



TUGAS AKHIR TERAPAN

EVALUASI SISTEM DRAINASE MOROKREMBANGAN KOTA SURABAYA

BAYU SATRIA WICAKSANA PURTONO
NRP. 3111 030 033

RADEA DEWANGGA PUTRA
NRP. 3113 030 050

Dosen Pembimbing
TATAS, MT.
NIP.19800621 200501 1 002

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016



FINAL PROJECT

EVALUATION DRAINAGE SYSTEM OF MOROKREMBANGAN SURABAYA

**BAYU SATRIA WICAKSANA PURTONO
NRP. 3111 030 033**

**RADEA DEWANGGA PUTRA
NRP. 3113 030 050**

Supervisor :

**TATAS, MT.
NIP.19800621 200501 1 002**

**Diploma III of Civil Engineering
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016**

LEMBAR PENGESAHAN

EVALUASI SISTEM DRAINASE MOROKREMBANGAN KOTA SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik
Pada
Konsentrasi Bangunan Air
Program Studi Diploma III Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Disusun Oleh :

Mahasiswa I :

BAYU SATRIA W. P.
NRP. 3111.030.033

Mahasiswa II :

RADEA DEWANGGA P.
NRP. 3113.030.050

Disetujui oleh :
Dosen Pembimbing

TATAS, MT.

03 AUG 2016



**LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini saya :

Nama : Bayu Satria W.P / Raden Dewangga P ✓
Nrp. : 3111030033 / 3113030050
Jurusan / Fak. : Bangunan Air Diploma 3 Teknik Sipil / FTSP-ITS
Alamat kontak :
a. Email : Sadeadewangga@gmail.com
b. Telp/HP : 085746790799

Menyatakan bahwa semua data yang saya *upload* di Digital Library ITS merupakan hasil final (revisi terakhir) dari karya ilmiah saya yang sudah disahkan oleh dosen penguji. Apabila dikemudian hari ditemukan ada ketidaksesuaian dengan kenyataan, maka saya bersedia menerima sanksi.

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan **Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif (Non-Exclusive Royalty-Free Right)** kepada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya atas karya ilmiah saya yang berjudul :

EVALUASI SISTEM DRAINASE MOROKEMBANGAN
KOTA SURABAYA

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta. Saya bersedia menanggung secara pribadi, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya Ilmiah saya ini tanpa melibatkan pihak Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Surabaya

Pada tanggal : 03 - 08 - 2016.

Yang menyatakan,


Bayu Satria W.P. /Raden Dewangga P

Nrp. 3111030033

3113030050



KETERANGAN :

Tanda tangan pembimbing wajib dibubuh stempel jurusan.

Form dicetak dan diserahkan di bagian Pengadaan saat mengumpulkan hard copy TA/Tesis/Disertasi.

EVALUASI SISTEM DRAINASE MOROKREMBANGAN KOTA SURABAYA

Nama Mahasiswa : Bayu Satria Wicaksana Purtono
NRP : 3111030033
Nama Mahasiswa : Radea Dewangga Putra
NRP : 3113030050
Jurusan : D III Teknik Sipil FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Tatas, MT.

ABSTRAK

Berdasarkan peninjauan lapangan oleh Dinas Pekerjan Umum Bina Marga Kota Surabaya, Wilayah Morokrembangan dan Sekitarnya merupakan kawasan rawan bencana banjir. Daerah ini sangat padat dengan pemukiman dan industri, terdapat banyak perumahan dan juga pertokoan. Untuk mengetahui penyebab dari banjir dan genangan di kawasan ini perlu dilakukan survei lapangan dari dua titik rumah pompa yang akan ditinjau.

Sistem drainase yang di normalisasi hanya yang berhubungan langsung dengan wilayah Morokrembangan Surabaya. Dimana yang di normalisasi meliputi dimensi saluran, kapasitas saluran dan volume kebutuhan kolam tumpang Rumah Pompa Ikan Mungsing. Tahapan perhitungan meliputi perhitungan curah hujan rencana menggunakan Metode Log Person Type III, perhitungan waktu konsentrasi menggunakan rumus Kirpich Formula, perhitungan debit banjir rencana menggunakan rumus Metode Rasional dan juga menggunakan perhitungan volume kolam tumpang. Kemudian dapat diketahui berapa volume kolam tumpang Ikan Mungsing setelah Saluran Morokrembangan di normalisasi.

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan, debit benjir rencana yang melimpas di Saluran Sekunder Morokrembangan 4 periode ulang 5 tahun sebesar $21.13 \text{ m}^3/\text{detik}$. Kapasitas eksisting Saluran Sekunder Morokrembangan 4 setelah di normalisasi

dengan lebar saluran 3.937 m, kedalaman saluran 0.491 m, kemiringan dasar saluran 0.011 dan panjang saluran 160.69 m adalah 21.60 m^3/detik . Kapasitas pompa air eksisting Ikan Mungsing sebesar 1.5 m^3/detik dengan jumlah pompa banjir 1 unit. Menambah 5 pompa berkapasitas 3 m^3/detik dan merubah dimensi bak tumpung Rumah Pompa Ikan Mungsing dengan dimensi $P = 7 \text{ m}$, $L = 8 \text{ m}$, $T = 7 \text{ m}$ (Volume = 392 m^3) .

Kata Kunci: Banjir, Pompa Banjir, Banjir Morokrembangan.

EVALUATION DRAINAGE SYSTEM OF MOROKREMBANGAN SURABAYA

<i>Student I</i>	: Bayu Satria Wicaksana Purtomo
<i>NRP</i>	: 3111030033
<i>Student II</i>	: Radea Dewangga Putra
<i>NRP</i>	: 3113030050
<i>Department</i>	: D III of Civil Engineering FTSP-ITS
<i>Supervisor</i>	: Tatas, MT.

ABSTRACT

Based on field survey by the Department of Public Highways the job of Surabaya, regional Morokrembangan area is an area prone to flood. The area is many of population with settlements and industry, there are many houses and shops. To find out the causes of flooding and inundation in the region needs to do a field survey of two points of the pump house will be reviewed.

Drainage system in the normalization only that relates directly to the territory Morokrembangan Surabaya. Where is that in the normalization of covering the dimensions of the channel, the channel capacity and volume capacity needs of an Ikan Mungsing Pump House. Stages calculation includes the calculation of rainfall using a method plan Log Person Type III, the computation time of concentration using method of Kirpich Formula, the calculation of flood discharge plan using Rational Method formula and also use the volume calculation capacity of the pool. Then it can be seen how the volume capacity of the storage of Ikan Mungsing after channel Morokrembangan in normalization.

