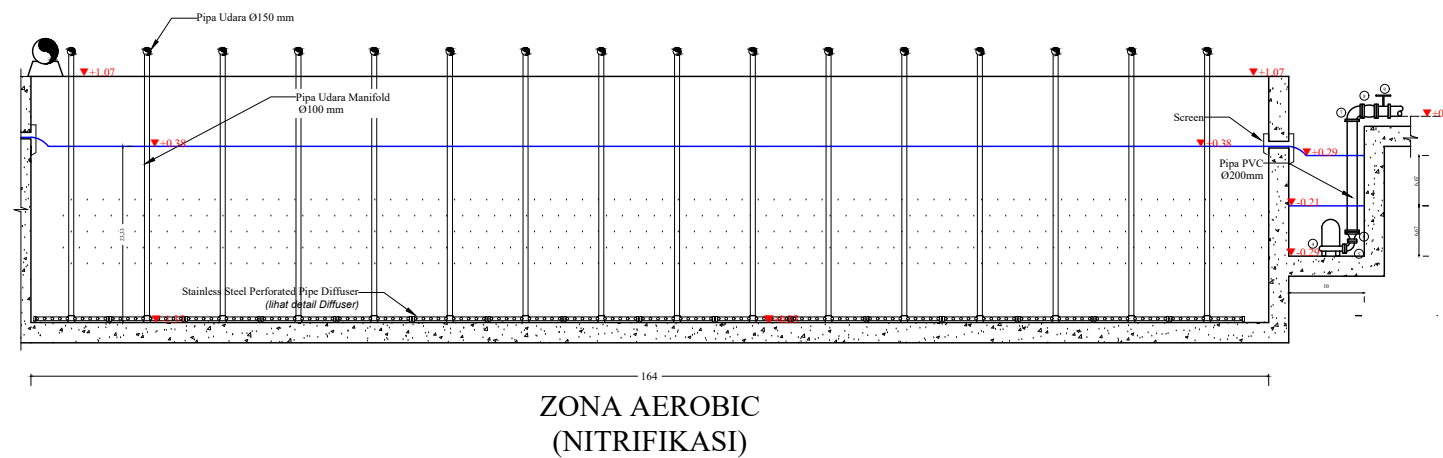
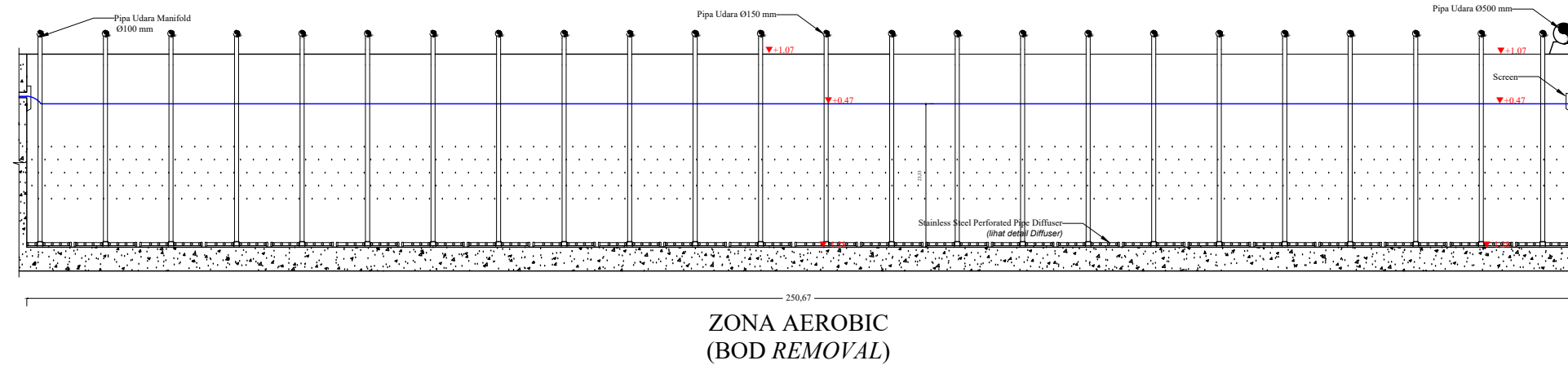
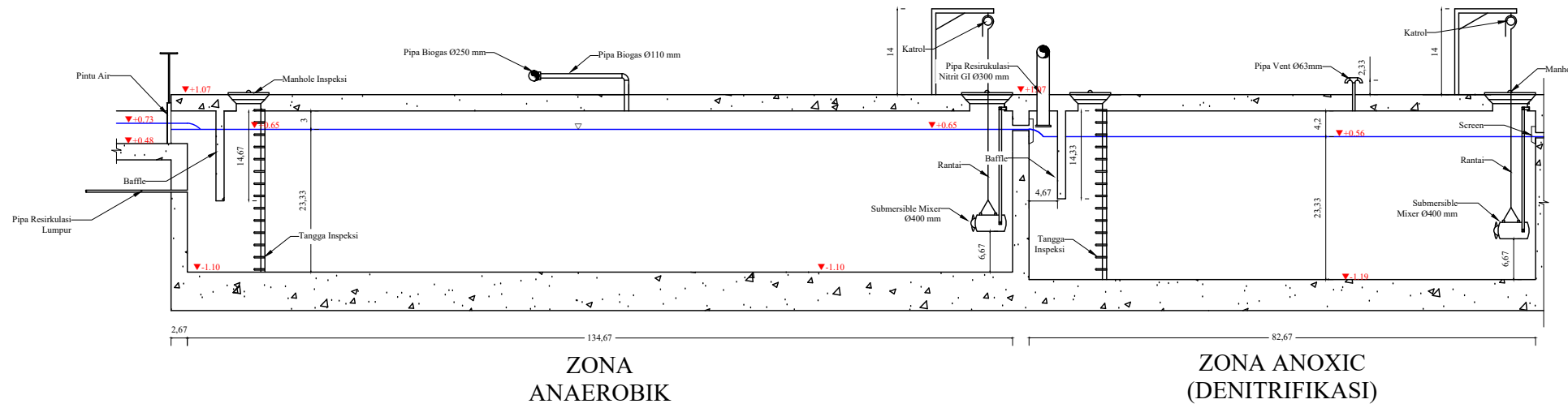
Potongan MBBR