Based on the analysis and calculation, flood discharge overflow channel 4 Morokrembangan secondary return period of 5 years at $21.13 \text{ m}^3/\text{sec}$. Existing capacity Morokrembangan secondary channel 4 after normalization with a channel width of 3.937 m, 0.491 m channel depth, bottom slope channel 0.011 and the channel length 160.69 m is $21.60 \text{ m}^3/\text{sec}$. The capacity of the

existing water pump Ikan Mungsing of 1.5 m³/sec by the number of flood pumps 5 unit. Adding one pump with a capacity of 3 m³/sec and change dimensions of tub capacity Pump House Ikan Mungsing with dimensions P = 7 m, L = 8 m, T = 7 m (volume = 392 m³).

Keywords: Flood, Flood Pumps, Flood Morokrembangan.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun Tugas Akhir ini dengan judul “EVALUASI SISTEM DRAINASE MOROKREMBANGAN KOTA SURABAYA”. Sesuai dengan kurikulum yang ada di Program Studi Diploma III Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Dalam Penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kepada Tuhan kami Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan tuntunanya untuk menyelesaikan Tugas Akhir kami.
2. Kedua orang tua penulis atas doa dan dukungannya yang tak terhingga.
3. Bapak Machsus, ST., MT., selaku Koordinator Program Studi Diploma III Teknik Sipil –ITS
4. Bapak Tatas, MT., selaku Dosen Pembimbing kami yang telah banyak membantu kami dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Segenap Bapak / Ibu Dosen dan Karyawan DIII Teknik Sipil FTSP – ITS.
6. Teman – teman & semua pihak yang telah memberikan saran serta masukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Semua pihak yang telah membantu kami dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu, atas segala bantuan dan dukungannya.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa manusia tidak luput dari kekhilafan, demikian juga dengan penulisan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dalam mencapai kesempurnaan. Oleh karena itu penulis menerima semua kritik dan saran dari semua pihak untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Harapan penulis, semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua khususnya yang bergerak pada bidang Teknik Sipil. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surabaya,

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat	3
1.6 Lokasi studi	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sungai Brantas	5
2.1.1 Kali Mas	5
2.2 SDMP (<i>Surabaya Drainage Master Plan</i>).....	6
2.2.1 Drainase Morokrembangan	6
2.2.2 Boezem.....	8
2.2.3 Pompa.....	8
2.3 Tinjauan Lokasi Studi	9
BAB III LANDASAN TEORI	17

3.1. Analisa Hidrologi.....	17
3.1.1. Curah Hujan Rata – Rata Harian	17
3.1.2. Analisa Curah Hujan Harian Maksimum Rencana	19
3.1.3. Uji Kecocokan Distribusi Frekuensi	23
3.1.4. Debit Banjir Rencana.....	25
3.1.5. Koefisien Pengaliran (C).....	27
3.1.6. Intensitas Hujan	29
3.2. Analisa Hidrolika	32
3.2.1. Perencanaan Saluran Drainase.....	32
3.2.2. Spesifikasi Pompa.....	37
3.3. Metodologi	39
3.3.1. Langkah Penyusunan.....	39
3.3.2. Persiapan	39
3.3.2. Survey Lapangan	39
3.3.3. Studi Literatur	39
3.3.4. Pengumpulan Data	39
3.3.5. Pengolahan Data	41
3.3.6. Analisa dan Pembahasan.....	41
3.3.7. Pemecahan Masalah.....	41
3.3.8. Diagram Alir Metodologi (Flow Chart).....	42
BAB IV ANALISIS DATA	45
4.1 Analisis Hidrologi	45
4.1.1 Curah Hujan Harian Maksimum	45
4.1.2 Curah Hujan Rencana	46

4.1.3 Analisa Frekuensi.....	48
4.1.4 Distribusi Probabilitas.....	53
4.1.5 Uji Kecocokan.....	58
4.1.6 Koefisien Pengaliran (C).....	69
4.1.7 Periode Ulang Hujan	73
4.1.8 Perhitungan Intensitas Curah Hujan (I).....	73
4.1.9 Debit Rencana (Metode Rasional)	89
4.1.10Pembagian Debit Saluran Indrapura dan Saluran Jepara	90
4.2 Analisis Hidrolikा	99
4.2.1 Perhitungan Full Bank Capacity	99
4.2.2 Perbandingan Debit Rencana dengan Kapasitas Saluran Eksisting	107
4.3 Penanggulangan Banjir	109
4.3.1 Perencanaan Dimensi Saluran dengan Normalisasi Saluran	109
4.3.2 Perhitungan Volume Kolam Tampung Ikan Mungsing	114
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	127
5.1 Kesimpulan.....	127
5.2 Saran	127
DAFTAR PUSTAKA	129
BIODATA PENULIS	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Studi.....	3
Gambar 2.1 Peta Lokasi Daerah Pesapen.....	10
Gambar 2.2 Saluran Pesapen.....	11
Gambar 2.3 Saluran Indrapura.....	11
Gambar 2.4 Saluran Ndapukan.....	12
Gambar 2.5 Saluran Morokrembangan.....	12
Gambar 2.6 Rumah Pompa I (Daerah Pesapen).....	12
Gambar 2.7 Peta Lokasi Daerah Morokrembangan.....	13
Gambar 2.8 Technical Screen Boezem Morokrembangan.....	14
Gambar 2.9 Rumah Pompa II (Daerah Morokrembangan).....	15
Gambar 2.10 Bypass Saluran Morokrembangan Hilir.....	15
Gambar 2.11 Boezem Morokrembangan.....	15
Gambar 3.1 Dimensi Saluran Trapesium.....	35
Gambar 3.2 Dimensi Saluran Persegi.....	36
Gambar 3.3 Diagram Alir Metodologi (Flow Chart).....	42
Gambar 4.1 Pembagian Debit Saluran Indrapura 4.....	92
Gambar 4.2 Grafik Perbandigan Debit Pompa Dan Debit Puncak Morokrembangan.....	115
Gambar 4.3 Segitiga T1 dan T2.....	117
Gambar 4.4 Volume Bak Pompa (Arsiran Biru).....	118
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Volume dan Tinggi Bak Pompa.....	119
Gambar 4.6 Grafik Gambar 4.4 Grafik h vs t.....	122

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Nilai Koefisien Penyebaran Hujan (β).....	27
Tabel 3.2 Nilai Koefisien Pengaliran (C).....	28
Tabel 3.3 Harga Koefisien Kekasaran Manning (n).....	33
Tabel 3.4 Kapasitas Pompa.....	37
Tabel 4.1 Curah Hujan Harian Maksimum Catchment Area Morokrembangan (STA. Perak).....	45
Tabel 4.2 Curah Hujan Harian Maksimum Catchment Area Morokrembangan (STA. Gubeng).....	46
Tabel 4.3 Perhitungan Curah Hujan Harian Rata-rata (STA. Perak).....	47
Tabel 4.4 Perhitungan Curah Hujan Harian Rata-rata (STA. Gubeng).....	47
Tabel 4.5 Analisa Frekuensi Distribusi Hujan (STA. Perak).....	48
Tabel 4.6 Rekapitulasi Perhitungan Nilai Cs dan Ck (STA. Perak).....	51
Tabel 4.7 Analisa Frekuensi Distribusi Hujan (STA. Gubeng).....	51
Tabel 4.8 Rekapitulasi Perhitungan Nilai Cs dan Ck (STA. Gubeng).....	53
Tabel 4.9 Analisa Frekuensi Distribusi Log Person Type III (STA. Perak).....	54
Tabel 4.10 Nilai K Distribusi Log Person Type III.....	55
Tabel 4.11 Analisa Frekuensi Distribusi Log Person Type III (STA. Gubeng).....	57
Tabel 4.12 Perhitungan Deviasi Standard (STA. Perak).....	59
Tabel 4.13 Perhitungan Nilai Peluang P (STA. Perak).....	60
Tabel 4.14 Perhitungan Chi Kuadrat (STA. Perak).....	61

Tabel 4.15 Perhitungan Deviasi Standard (STA. Gubeng).....	62
Tabel 4.16 Perhitungan Nilai Peluang P (STA. Gubeng).....	63
Tabel 4.17 Perhitungan Chi Kuadrat (STA. Gubeng).....	64
Tabel 4.18 Perhitungan D_{max} (STA. Perak).....	66
Tabel 4.19 Perhitungan D0 Kritis (STA. Perak).....	66
Tabel 4.20 Perhitungan D_{max} (STA. Gubeng).....	68
Tabel 4.21 Perhitungan D0 Kritis (STA. Gubeng).....	68
Tabel 4.22 Perhitungan Koefisien Pengaliran (C).....	70
Tabel 4.23 Perhitungan Koefisien Pengaliran (C) DAS Sekunder.....	72
Tabel 4.24 Perhitungan Kecepatan Aliran (V).....	76
Tabel 4.25 Kekasaran Manning (n).....	79
Tabel 4.26 Perhitungan (Tf).....	80
Tabel 4.27 Lembar A Perhitungan T0.....	83
Tabel 4.28 Lembar B Perhitungan T0 dn Tc Terpilih.....	86
Tabel 4.29 Koefisien Penyebaran Hujan (β).....	89
Tabel 4.30 Lembar A Perhitungan Metode Rasional Q2 dan Q5 Tahun.....	93
Tabel 4.31 Lembar B Perhitungan Metode Rasional Q2 dan Q5 Tahun.....	96
Tabel 4.32 Perhitungan Kapasitas Eksisting.....	103
Tabel 4.33 Perbandingan Debit Rencana dengan Kapasitas Eksisting Periode 2 Tahun dan 5 Tahun.....	107
Tabel 4.34 Perhitungan Normalisasi Saluran Periode Ulang 2 Tahun dan 5 Tahun.....	111
Tabel 4.35 Hubungan Volume dan Tinggi Bak Pompa.....	119
Tabel 4.36 Perhitungan Volume yang Melimpas.....	121
Tabel 4.37 Perhitungan Volume yang Melimpas dan Waktu Pemompaan dengan 6 Pompa Berkapasitas $3 \text{ m}^3/\text{detik}$	123
Tabel 4.38 Petunjuk Pengoperasian Pompa.....	124

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan pembangunan di Surabaya yang saat ini sedang tumbuh dengan pesat perlu diimbangi dengan fasilitas yang memadai untuk mencegah terjadinya banjir maupun genangan. Ada tidaknya banjir dan genangan juga merupakan suatu pertimbangan tersendiri bagi setiap orang dalam memilih tempat tinggal.

Berdasarkan peninjauan lapangan oleh Dinas Pekerjan Umum Bina Marga Kota Surabaya, Wilayah Morokrembangan dan Sekitarnya merupakan kawasan rawan bencana banjir. Daerah ini sangat padat dengan pemukiman dan industri, terdapat banyak perumahan dan juga pertokoan. Untuk mengetahui penyebab dari banjir dan genangan di kawasan ini perlu dilakukan survey lapangan dari dua titik rumah pompa yang akan ditinjau.

Dari hasil survey ada saluran yang tidak mampu menampung debit yang dikeluarkan oleh Rumah Pompa I (Daerah Pesapen). Banjir tersebut dikarenakan estafet rumah pompa yang tidak seimbang. Rumah Pompa I mengeluarkan debit yang besar, dan Rumah Pompa II (Daerah Morokrembangan) menerima debit yang besar, tetapi Rumah Pompa II hanya mengeluarkan debit yang terhitung kecil untuk dibuang ke Boezem Morokrembangan. Untuk memperbaiki keadaan tersebut, maka perlu dilakukan evaluasi pada Rumah Pompa II dan saluran yang tidak mampu menampung debit dari Rumah Pompa I. Untuk menanggulangi banjir yang terjadi, maka dilakukan evaluasi dimensi saluran dan pompa.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dan identifikasi masalah dari latar belakang yang telah penulis uraikan diatas, maka permasalahan dalam studi ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Berapa debit rencana di Saluran Pesapen, Saluran Indrapura, Saluran Ndapukan dan Saluran Morokrembangan ?
2. Berapa kapasitas saluran eksisting ?
3. Berapa debit kebutuhan kolam tumpung di Rumah Pompa II ?

1.3 Tujuan

Tujuan yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Menghitung debit rencana di Saluran Pesapen, Saluran Indrapura, Saluran Ndapukan dan Saluran Morokrembangan.
2. Menghitung kapasitas saluran eksisting.
3. Menghitung debit kebutuhan kolam tumpung di Rumah Pompa II.

1.4 Batasan Masalah

Hal-hal yang akan dilakukan pada penulisan Tugas Akhir ini dibatasi pada masalah yang akan dibahas, yaitu :

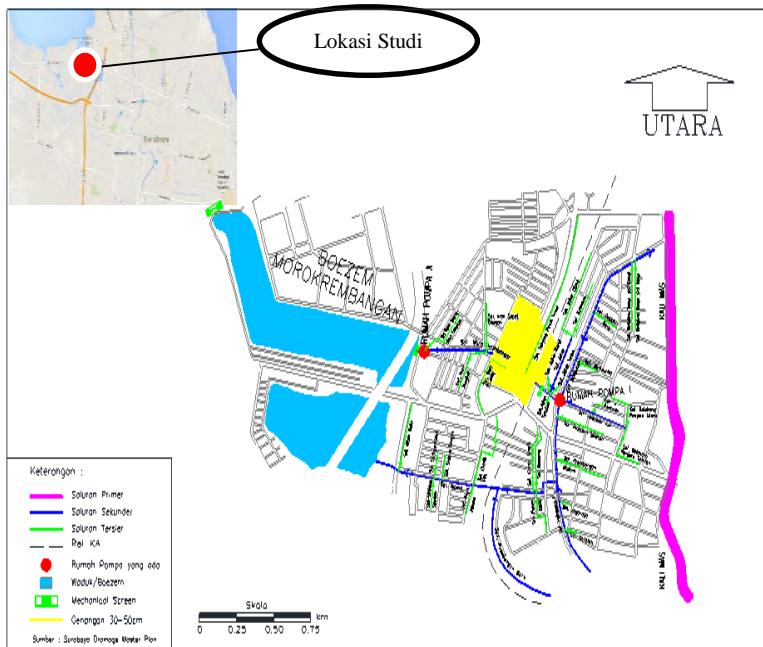
1. Perhitungan analisa hidrologi untuk mencari besar debit banjir yang terjadi.
2. Perhitungan debit dari air hujan berdasarkan hujan yang terjadi di kawasan tersebut.
3. Dimensi saluran di Kawasan Pesapen dan Saluran Morokrembangan.
4. Perhitungan debit kebutuhan kolam tumpung.