Skala

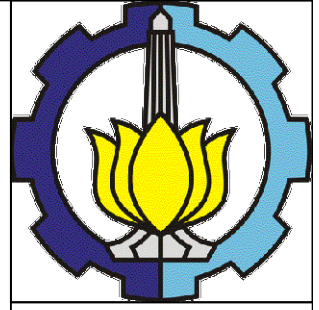
No. Gambar

1:75

35



POTONGAN A-A MBBR  
SKALA 1:75



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

— Profil Muka Air

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

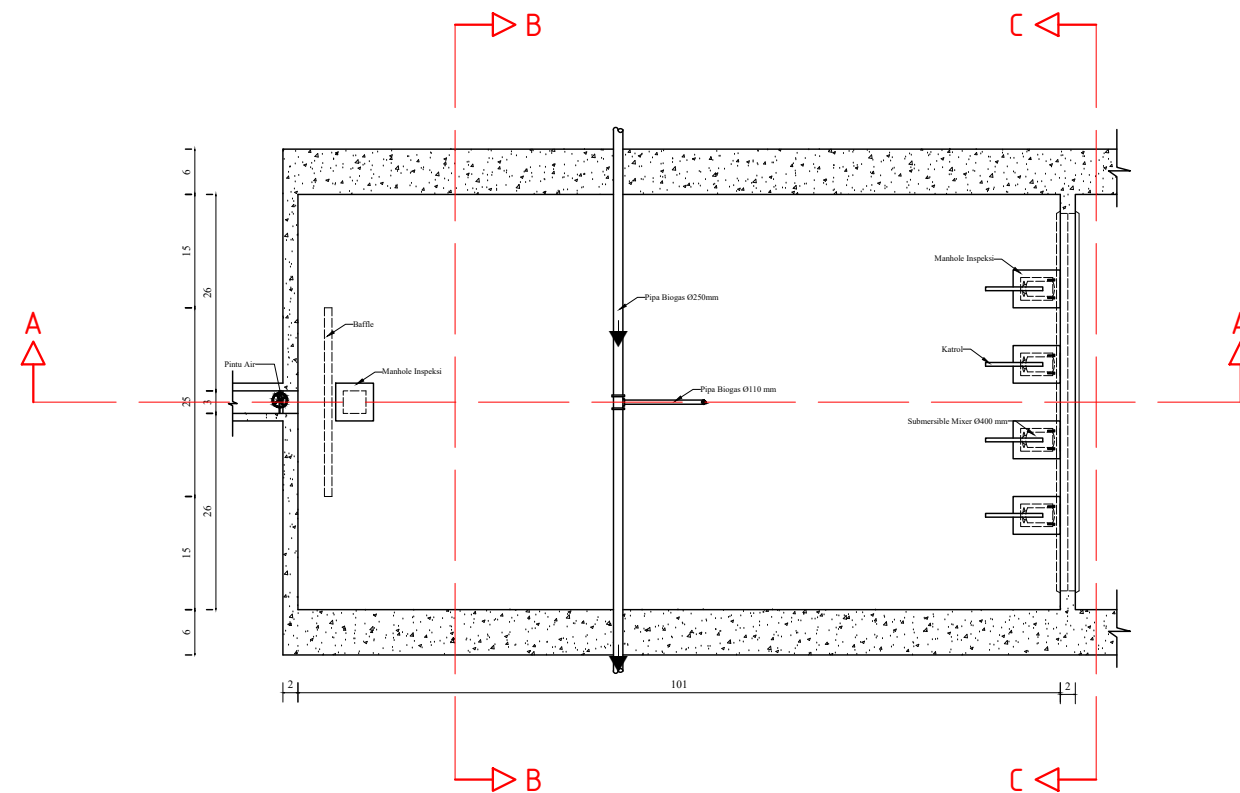
Denah dan Potongan  
Zona Anaerobik

Skala

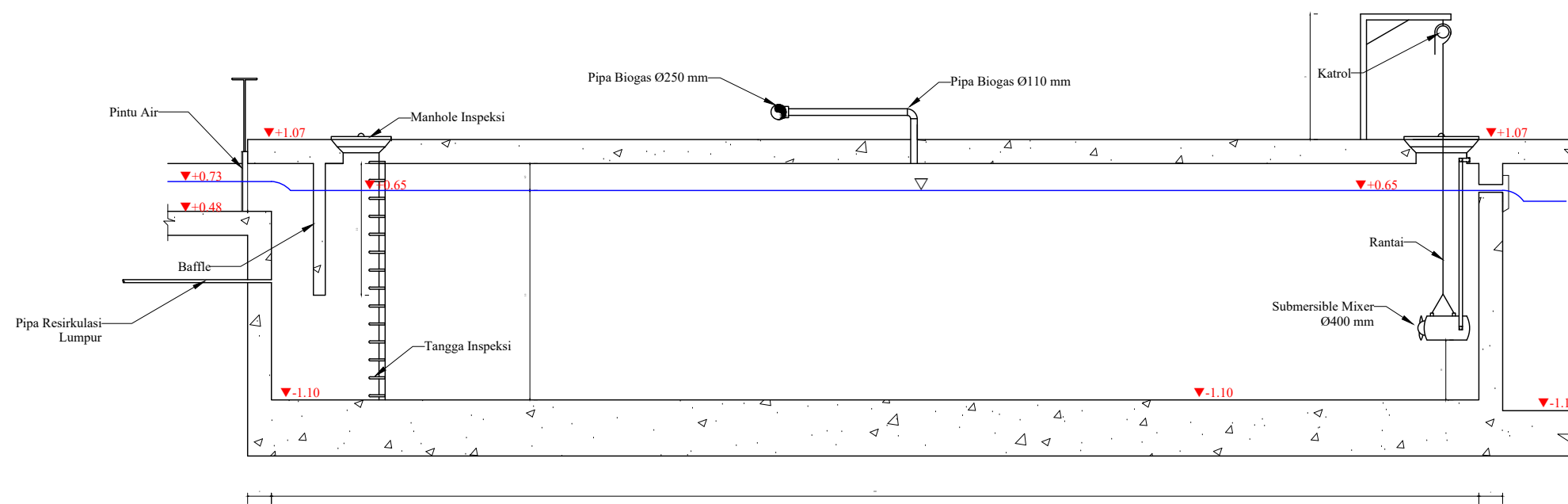
No. Gambar

-

36



**DENAH ZONA ANAEROBIK  
SKALA 1:100**



**POTONGAN A-A ZONA ANAEROBIK  
SKALA 1:50**



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

— Profil Muka Air

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

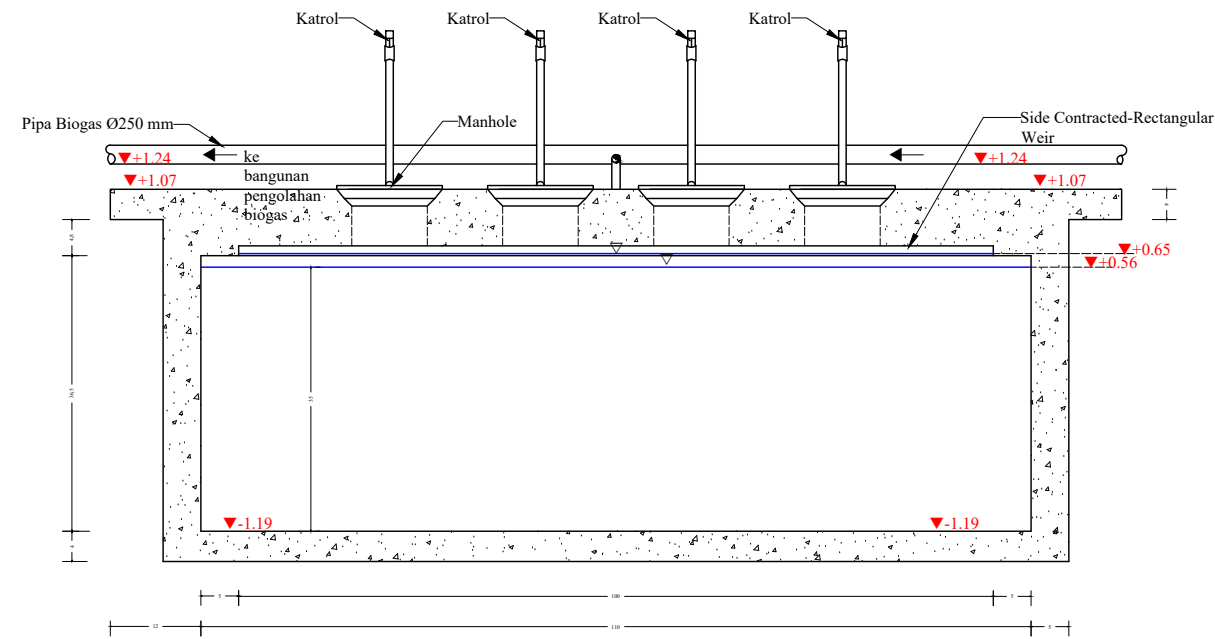
Judul Gambar

Denah dan Potongan  
Zona Anaerobik

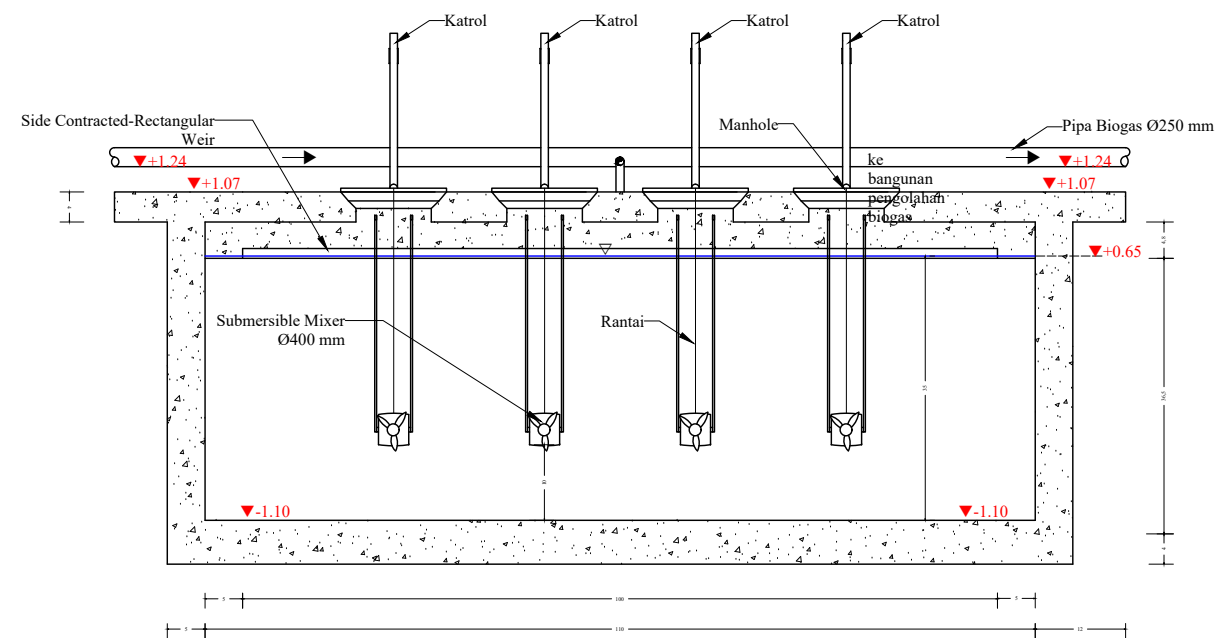
Skala No. Gambar

1:75

37



**POTONGAN B-B ZONA ANAEROBIK  
SKALA 1:50**



**POTONGAN C-C ZONA ANAEROBIK  
SKALA 1:50**



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

— Profil Muka Air

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