1.5 Manfaat

Tugas akhir ini diharapkan bermanfaat sebagai masukan untuk Pemkot Surabaya bagaimana operasional pompa yang seharusnya dalam mengatasi banjir di Kota Surabaya.

1.6 Lokasi studi

Lokasi studi berada di Daerah Pesopen dan Daerah Morokrembangan Surabaya yang lebih tepatnya berada di wilayah Surabaya Utara. Seperti terlihat pada Gambar 1.1 Lokasi Studi berikut ini :



Gambar 1. 1 Lokasi Studi

“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sungai Brantas

Sungai Brantas adalah sebuah sungai di Jawa Timur yang merupakan sungai terpanjang kedua di Pulau Jawa setelah Bengawan Solo. Sungai Brantas bermata air di Desa Sumber Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu, yang berasal dari simpanan air Gunung Arjuno, lalu mengalir ke Malang, Blitar, Tulungagung, Kediri, Jombang, Mojokerto. Di Kabupaten Mojokerto sungai ini bercabang dua menjadi Kali Mas (ke arah Surabaya) dan Kali Porong (ke arah Porong, Kabupaten Sidoarjo). Kali Brantas mempunyai DAS seluas 11.800 km² atau $\frac{1}{4}$ dari luas Provinsi Jatim. Panjang sungai utama 320 km mengalir melingkari sebuah gunung berapi yang masih aktif yaitu Gunung Kelud. Curah hujan rata-rata mencapai 2.000 mm per-tahun dan dari jumlah tersebut sekitar 85% jatuh pada musim hujan. Potensi air permukaan pertahun rata-rata 12 miliar m³. Potensi yang termanfaatkan sebesar 2,6 sampai 3,0 miliar m³ per-tahun.

2.1.1 Kali Mas

Sungai Kali Brantas di Provinsi Jawa Timur yang mengalir dari hulu ke muara melalui beberapa wilayah kabupaten kota. Sungai ini pernah menjadi sarana transportasi air untuk angkutan kapal dan perahu di masa lampau. Pengaturan dan pengelolaannya oleh Pemerintah Pusat diserahkan kewenangannya kepada Pemerintah Provinsi (Pemprov) Jawa Timur. Mengingat salah satu fungsi air sungai adalah untuk kegiatan pertanian, maka pengelolaannya dilaksanakan oleh Dinas Pekerjaan Umum (PU) Pengairan Jawa Timur. Keberadaan anak Sungai Kali Brantas, yakni: Kali Surabaya dan Kalimas yang membentang di tengah

kota Surabaya. Kali Mas (Sungai Mas), adalah pecahan sungai Brantas yang berhulu di Kota Mojokerto, mengalir ke arah timur laut dan bermuara di Surabaya, menuju Selat Madura. Di beberapa tempat Kali Mas menjadi batas alam Kabupaten Sidoarjo dengan Kabupaten Gresik. Prinsipnya masih merupakan anak sungai untuk kebutuhan pertanian. Di samping untuk kebutuhan pertanian, juga sebagai bahan baku air minum dan kebutuhan industri yang berdiri di sekitar wilayah sungai. Semakin beragamnya fungsi dan pemanfaatan air sungai di Jawa Timur, khususnya Sungai Kali Brantas, maka Pemprov Jatim mendirikan perusahaan pengelola air sungai yang disebut PT.Jasa Tirta. Sedangkan Dinas PU Pengairan berfungsi mengelola badan sungai dan bantarnya.

Kali Mas pada saat sekarang masih berfungsi sebagai berikut:

1. Saluran irigasi untuk pengairan pertanian.
2. Pengendali banjir di musim hujan.
3. Sebagai pemasok air baku Kota Surabaya.
4. Sebagai sarana transportasi air.

2.2 SDMP (*Surabaya Drainage Master Plan*)

2.2.1 Drainase Morokrembang

Komponen prasarana pematusan yang terdapat di Kota Surabaya salain adanya Kali Mas yang membentang di pusat kota menuju ke laut arah utara dan Kali Wonokromo arah timur juga terdapat beberapa saluran pembuang dan beberapa rumah pompa yang melengkapi jaringan Drainase Morokrembang.

Prasarana pematusan yang dimiliki Surabaya antara lain adalah boezem yang terdapat di 3 lokasi yakni :

1. Boezem Kalidami, terletak di muara Kalidami. Boezem merupakan terminal aliran air dari 3 penjuru saluran yakni Utara : Saluran Bhaskarasari, Mulyosari,

- Dharmahusada; Selatan: Kejawan Keputih, ITS, Gebang dan Barat dari Kalidami, Kertajaya, Manyar Sabrangsan.
2. Boezem Bratang, terletak di muara Kali Sumo. Boezem ini dibantu dengan stasiun pompa Bratang, merupakan penampungan sementara air dari Kali Sumo yang alirannya menuju Kali Wonokromo.
 3. Boezem Morokrembangan, termasuk dalam wilayah drainase Surabaya Barat. Merupakan muara dari saluran-saluran pematusan yang ada di bagian barat.

Daerah genangan terdapat 148 daerah. Banjir yang terjadi melebihi waktu 2 hari terjadi di beberapa lokasi dalam daerah drainase sistem Kebonagung, Wonorejo, Kalibokor, Kalidami, dan kali Rungkut. Banjir melebihi waktu 6 jam juga terjadi pada daerah rendah Kedurus dan Medokan Semampir. Banjir terdalam adalah 120 cm terjadi pada sistem Wonorejo, sedangkan pada sistem saluran Gunungsari 100 cm, pada Jl. May. Jend. Sungkono 70 cm.

Sungai Brantas bercabang 2 yaitu Kali Porong dan Kali Surabaya yang mengalir dari Mojokerto ke Surabaya. Di Gunungsari kali Surabaya bergabang 2 lagi yaitu kali Mas dan Kali Wonokromo. Pembagian aliran ke Kali porong dan Kali Surabaya dilakukan dengan operasi pintu di Mlirip dan Dam Lengkong.