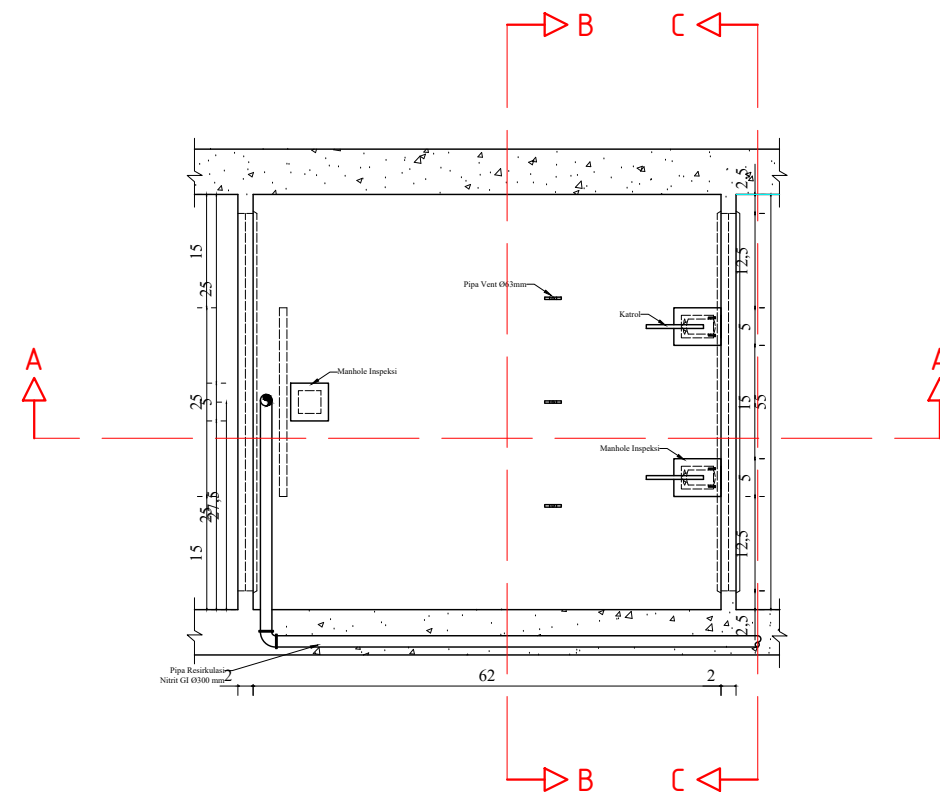
Denah dan Potongan  
Zona Anoxic

Skala

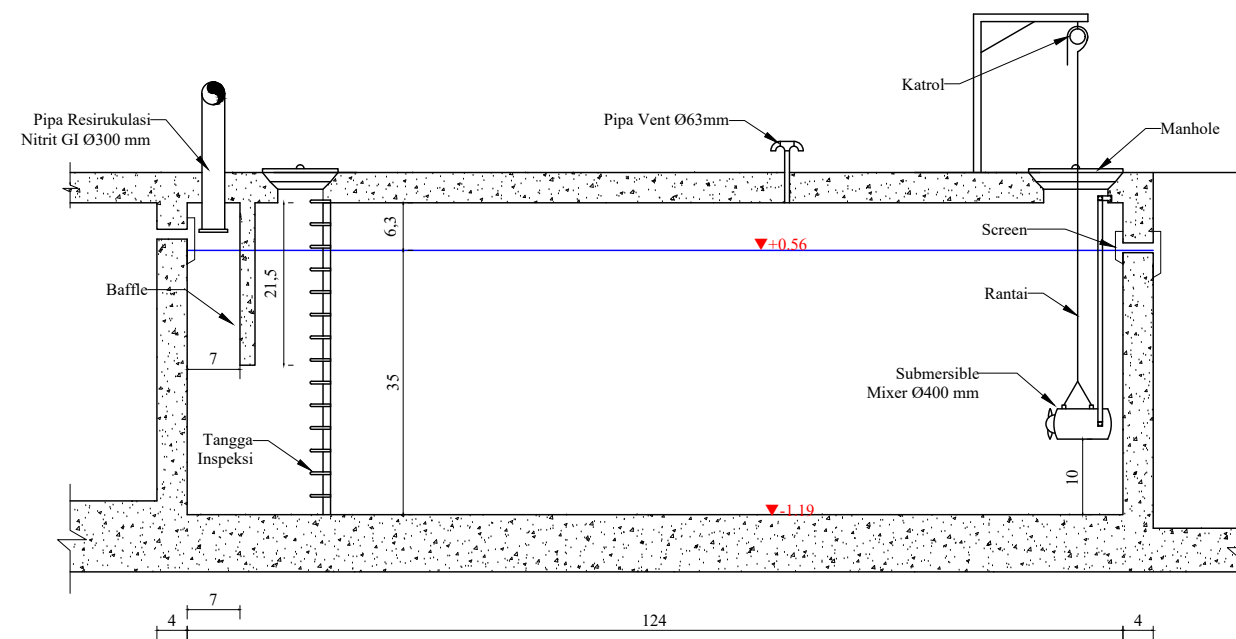
No. Gambar

-

38



**DENAH ZONA ANOXIC  
SKALA 1:100**



**POTONGAN A-A ZONA ANOXIC  
SKALA 1:50**



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

— Profil Muka Air

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

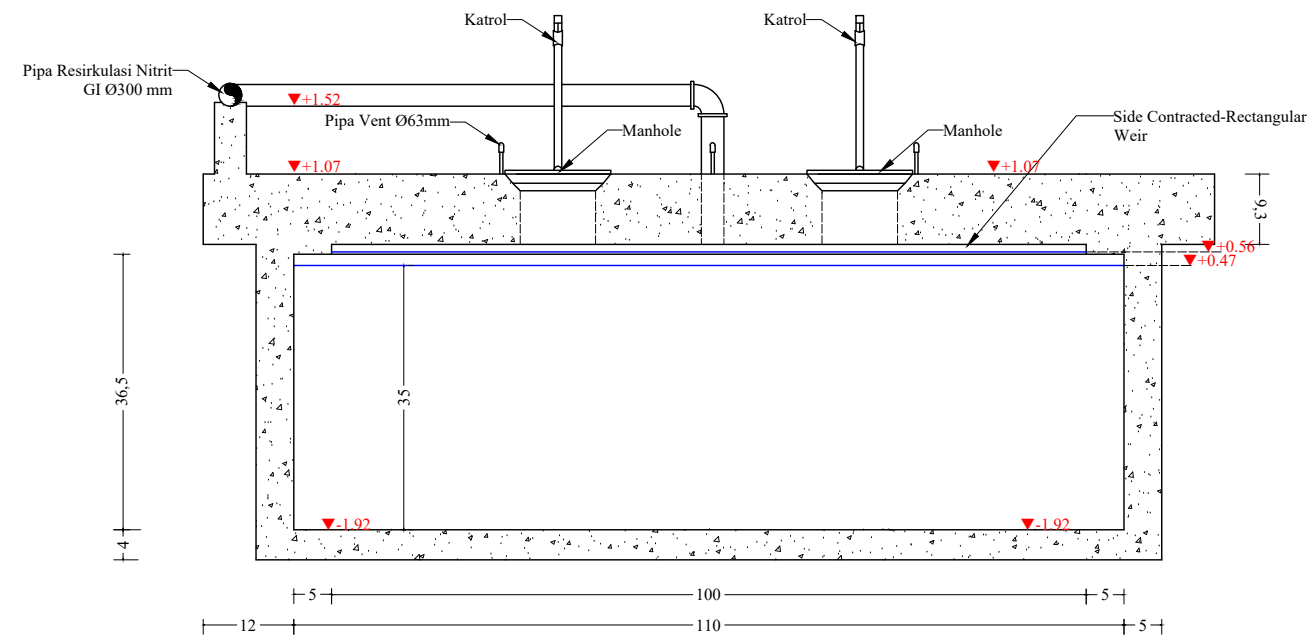
Denah dan Potongan  
Zona Anoxic

Skala

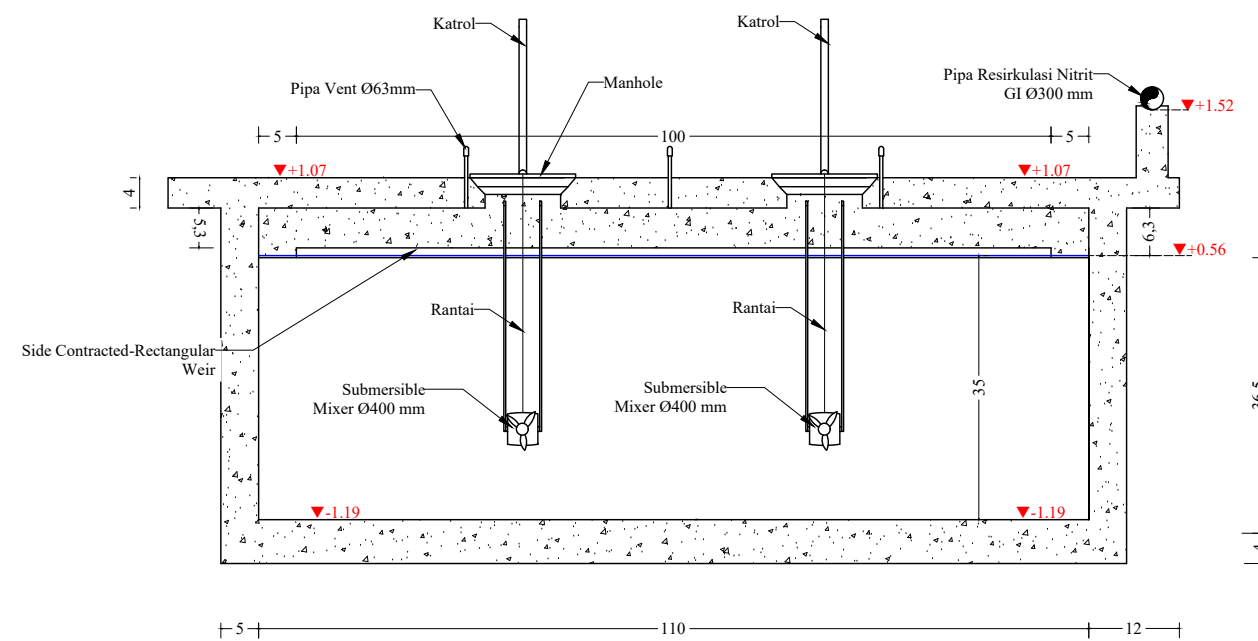
No. Gambar

1:50

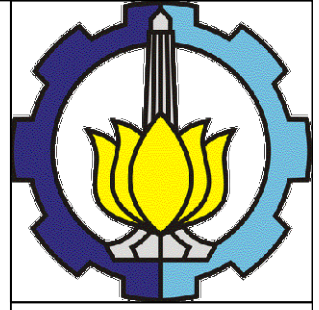
39



**POTONGAN B-B ZONA ANOXIC  
SKALA 1:50**



**POTONGAN C-C ZONA ANOXIC  
SKALA 1:50**



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
 Fakultas Teknik Sipil,  
 Perencanaan,  
 dan Kebumihan  
 Institut Teknologi  
 Sepuluh Nopember

Legenda

— Profil Muka Air

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
 0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
 Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