Drainase Morokrembangan diliputi oleh 17 saluran tersier dan 4 saluran sekunder. Sistem drainase di sub sistem Saluran Morokrembangan merupakan salah satu sistem drainase yang cukup lengkap, karena terdiri dari saluran tepi jalan, saluran sekunder, boezem dan pompa. Di sekitar Boezem Morokrembangan merupakan jalan tol arah Surabaya menuju Gresik, hal ini salah satu kendala jika nantinya Pemerintah Surabaya merencakan perluasan Boezem Morokrembangan untuk lebih meningkatkan pelayanan dalam mengatasi permasalahan banjir di Daerah Morokrembangan dan sekitarnya.

(Veroza, B. W., & Hernadi, R. 2015)

2.2.2 Boezem

Bila dilihat dari letak Kota Surabaya yang berada di dekat laut, maka dapat dikatakan bahwa Surabaya terletak di dataran rendah dengan ketinggian mendekati +0 m, SHVP (Surabaya Haven Vloed Peil). Ketinggian tersebut sejajar dengan permukaan air laut, bahkan ada beberapa daerah di Surabaya yang ketinggiannya di bawah air laut. Kondisi ini menyebabkan pembuangan air drainase sulit, sehingga apabila terjadi air laut pasang dan disaat yang bersamaan terjadi hujan lebat dalam waktu lama akan mengakibatkan terjadinya banjir.

Boezem Morokrembangan yang berada di pinggiran bagian utara Kota Surabaya memiliki luas total \pm 78,96 ha terbagi menjadi dua bagian, yaitu bagian utara dengan luas sekitar \pm 41,58 ha dan bagian selatan dengan luas sekitar \pm 39,13 ha. Boezem Morokrembangan merupakan boezem terluas di Surabaya dengan tangkapan aliran (catchment area) hampir mencapai 25% dari luas total Kota Surabaya. Kedalaman rata-rata boezem adalah 3 m. Dua bagian tersebut dihubungkan dengan saluran yang berada di bawah jalan raya Surabaya - Gempol. Di sebelah hilir boezem utara terdapat enam buah pintu hidrolis otomatis yang mengatur pembuangan air dari boezem ke laut. Apabila air laut surut, pintu akan membuka secara otomatis dan permukaan air di boezem akan turun karena air dari boezem mengalir ke laut. Pada prinsipnya pintu ini bekerja apabila muka air boezem lebih tinggi dari muka air laut.

2.2.3 Pompa

Sistem drainase yang tidak dapat sepenuhnya mengandalkan gravitasi sebagai faktor pendorong, maka perlu dilengkapi dengan rumah pompa. Rumah pompa ini berfungsi untuk membantu mengeluarkan air dari kolam penampung banjir maupun langsung dari saluran drainase pada saat air tidak dapat mengalir secara

gravitasi. Disamping itu fungsi dari rumah pompa disekitar Morokrembangan juga penting untuk mengantisipasi banjir di Daerah Pesapen. Rumah pompa tersebut setidaknya menjadi tempat saluran air saat curah hujan di Morokrembangan cukup tinggi.

2.3 Tinjauan Lokasi Studi

Lokasi studi dari proyek akhir ini adalah Kelurahan Morokrembangan, Kecamatan Kremlangan, Surabaya, Jawa Timur. Seperti pada *Gambar 2.1* dan *Gambar 2.7* wilayah ini cukup padat dengan pemukiman dan pertokoan, sehingga minim daerah resapan. Hal ini menyebabkan Wilayah Morokrembangan rawan dengan banjir. Secara geografis Kecamatan Kremlangan dibatasi oleh 4 kecamatan yaitu:

- Sebelah utara : Kecamatan Pabean Cantikan
- Sebelah timur : Kecamatan Kremlangan
- Sebelah selatan : Kecamatan Bubutan
- Sebelah barat : Kecamatan Asem Ngrowo



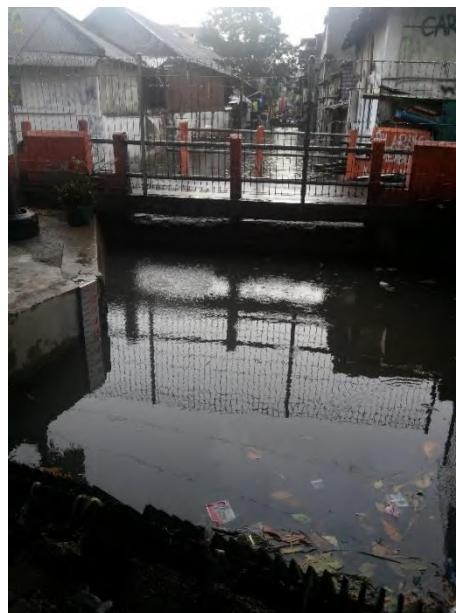
Gambar 2.1 Peta Lokasi Daerah Pesapen

- Lokasi Daerah Pesapen (Rumah Pompa I)

Pada lokasi Rumah Pompa I yang terletak pada Jalan Pesapen (**Gambar 2.5**), terdapat beberapa saluran yang mengalir menuju tampungan air Rumah Pompa I, yaitu : sebelah utara, Saluran Ndapukan (**Gambar 2.3**), sebelah timur, Saluran Indrapura (**Gambar 2.2**), sebelah selatan, Saluran Pesapen (**Gambar 2.1**). Setelah tampungan air yang menerima debit dari tiga saluran tersebut menunjukkan indikasi tertentu, air akan dibuang ke saluran melalui pipa ke Saluran Morokrembangan (**Gambar 2.4**).



Gambar 2.2 Saluran Pesapen (1)



Gambar 2.3 Saluran Indrapura (2)



**Gambar 2.4 Saluran
Ndapukan (3)**



**Gambar 2.5 Saluran
Morokrembangan
Hulu (4)**



Gambar 2.6 Rumah Pompa I (Daerah Pesapen) (5)



Gambar 2.7 Peta Lokasi Daerah Morokrembangan

- Lokasi Daerah Morokrembangan (Rumah Pompa II)

Pada lokasi Rumah Pompa II yang terletak pada Jalan Ikan Mungsing (**Gambar 2.7**), terdapat Saluran Morokrembangan yang mengalir menuju Rumah Pompa II dan menuju Bypass (**Gambar 2.8**) yang langsung ke Boezem Morokrembangan (**Gambar 2.9**). Sebelum air mengalir ke Boezem Morokrembangan, dari dua arah terdapat Technical Screen yang berfungsi untuk menyaring sampah dari Saluran Morokrembangan.



Gambar 2.8 Technical Screen ke Boezem Morokrembangan (1)



**Gambar 2.9 Rumah Pompa II
(Daerah Morokrembangan) (2)**



Gambar 2.10 Bypass Saluran Morokrembangan Hilir (3)



Gambar 2.11 Boezem Morokrembangan (4)

“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi merupakan analisa awal dalam perencanaan saluran drainase untuk mengetahui besarnya debit yang akan dialirkan, sehingga dapat ditentukan dimensi saluran tersebut secara ekonomis. Besar debit yang di pakai sebagai dasar perencanaan adalah debit rencana yang dapat dari debit hujan rencana pada periode ulang tertentu. Debit banjir rencana tidak boleh terlalu besar untuk menghindari ukuran bangunan yang terlalu besar dan tidak ekonomis.

Penetapan besarnya banjir rencana memang merupakan masalah pertimbangan hidro-ekonomis. Untuk memperkirakan besarnya debit banjir rencana yang sesuai, pengetahuan analisa hidrologi mempunyai peranan penting. Dalam perhitungan dapat digunakan data debit pada suatu sungai atau saluran atau data curah hujan yang nantinya akan diolah debit rencana.

3.1.1. Curah Hujan Rata – Rata Harian

Curah hujan yang diperlukan untuk suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata- rata daerah. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah atau daerah yang dinyatakan dalam (mm).

a. Metode Aritmatik

Metode Aritmatik didapat dengan mengambil nilai rata-rata hitung (*arithmetic mean*) pengukuran hujan di stasiun hujan didalam area cakupan, dan rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i$$

Dimana :

- \bar{R} = tinggi curah hujan rata- rata
- R_i = tinggi curah hujan pada stasiun hujan ke-i
- n = banyaknya stasiun hujan

Cara ini akan memberikan hasil yang dapat dipercaya jika stasiun hujan ditempatkan secara merata pada area yang dihitung, dan hasil dari perhitungan masing- masing stasiun hujan tidak menyimpang jauh dari nilai rata- rata seluruh stasiun hujan di area yang dihitung.

b. Metode Polygon Thiessen

Metode Polygon Thiessen juga dikenal sebagai metode rata-rata timbang (*weighted mean*). Dengan memberikan porsi luasan tiap daerah pengaruh terhadap stasiun hujan untuk mengakomodasikan ketidakseragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis- garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua stasiun hujan terdekat. Diasumsikan bahwa variasi hujan antar stasiun hujan yang satu dengan lainnya adalah linier dan bahwa sembarang pos dianggap dapat mewakili kawasan tersebut.

Prosedur penerapan metode ini meliputi langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Lokasi stasiun hujan diplot pada peta DAS. Antar stasiun hujan dibuat garis lurus penghubung.
- b. Tarik garis tegak lurus di tengah- tengah tiap garis penghubung sedemikian rupa, sehingga membentuk *polygon*. Semua titik dalam satu *polygon* akan mempunyai jarak terdekat dengan stasiun hujan yang ada di dalamnya dibandingkan dengan jarak terhadap stasiun hujan lainnya.

Selanjutnya curah hujan pada pos tersebut dianggap representasi hujan pada kawasan dalam *polygon* yang bersangkutan.

- c. Luas areal pada tiap- tiap *polygon* dapat diukur dengan planimeter dan luas total DAS dapat diketahui dengan menjumlah semua luasan *polygon*.
- d. Hujan rata- rata DAS dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P = \frac{P_1 \cdot A_1 + P_2 \cdot A_2 + \cdots + P_n}{A_1 + A_2 + \cdots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Dimana :

P_1, P_2, \dots, P_n = curah hujan tercatat di stasiun hujan 1,2,...,n

A_1, A_2, \dots, A_n = luas area polygon 1,2,...,n

n = banyaknya stasiun hujan

Metode Polygon Thiessen ini berfungsi sebagai penentuan stasiun hujan yang akan digunakan. Pada lokasi studi, wilayah tersebut termasuk dalam Stasiun Hujan Perak, tetapi terdapat dua saluran tersier yang masuk kedalam wilayah Stasiun Hujan Gubeng. Dalam Tugas Akhir ini menggunakan dua Stasiun Hujan yaitu Stasiun Hujan Gubeng dan Perak.

3.1.2. Analisa Curah Hujan Harian Maksimum Rencana

Sistem hidrologi biasanya dipengaruhi oleh hujan lebat, banjir, dan kekeringan. Tujuan dari analisa frekuensi dan hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa- peristiwa tersebut yang berkaitan dengan frekuensi kejadian melalui penerapan distribusi kemungkinan.

Curah hujan harian maksimum rencana dapat dihitung menggunakan beberapa metode, antara lain :

- Distribusi Normal
- Distribusi Gumbel
- Distribusi Log Person Type III

Untuk menentukan metode yang dipilih maka terlebih dahulu dilakukan perhitungan parameter statistik, antara lain :

- Nilai rata-rata (*Mean*) :

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{n}$$

- Deviasi standart (*Deviation Standart*) :

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(R - \bar{R})^2}{n - 1}}$$

- Koefisien Variasi (*Variation Coefficient*) :

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{R}}$$

- Koefisien Kemencengan (*Skewness Coefficient*) :

$$Cs = \frac{\sum(R - \bar{R})^3 n}{(n - 1)(n - 2)Sd^3}$$

- Koefisien Ketajaman (*Kurtosis Coefficient*) :

$$Ck = \frac{\sum(R - \bar{R})^4 n^2}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)Sd^4}$$

Adapun sifat-sifat parameter statistik dari masing-masing distribusi teoritis sebagai berikut :

1. Distribusi Normal mempunyai harga $C_s \approx 0$ dan $C_k \approx 3$.
2. Distribusi Log Normal mempunyai harga

$$C_s = C_v^3 + 3C_v \text{ dan}$$

$$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$$
3. Distribusi Gumbel mempunyai harga $C_s = 1,139$ dan $C_k = 5,402$
4. Distribusi Person Type III mempunyai C_s dan C_k yang fleksibel
5. Distribusi Log Person Type III mempunyai nilai C_s dan C_k selain dari parameter statistik untuk distribusi yang lain (normal, log normal, dan gumbel)

a. Metode Distribusi Normal

Data variable hidrologi yang telah dihitung besarnya peluang atau periode ulangnya, selanjutnya apabila digambarkan pada kertas grafik peluang, umumnya akan membentuk persamaan garis lurus sebagai berikut :

$$X = \bar{X} + k.S$$

Dimana :

X = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan besar peluang tertentu atau pada periode ulang tertentu.