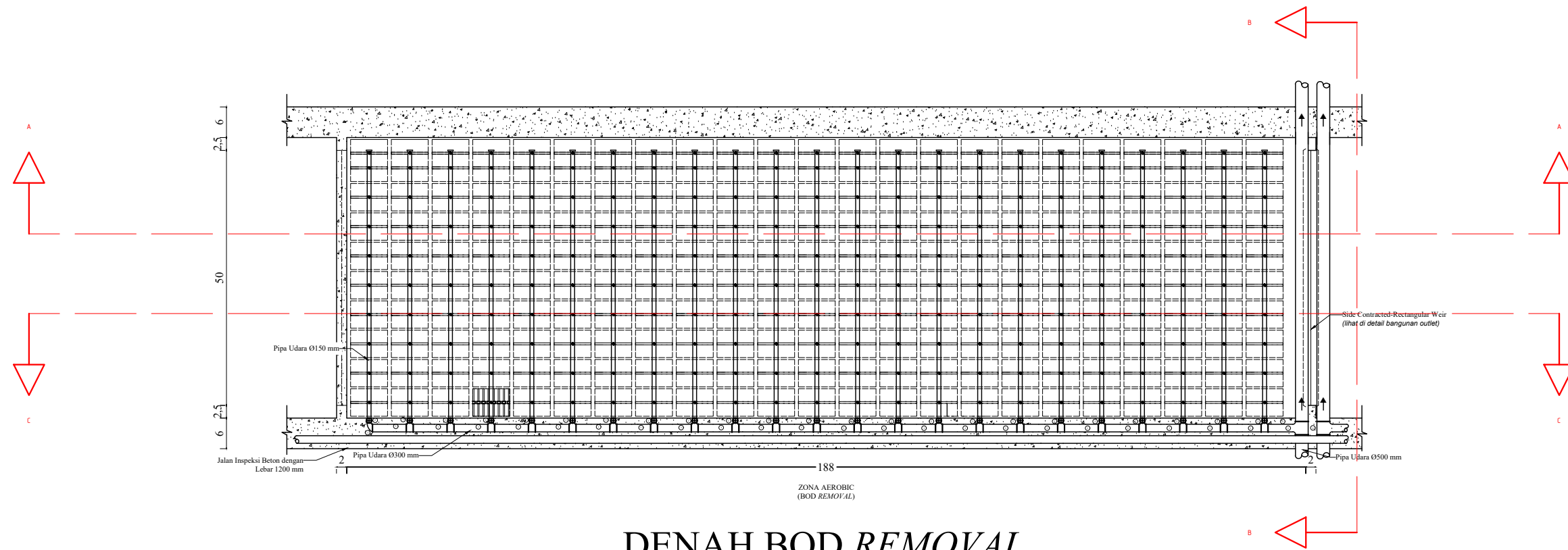
Judul Gambar

Denah dan Potongan  
 BOD Removal

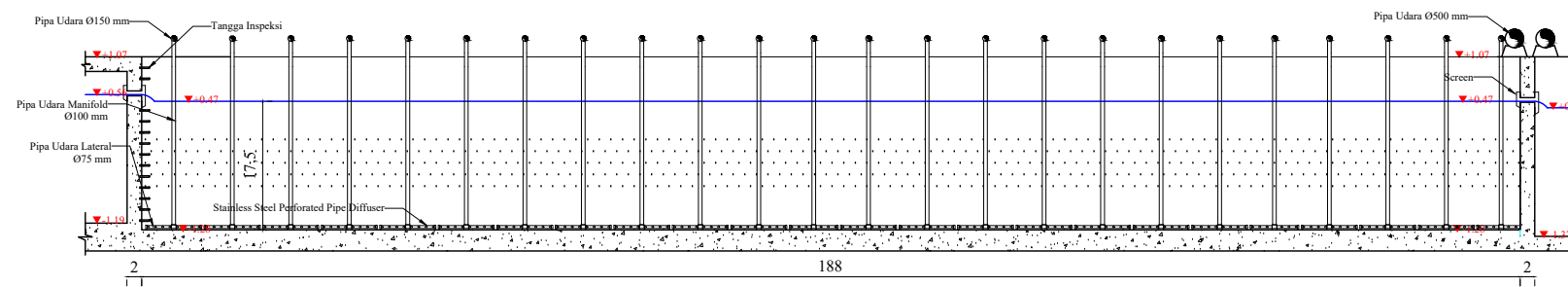
Skala No. Gambar

1:100

40

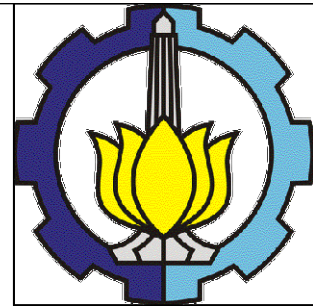


**DENAH BOD REMOVAL  
 SKALA 1:100**



**POTONGAN A-A BOD REMOVAL  
 SKALA 1:100**





Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

— Profil Muka Air

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

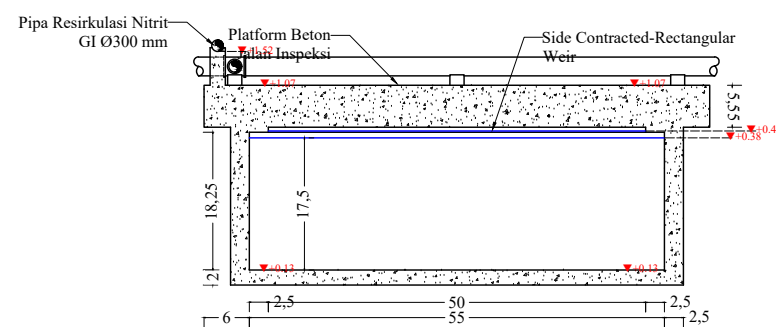
Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

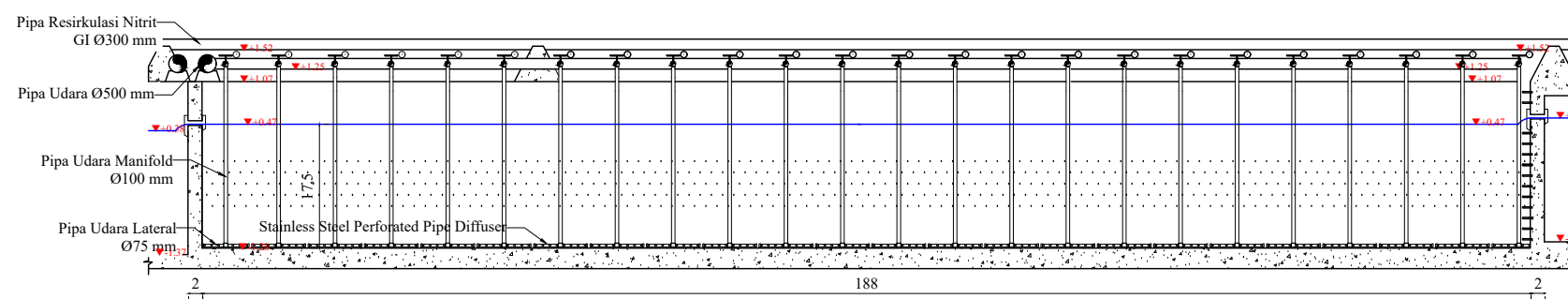
Denah dan Potongan  
BOD Removal

Skala No. Gambar

1:100 41



**POTONGAN B-B BOD *REMOVAL***  
**SKALA 1:100**



**POTONGAN C-C BOD *REMOVAL***  
**SKALA 1:100**



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

— Profil Muka Air

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

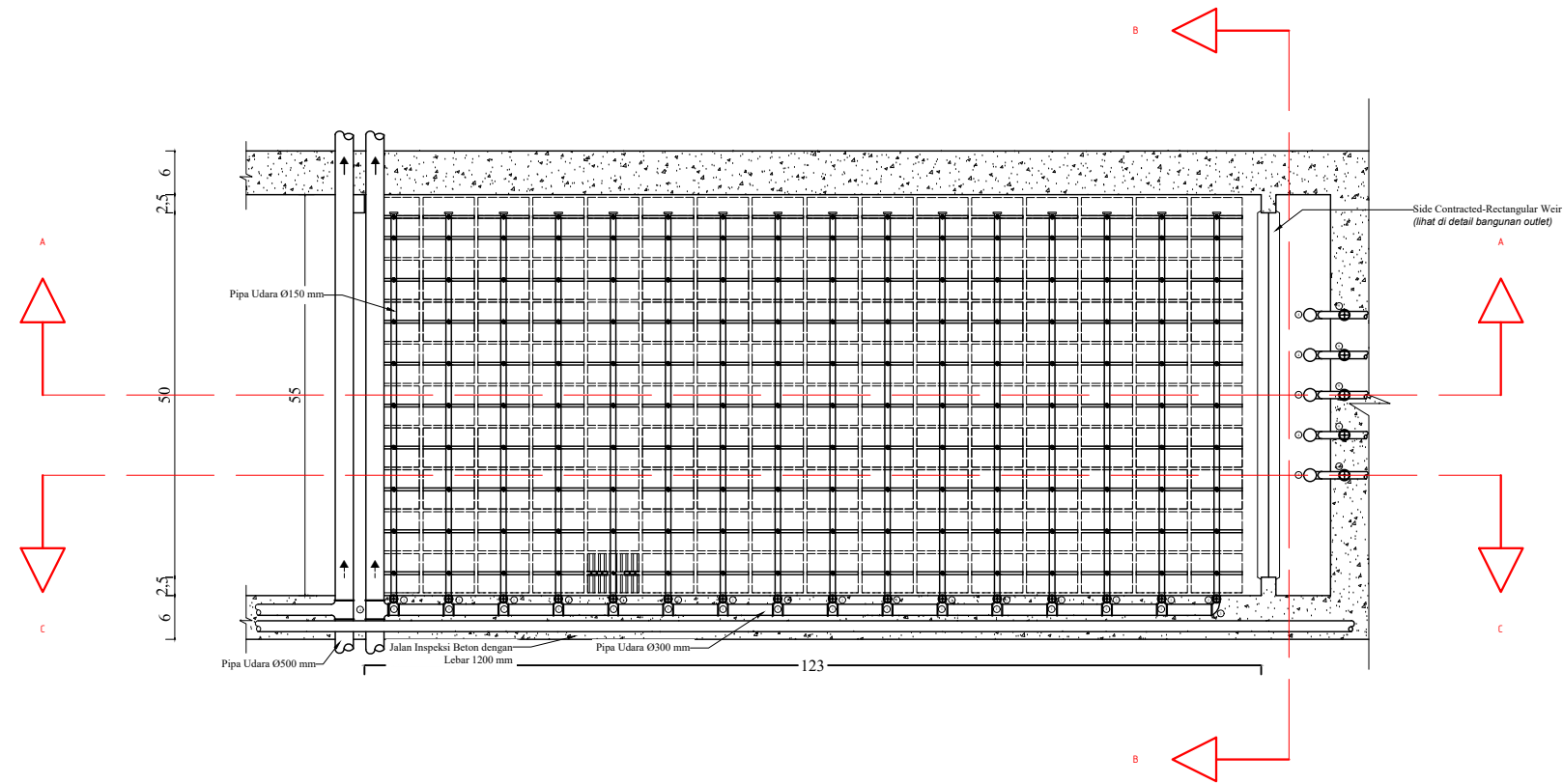
Denah dan Potongan  
Nitrifikasi

Skala

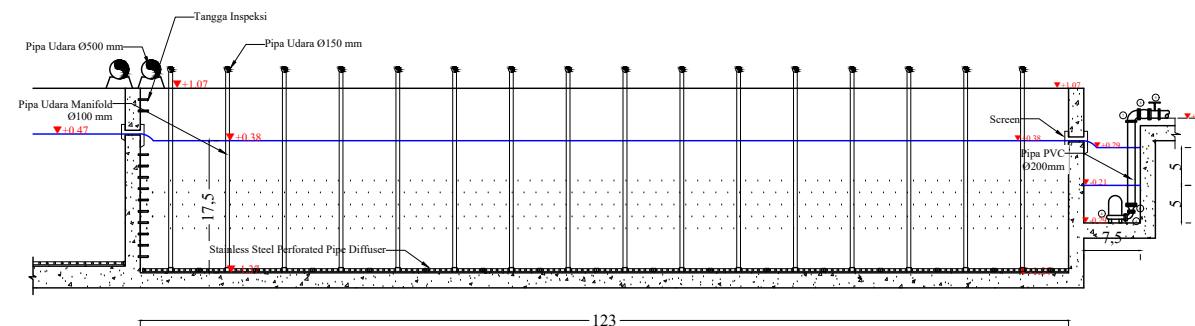
No. Gambar

1:100

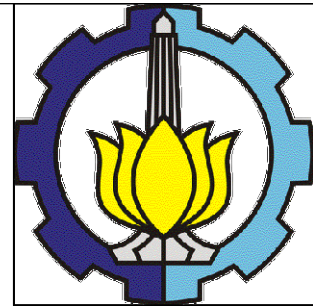
42



**DENAH NITRIFIKASI  
SKALA 1:100**



**POTONGAN A-A NITRIFIKASI  
SKALA 1:100**



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

— Profil Muka Air

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

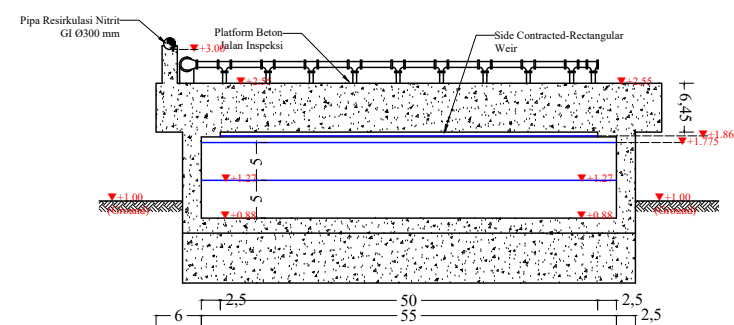
Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