\bar{X} = nilai rata-rata hitung variat

S = standar deviasi nilai variat

k = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari pada peluang atau periode ulang dan tipe model matematik dari distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

(Soewarno, 1995)

b. Metode Distribusi Gumbel

Persamaan umum dari metode distribusi gumbel adalah:

$$X = \bar{X} + \frac{S}{S_n} \left\{ \left(-\ln \left[-\ln \frac{T-1}{T} \right] \right) - Y_n \right\}$$

Dimana:

X = nilai variat yang diharapkan terjadi

\bar{X} = nilai rata-rata hitung variat

Y = nilai reduksi variat dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang tertentu, atau dapat dihitung dengan rumus:

$$Y = -\ln \left[-\ln \frac{T-1}{T} \right]$$

Untuk $T \geq 20$, maka $Y = \ln T$

Y_n = nilai rata-rata dari reduksi variat

S_n = nilai standar dari reduksi variat

(Soewarno, 1995)

c. Metode Distribusi Log Person Type III

Perkiraan besarnya probabilitas hujan rencana dengan periode ulang T tahun dengan metode ini menggunakan perumusan sebagai berikut :

$$\log X = \overline{\log X} + k \cdot (\overline{S \cdot \log X})$$

Dimana :

$\log X$ = logaritma curah hujan dalam periode ulang T tahun (mm)

$\overline{\log X}$ = nilai rata-rata, dengan rumus :

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n}$$

Dimana :

n = jumlah data

$\bar{S \log X}$ = nilai deviasi standar dari $\log x$. dengan rumus :

$$\bar{S \log X} = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \bar{\log X})^2}{n-1}}$$

C_s = Koefisien kemencengan, dengan rumus :

$$C_s = \frac{n \sum (\log X - \bar{\log X})^2}{(n-1)(n-2)(\bar{S \log X})^3}$$

(Soewarno, 1995)

3.1.3. Uji Kecocokan Distribusi Frekuensi

Uji kecocokan dimaksudkan untuk menetapkan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Ada 2 jenis uji kecocokan yaitu uji kecocokan Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov.

a. Uji Chi Kuadrat

Uji chi kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistic sampel data yang dianalisis. Parameter chi kuadrat dihitung dengan rumus :

$$Xh^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dimana :

Xh^2 = Parameter chi kuadrat terhitung

G = jumlah sub kelompok

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i

Parameter X^2_h merupakan variabel acak. Peluang untuk mencapai X^2_h sama atau lebih besar dari pada nilai chi kuadrat yang sebenarnya (X^2) dapat dilihat pada Tabel Nilai Kritis untuk Distribusi Chi-Kuadrat (uji satu sisi).

Prosedur uji Chi Kuadrat adalah sebagai berikut :

1. Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya)
2. Kelompokkan data menjadi G sub-group, tiap-tiap sub group minimal 4 data pengamatan
3. Jumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap sub group
4. Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i
5. Pada tiap sub grup hitung nilai :

$$(O_i - E_i)^2 \text{ dan } \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

6. Jumlah seluruh G sub-grup nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai chi kuadrat

Interpretasi hasilnya adalah :

1. Apabila peluang lebih dari 5% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima.
2. Apabila peluang lebih kecil 1% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima.
3. Apabila peluang berada diantara 1-5% adalah tidak mungkin mengambil keputusan, missal perlu tambah data.
(Soewarno, 1995)

b. Uji Smirnov Kolmogorov

Uji kecocokan smirnov- kolmogorov, sering juga disebut uji kecocokan non *parametric* karena pengujian ini tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Prosedurnya adalah sebagai berikut:

1. Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing- masing data tersebut.
2. Tentukan nilai masing- masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya)
3. Dari kedua peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dan peluang teoritis.

$$D = \text{maksimum} [P(X_m) - P'(X_m)]$$
4. Berdasarkan tabel nilai kritis (Smirnov- Kolmogorov) tentukan harga D_0
5. Apabila D lebih kecil dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan distribusi dapat diterima, apabila D lebih besar dari D_0 maka distribusi yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

(Soewarno, 1995)

3.1.4. Debit Banjir Rencana

Dalam perencanaan bangunan air seperti bendungan, *spillway*, *flood control*, drainase dan sebagainya perlu memperkirakan debit terbesar dari aliran sungai atau saluran yang mungkin terjadi dalam suatu periode tertentu yang disebut debit rencana. Periode tertentu yang mungkin terjadi banjir rencana berulang disebut periode ulang.

Perhitungan debit banjir rencana untuk saluran drainase ini dilakukan berdasarkan hujan harian maksimum yang terjadi pada suatu periode ulang tertentu. Hal ini dilakukan mengingat adanya hubungan antara hujan dan aliran sungai dimana besarnya aliran sungai dimana besarnya aliran dalam sungai ditentukan dari besarnya hujan, intensitas hujan, luas daerah lama waktu hujan, luas daerah aliran sungai dan ciri-ciri daerah alirannya.

Metode yang digunakan untuk menghitung debit banjir rencana yaitu **Metode Rasional**. Metode rasional dipakai apabila data aliran sungai tidak mencakupi sehingga digunakan data curah hujan, persamaan yang dipakai :

$$Q = 0,278 \cdot \beta \cdot C \cdot It \cdot A$$

Dimana :

- Q = debit banjir rencana pada periode ulang tertentu (m^3/dt)
- β = koefisien penyebaran hujan
- C = koefisien pengaliran
- It = intensitas hujan pada periode ulang tertentu (mm/jam)
- A = luas daerah pengaliran (km^2)

Besarnya koefisien penyebaran hujan (β) tergantung dari kondisi dan luas *catchment area*, yang dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 3.1
Nilai Koefisien Penyebaran Hujan (β)

Luas Catchment Area (km ²)	Koefisien β
0-4	1
5	0.995
10	0.98
15	0.955
20	0.92
25	0.875
30	0.82
50	0.5

(Soewarno, 1995)

3.1.5. Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran (C) sebenarnya merupakan perbandingan antara jumlah hujan yang jatuh dengan jumlah hujan yang melimpas dan tertangkap di titik yang ditinjau. Koefisien pengaliran suatu daerah dipengaruhi oleh kondisi topografi tiap daerah, antara lain :

- Kondisi Hujan.
- Luas dan bentuk daerah pengaliran.
- Kemiringan daerah pengaliran dan kemiringan dasar sungai.
- Tata guna lahan.

Untuk daerah pengaliran yang terdiri dari atas beberapa jenis tata guna lahan, maka nilai C diambil rata-ratanya sesuai dengan bobot luasannya dengan rumus :

$$C_{gab.} = \frac{C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + \dots + C_n \cdot A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

$$C_{gab.} = \frac{\sum_{n=1}^n C_i \cdot A_i}{\sum_{n=1}^n A_i}$$

Dimana :

- $C_{gab.}$ = Koefisien pengaliran rata- rata
- A_i = Luas daerah dari masing- masing tata guna lahan (km^2)
- n = Banyaknya jenis penggunaan tanah dalam suatu daerah pengaliran

Pada kenyataannya nilai koefisien pengaliran biasanya lebih dari 0 kurang dari 1. Adapun angka koefisien air larian untuk berbagai tata guna lahan pada table berikut ini :

Tabel 3.2

Nilai Koefisien Pengaliran (C)

Tipe Daerah Aliran	C
Rerumputan	0 - 0.10
Tanah Pasir, datar, 2%	0.10 - 0.15
Tanah Pasir, sedang, 2-7%	0.15 - 0.20
Tanah Pasir, curam, 7%	0.13 - 0.17
Tanah gemuk, sedang, 2-7%	0.18 - 0.22
Tanah gemuk, curam, 7%	0.25 - 0.35
Perdagangan	
Daerah kota lama	0.75 - 0.95
Daerah pinggiran	0.50 - 0.70
Perumahan	
Daerah <i>single family</i>	0.30 - 0.50
Multi unit terpisah	0.40 - 0.60
Multi unit tertutup	0.60 - 0.75
Suburban	0.25 - 0.40
Daerah apartemen	0.50 - 0.70
Tipe Daerah Aliran	C
Industri	
Daerah ringan	0.50 - 0.80