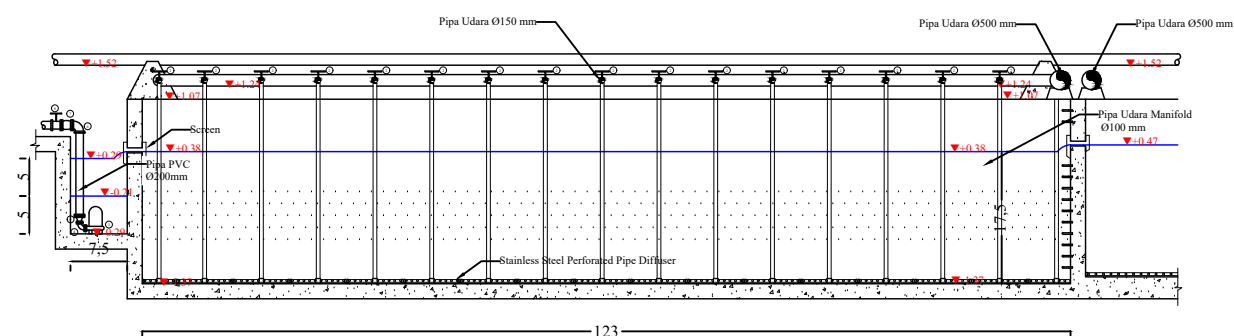
Denah dan Potongan  
Nitrifikasi

Skala No. Gambar

1:100 43



POTONGAN B-B NITRIFIKASI  
SKALA 1:100



POTONGAN C-C NITRIFIKASI  
SKALA 1:100



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

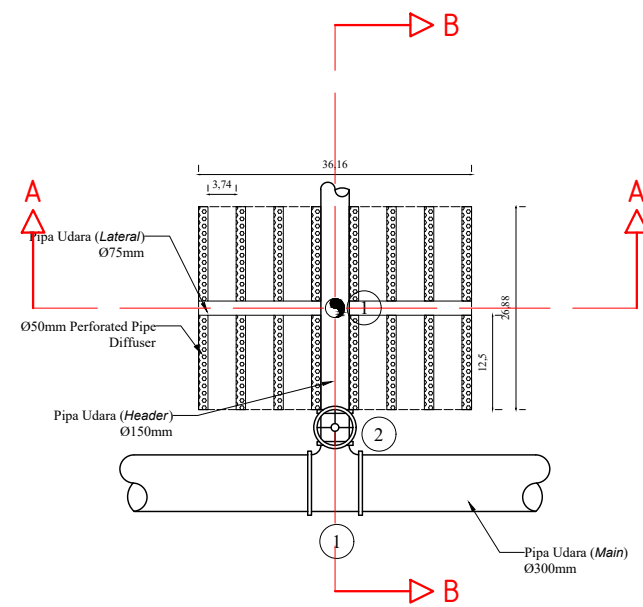
Denah dan Potongan  
Diffuser

Skala

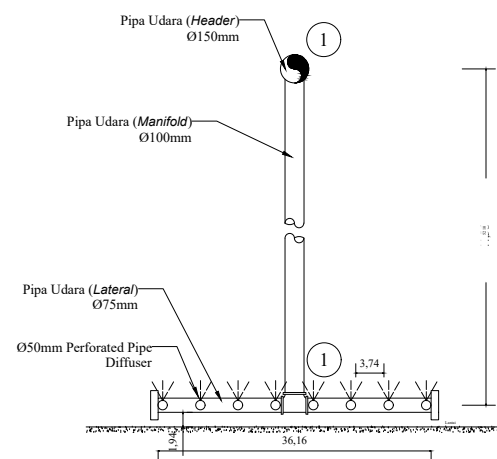
No. Gambar

1:40

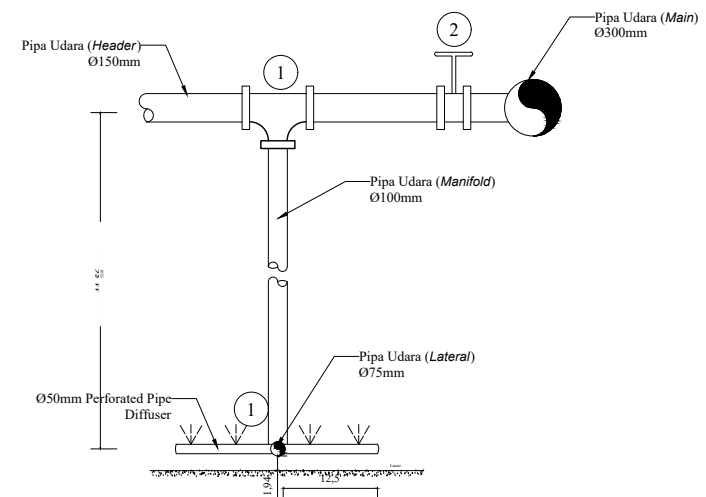
44



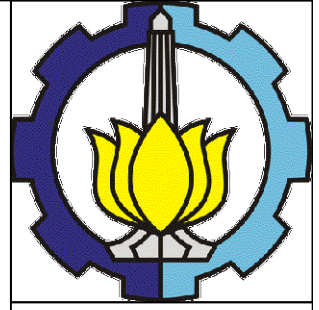
**DENAH *DIFFUSER***  
**SKALA 1:40**



**POTONGAN A-A *DIFFUSER***  
**SKALA 1:40**



**POTONGAN B-B *DIFFUSER***  
**SKALA 1:40**



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda


Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

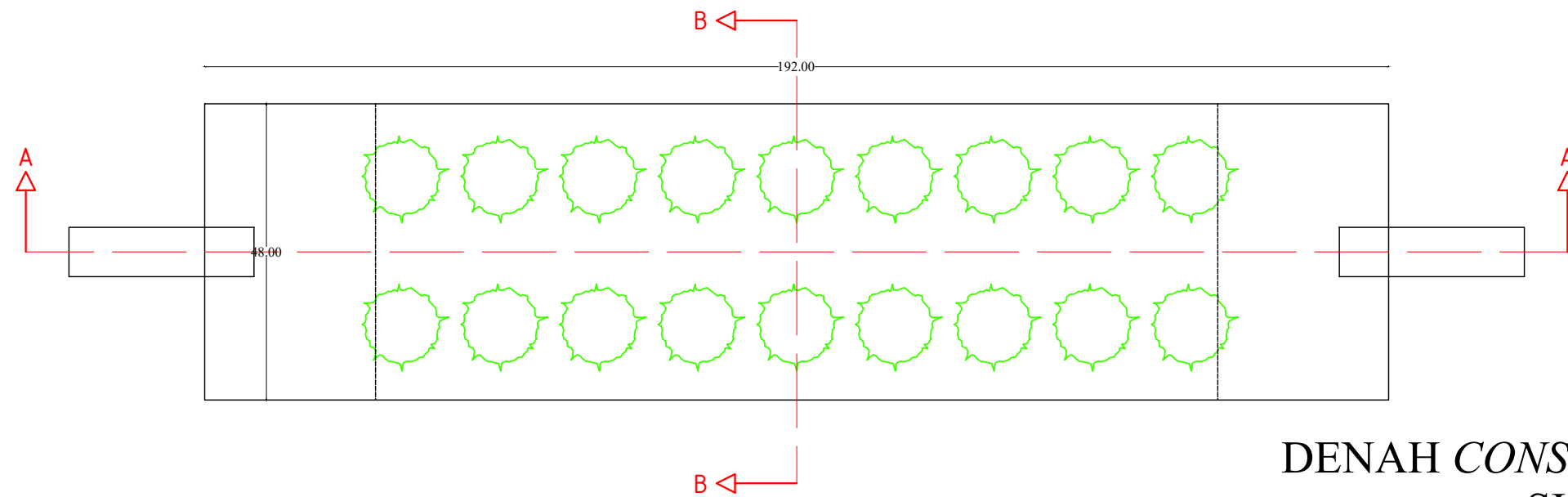
Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

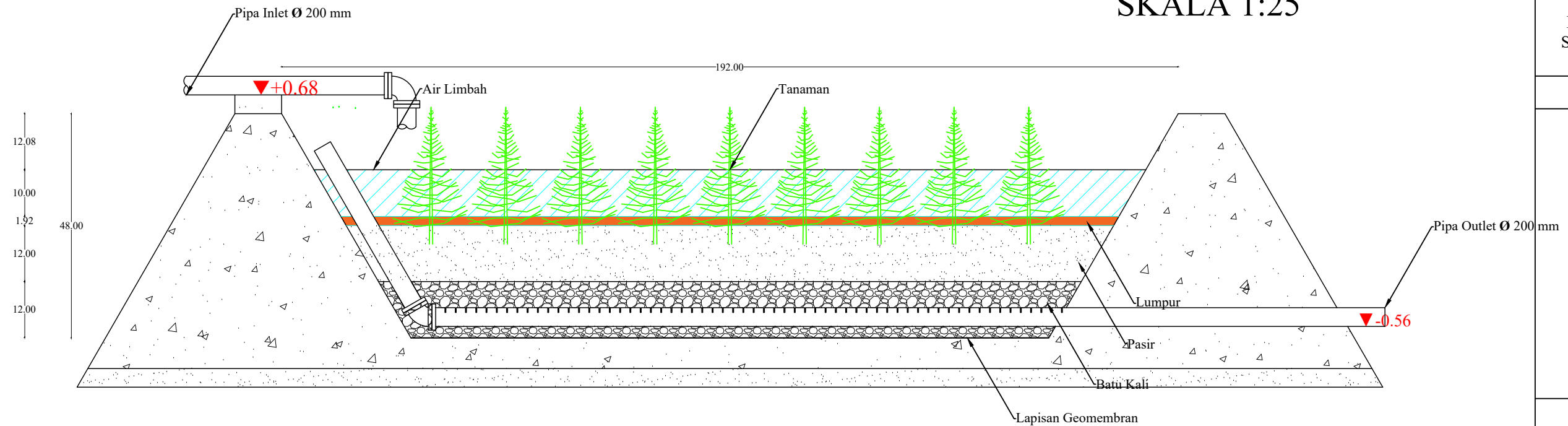
Denah dan Potongan  
Wetland

Skala No. Gambar

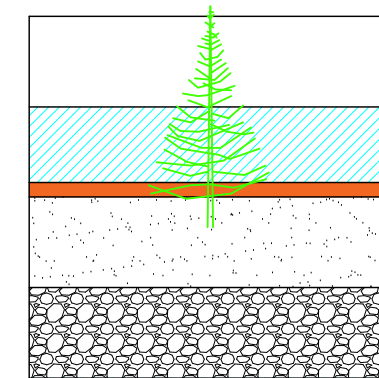
1:25 45



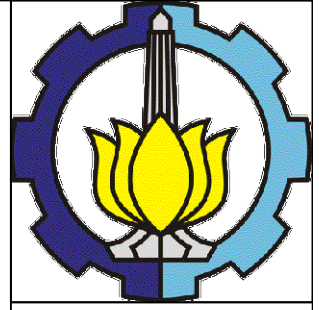
**DENAH CONSTRUCTED WETLANDS  
SKALA 1:25**



**POTONGAN A-A CONSTRUCTED WETLANDS  
SKALA 1:25**



**POTONGAN B-B CONSTRUCTED WETLANDS  
SKALA 1:25**



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

— Profil Muka Air

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

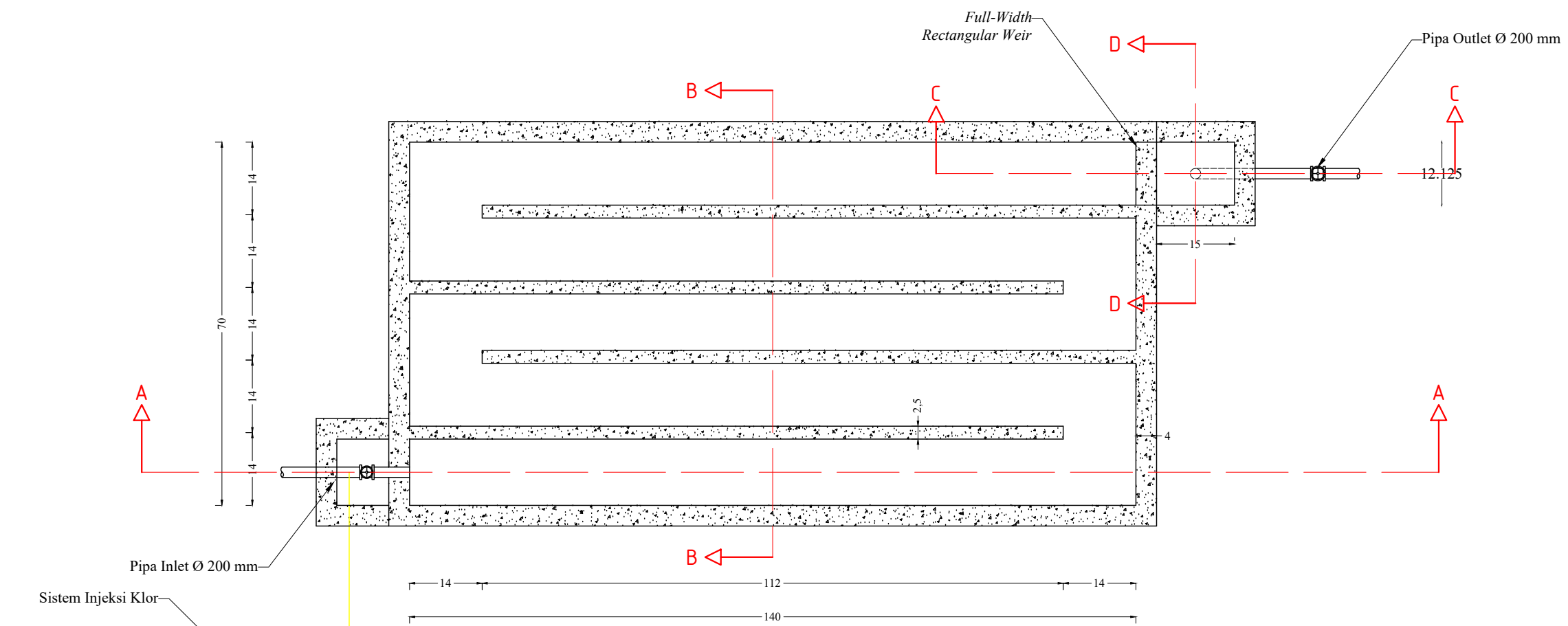
Denah dan Potongan  
Disinfeksi

Skala

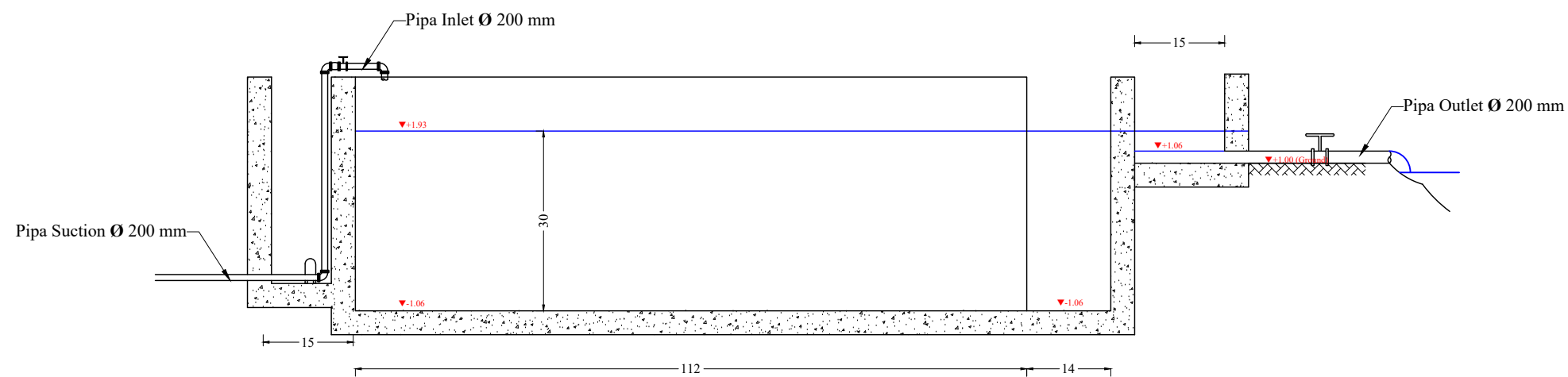
No. Gambar

1:100

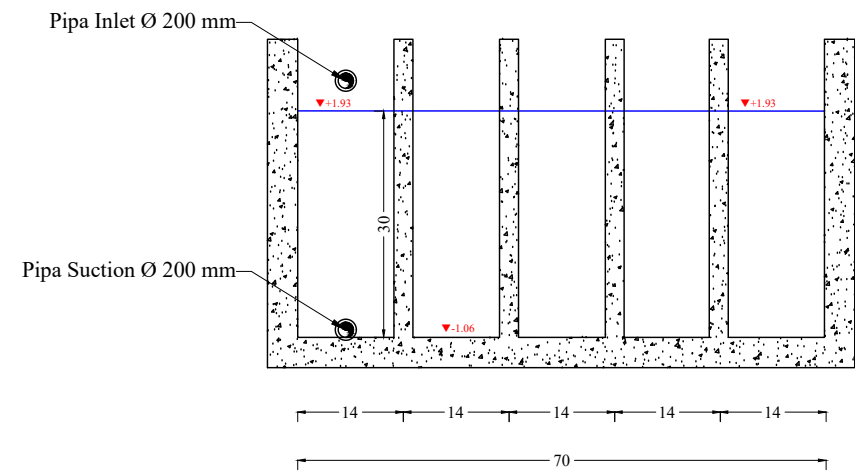
46



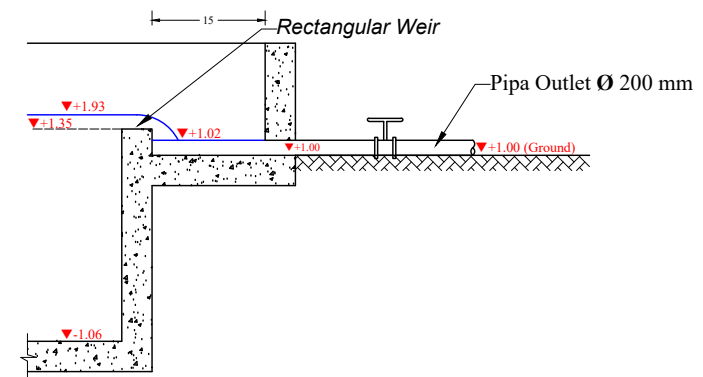
**DENAH BAK DISINFEKSI  
SKALA 1:100**



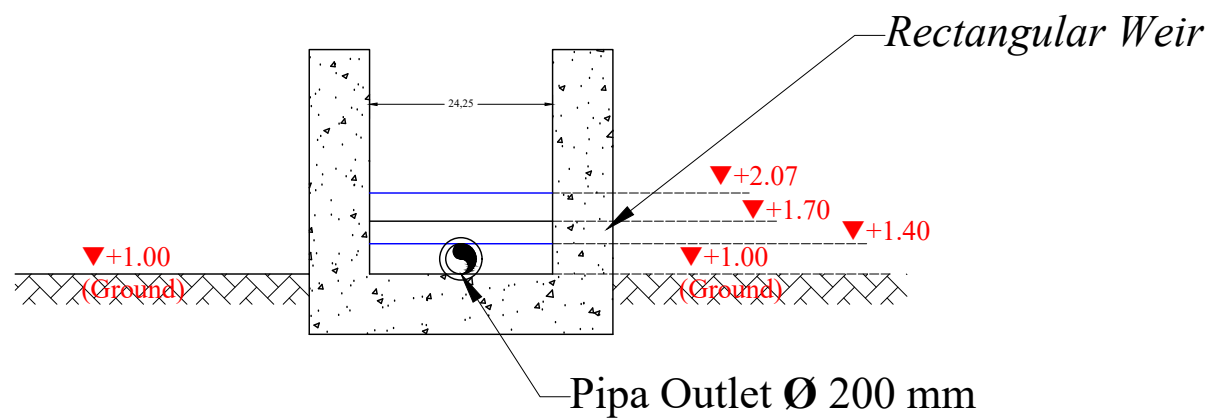
**POTONGAN A-A BAK DISINFEKSI  
SKALA 1:100**



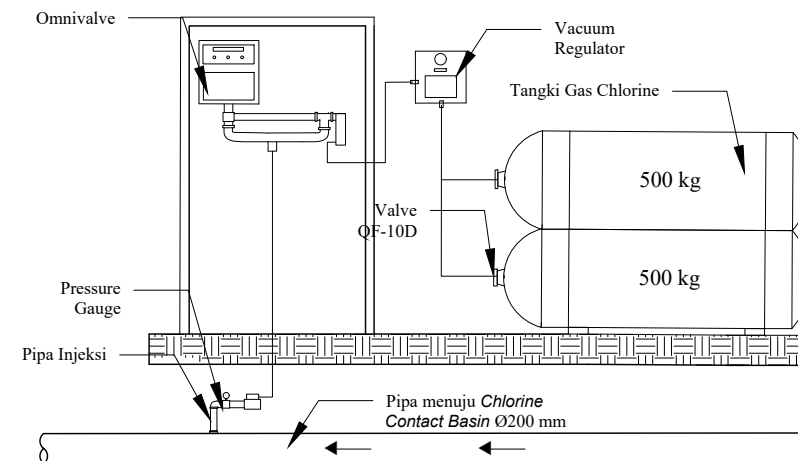
**POTONGAN B-B BAK DISINFEKSI  
SKALA 1:100**



**POTONGAN C-C BAK DISINFEKSI  
SKALA 1:100**



**POTONGAN D-D BAK DISINFEKSI  
SKALA 1:100**



**SISTEM INJEKSI KLOOR  
SKALA 1:50**



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

— Profil Muka Air

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

Potongan Disinfeksi dan  
Sistem Injeksi Klor

Skala

No. Gambar

-

47



Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

— Profil Muka Air

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

Judul Gambar

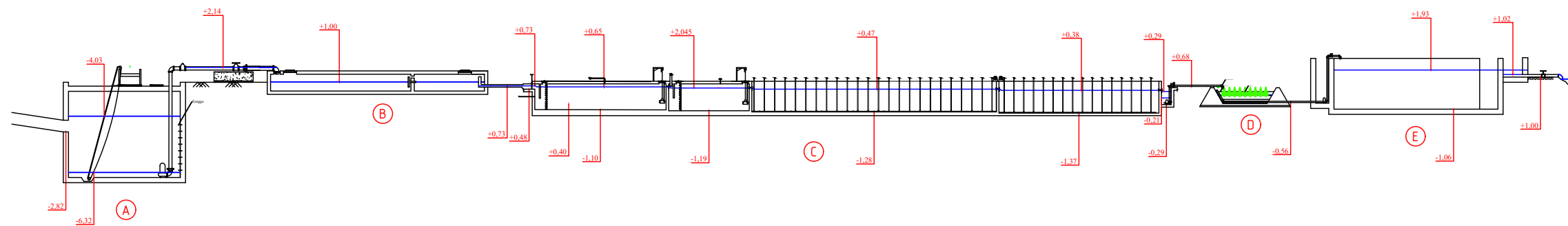
Profil Hidrolis IPAL

Skala

No. Gambar

Tanpa  
Skala

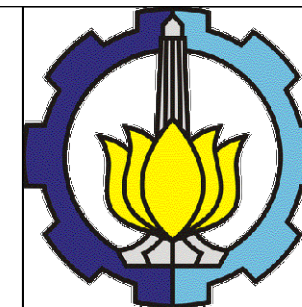
48



Keterangan:

- A. Sumur Pengumpul
- B. Bak Penangkap Lemak
- C. *Moving Bed Biofilm Reactor*
- D. *Constructed Wetlands*
- E. Bak Disinfeksi





Judul Tugas

Tugas Akhir Perencanaan

Departemen

Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil,  
Perencanaan,  
dan Kebumihan  
Institut Teknologi  
Sepuluh Nopember

Legenda

— Aliran Air

Mahasiswa

Margaret Elvira Kusuma  
0321184000050

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono,  
Dipl.SE., M.Sc., Ph.D

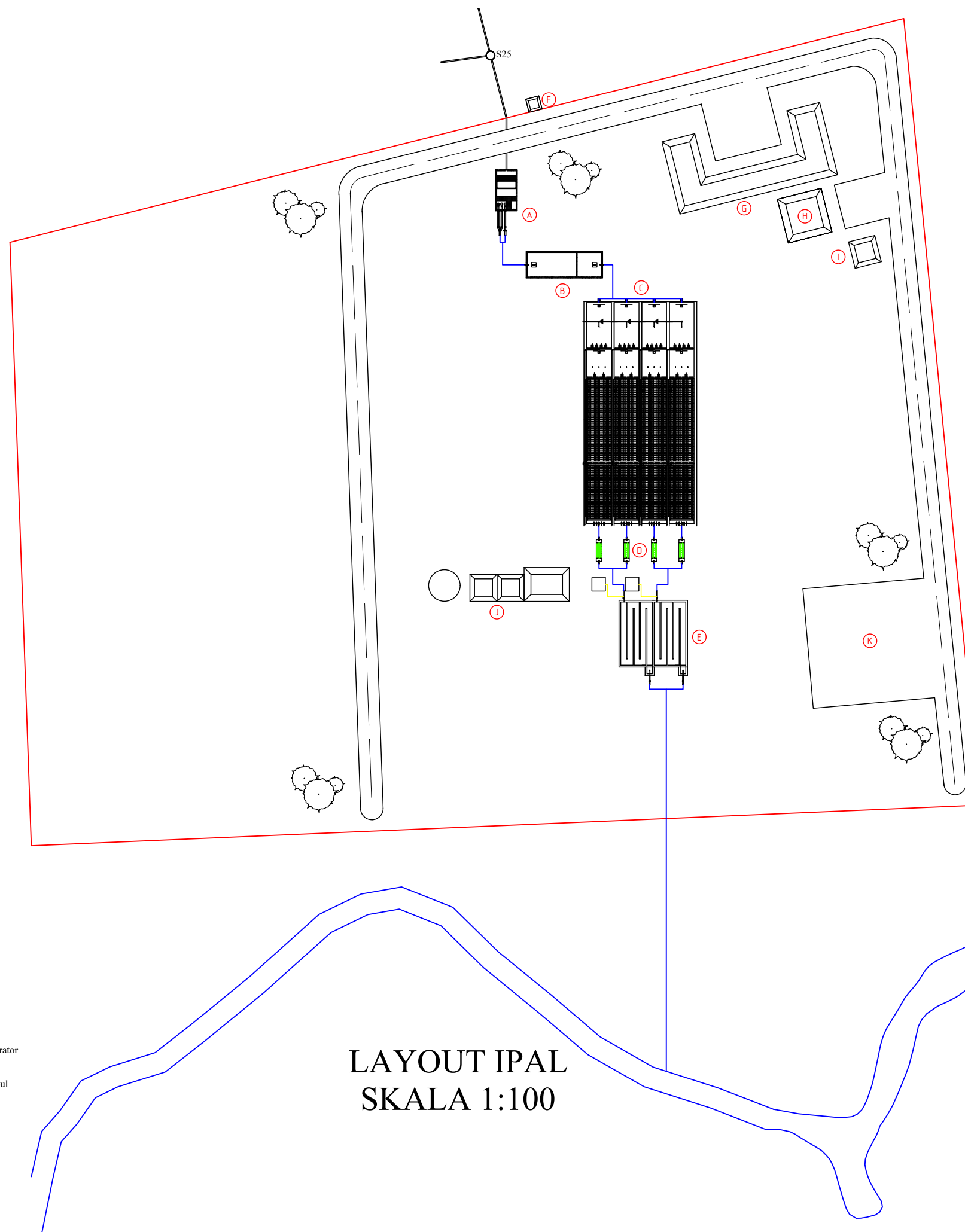
Judul Gambar

Layout IPAL

Skala No. Gambar

1:1000

49



LAYOUT IPAL  
SKALA 1:100

Keterangan:

- A. Sumur Pengumpul
- B. Bak Penangkap Lemak
- C. Moving Bed Biofilm Reactor
- D. Constructed Wetlands
- E. Bak Disinfeksi
- F. Pos Jaga
- G. Kantor
- H. Laboratorium
- I. Gudang
- J. Ruang Kontrol, Penyimpanan Klor, Generator Set, Tangki Bahan Bakar
- K. Lahan Parkir
- S25: Manhole Pertigaan sebelum Sumur Pengumpul



**KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : Margaret Elvira Kusuma  
NRP : 03211840000050  
Judul : Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah dan Instalasi Pengolahan Air Limbah Kecamatan Medokan Ayu, Surabaya

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1	4 Januari 2022	Pemilihan judul TA	
2	6 Januari 2022	Alternatif pengolahan IPAL	
3	14 Januari 2022	Pendahuluan proposal TA	
4	19 Januari 2022	Data data awal yang diperlukan	
5	14 Februari 2022	Revisi proposal TA	
6	19 Februari 2022	Metode pengambilan data	
7	19 April 2022	Alternatif Lahan IPAL	
8	24 April 2022	Peta Jaringan SPAL dan Lahan IPAL	
9	13 Juni 2022	Kualitas Air Limbah dan Alternatif Pengolahan	
10	17 Juni 2022	Alternatif Pengolahan serta Pertimbangan Pemilihan Teknologi Pengolahan IPAL	
11	26 Juni 2022	Gambar Denah Bak Penangkap Lemak	

Surabaya, 26 Juni 2022  
Dosen Pembimbing

Ir. Eddy S. Soedjono, Dipl.SE., M.Sc., Ph.D.  
NIP. 196003081989031001

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



PTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR  
 Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS: RE184804 (0/6/0)  
 No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03  
 Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing  
 Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Kamis, 7 Juli 2022  
 Pukul : 14.45 - 16.00 WIB  
 Lokasi : TL-101  
 Judul : Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah dan Instalasi Pengolahan Air Limbah di Kelurahan Medokan Ayu, Surabaya  
 Nama : Margaret Elvira Kusuma  
 NRP : 03211840000050  
 Topik : Perencanaan

Nilai TOEFL : 547

Tanda Tangan

*[Handwritten Signature]*

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Seminar Proposal Tugas Akhir
1.	Persiapan pembuatan paper/artikel : Penulis : Kusuma + soedjono + rizky del up sejewis. soedjono sbg corresponding author.
2.	Artikel dalam Bhs Indo: < 15 hal: tabung 12 + 1,5 spasi.
3.	Bdhn disajikan di jurnal atau seminar.
4.	Judul : Perencanaan SPALD-T di Kel. Medokan Ayu.
5.	Methods: siapkan peta Jatim & peta kelurahan.
6.	<del>Gjelan</del> Ada peta jaringan + blakan IPAL.
7.	Siapkan horil & L Belokang-nya.
8.	Di L Belk sefidoknya ada 2 literatur pak robot.
9.	Jelaskan why SPALD-T di Slogy?

Dosen Pembimbing menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana  
 Formulir ini harus mahasiswa bawa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing  
 Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan:

1. Lulus Ujian Tugas Akhir
2. Harus mengulang Ujian Tugas Akhir di semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengganti Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Dosen Pembimbing  
 Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE, M.Sc., Ph.D.

*[Handwritten Signature]*

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03  
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji  
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Kamis, 7 Juli 2022  
Pukul : 14.45 - 16.00 WIB  
Lokasi : TL-101  
Judul : Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah dan Instalasi Pengolahan Air Limbah di Kelurahan Medokan Ayu, Surabaya  
Nama : Margaret Elvira Kusuma  
NRP : 03211840000050  
Topik : Perencanaan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1	hal 32 profil pipa air limbah konvensional dijelaskan
2	profil hidrolik hal 74 diperbaiki/dihapus

Dosen Pembimbing menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus mahasiswa bawa saat asistensi kepada Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji

Dosen Penguji

Ir. Bowo Djoko Marsono, M.Eng.

Dosen Pembimbing

Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE, M.Sc., Ph.D.

(Margaret Elvira Kusuma)  
(Eddy Setiadi Soedjono)

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



**FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03**  
**Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji**  
**Ujian Tugas Akhir**

Hari, tanggal : Kamis, 7 Juli 2022  
 Pukul : 14.45 - 16.00 WIB  
 Lokasi : TL-101  
 Judul : Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah dan Instalasi Pengolahan Air Limbah di Kelurahan Medokan Ayu, Surabaya  
 Nama : Margaret Elvira Kusuma  
 NRP : 03211840000050  
 Topik : Perencanaan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1.	Perhitungan alternatif diperbaiki
2.	Gambar diperbaiki

Dosen Pembimbing menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana  
 Formulir ini harus mahasiswa bawa saat asistensi kepada Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing  
 Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji

Dosen Penguji  
 Alfian Purnomo, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing  
 Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE, M.Sc., Ph.D.

*(Handwritten signatures)*



*Halaman ini sengaja dikosongkan*



**FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03**  
**Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji**  
**Ujian Tugas Akhir**

Hari, tanggal : Kamis, 7 Juli 2022  
 Pukul : 14.45 - 16.00 WIB  
 Lokasi : TL-101  
 Judul : Perencanaan Sistem Penyaluran Air Limbah dan Instalasi Pengolahan Air Limbah di Kelurahan Medokan Ayu, Surabaya  
 Nama : Margaret Elvira Kusuma  
 NRP : 0321184000050  
 Topik : Perencanaan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1.	Perbaiki profil hidrolis dan sumur pengumpul
2.	SR diperhatikan digambar ulang
3.	Pemilihan Instalasi IPAL dijelaskan.

Dosen Pembimbing menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana  
 Formulir ini harus mahasiswa bawa saat asistensi kepada Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing  
 Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji

Dosen Penguji  
 IDAA Warmadewanthi, S.T., M.T., Ph.D.

Dosen Pembimbing  
 Ir. Eddy Setiadi Soedjono, Dipl.SE, M.Sc., Ph.D.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

### **BIODATA PENULIS**



Penulis dengan nama Margaret Elvira Kusuma dilahirkan di Surabaya pada tanggal 6 April 2000, merupakan anak kedua dari 4 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SD Kristen Petra 9 Surabaya, SMP Kristen Petra 5 Surabaya, SMAN 15 Surabaya. Setelah lulus dari SMAN tahun 2018, Penulis mengikuti SBMPTN dan diterima di Departemen Teknik Lingkungan FT-SPK - ITS pada tahun 2018 dan terdaftar dengan NRP 03211840000050.

Di Departemen Teknik Lingkungan, penulis aktif mengikuti berbagai kepanitiaan dan organisasi beberapa diantaranya yaitu Staff Sie Pembinaan PKMBK PMK ITS tahun 2019/2020, Sekretaris Malam Seni 2019, Sekretaris dan Bendahara Divisi PSDM HMTL ITS 2020-2021, dan Bendahara Environation 2020, serta kegiatan kepanitiaan lainnya di ITS. Bagi pembaca yang ingin berdiskusi, memberikan saran, dan kritik mengenai Tugas Akhir ini dapat disampaikan melalui [margaretelvira@gmail.com](mailto:margaretelvira@gmail.com).