Daerah berat	0.60 - 0.90
Taman, kuburan	0.10 - 0.25
Tempat bermain	0.20 - 0.35
Halaman kereta api	0.20 - 0.40
Daerah tidak dukerjakan	0.10 - 0.30
Jalan	
Beraspal	0.70 - 0.95
Beton	0.80 - 0.95
Batu	0.70 - 0.85
Atap	0.75 - 0.95

(Sumber : Triatmodjo, 2010:145)

3.1.6. Intensitas Hujan

Intensitas Curah hujan merupakan ketinggian hujan yang terjadi per satuan waktu. Untuk perhitungan curah hujan berdasarkan data curah hujan harian dari stasiun hujan dapat digunakan rumus Mononobe.

$$I = \left[\frac{R_{24}}{24} \right] \left[\frac{24}{t_c} \right]$$

Dimana :

I : Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

R_{24} : Curah Hujan Maksimum Periode Ulang (mm)

t_c : waktu konsentrasi (jam)

Untuk mengetahui waktu konsentrasi dapat menggunakan rumus dibawah :

$$T_c = t_0 + t_f$$

Dimana :

t_0 : *overland flow time (inlet time)* ,waktu yang diperlukan air hujan mengalir di permukaan untuk sampai di *inlet* (jam)

tf : *channel flow time*, waktu yang diperlukan air mengalir sepanjang saluran sampai di *outlet* (jam)

Untuk mengetahui nilai t_0 dan tf dapat menggunakan rumus berikut :

1. Rumus *Kirpich*

$$t_c = \left(\frac{0.87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385}$$

Dimana :

L : Panjang saluran utama (m)

S : Kemiringan rata – rata dasar saluran

$$t_0 = 0,0195 \left[\frac{L_0}{\sqrt{S}} \right]^{0,77} \text{ untuk } L_0 > 400 \text{ m}$$

Dimana :

t_0 : *overland flow time (inlet time)* ,waktu yang diperlukan air hujan mengalir di permukaan untuk sampai di *inlet* (jam)

L_0 : Jarak mengalirnya air hujan mengalir diatas permukaan sampai *inlet* (m)

$$S : \text{Kemiringan rata – rata dari daerah aliran} \left(\frac{\Delta H}{L} \right)$$

2. Rumus *Kerby*

$$t_o = 1,44 \left[n \times \frac{L_0}{\sqrt{S}} \right]^{0,467} \text{ untuk } L \leq 400 \text{ m}$$

Dimana :

t_0 : *overland flow time (inlet time)* ,waktu yang diperlukan air hujan mengalir di permukaan untuk sampai di *inlet* (jam)

L_0 : Jarak mengalirnya air hujan mengalir diatas permukaan sampai *inlet* (m)

$$S : \text{Kemiringan rata – rata dari daerah aliran} \left(\frac{\Delta H}{L} \right)$$

n : Kekerasan daerah pengaliran menurut *Kerby*

$$tf = \frac{L}{V} \times 3600 \text{ (jam)}$$

Dimana:

L : Panjang saluran (m)

V : Kecepatan air pada saluran (m/dt)

3. Rumus Rhiza

$$tf = \frac{L}{V} \text{ dengan } V = 72 \left[\frac{\Delta H}{L} \right]^{0,6}$$

Dimana:

L : Panjang sungai di daerah aliran (km)

V : Kecepatan rambat banjir (km/jam)

ΔH : Beda tinggi antara titik terjauh di hulu dengan titik pengamatan (km)

Penggabungan antara t_0 dan tf dimaksudkan untuk mendapatkan lamanya waktu konsentrasi seluruh aliran baik yang mengalir di daerah pengaliran maupun di saliran sehingga dapat diketahui besar banjir yang sesungguhnya pada titik pengamatan.

Sedangkan beda tinggi antara titik terjauh di hili dengan titik pengamatan (ΔH), diperoleh dari kemiringan saluran eksisting rata – rata pada *long section* dan untuk harga koefisien pengaliran (C) seperti telah diuraikan sebelumnya, dapat dilihat pada tabel. Perhitungan intensitas curah hujan membutuhkan R24, dalam hal ini dipakai R24 uang direncanakan berdasarkan hasil perhitungan hujan rencana periode ulang.

3.2. Analisa Hidrolik

3.2.1. Perencanaan Saluran Drainase

Perencanaan saluran drainase harus berdasarkan perhitungan debit yang akan ditampung oleh daerah tersebut dan kondisi lapangan. Batasan dalam perencanaan saluran adalah sebagai berikut :

- Dalamnya aliran, luas penampang lintang aliran, kecepatan aliran serta debit selalu tetap setiap penampang melintang.
- Bentik penampang saluran drainase dapat merupakan saluran terbuka maupun saluran tertutup tergantung dari kondisi eksisting.

Rumus kecepatan rata – rata pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus Manning, karena rumus ini mempunyai bentuk yang sangat sederhana tetapi memberikan hasil yang sangat memuaskan.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = A \cdot \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

Dimana :

Q = Debit saluran (m^3/det)

V = Kecepatan aliran (m/det)

A = Luas penampang basah saluran (m^2)

n = Koefisien kekasaran dinding dan dasar saluran

R = Jari- jari hidrolis saluran = $\frac{A}{P}$ (m)

I = Kemiringan dasar saluran

Nilai kekerasan Manning dapat menjadi kekasaran gabungan apabila dalam suatu saluran ada lebih dari satu jenis bahan yang menyusun saluran tersebut. Misalnya saluran yang terbuat dari pasangan batu kali pada dinding sedangkan dasar saluran adalah tanah, untuk menentukan nilai kekasaran Manning gabungan menggunakan ruas sebagai berikut :

$$n_{gabungan} = \frac{(P_1 n_1^2 + P_2 n_2^2 + \dots + P_n n_n^2)^{1/2}}{P^{1/2}}$$

Dimana :

P = Keliling basah

n = Nilai kekasaran Manning

Harga koefisien Manning didapat berdasarkan lapisan bahan permukaan saluran yang diinginkan dan dapat dilihat pada table di bawah ini :

Tabel 3.3

Harga Koefisien Kekasaran Manning (n)

Saluran	Keterangan	n Manning
Tanah	Lurus, baru, seragam, landai dan bersih	0,016 - 0,033
	Berkelok, landai dan berumput	0,023 - 0,040
	Tidak terawat dan kotor	0,050 - 0,140
	Tanah berbatu, kasar dan tidak teratur	0,035 - 0,045
Pasangan	Batu kosong	0,023 - 0,035
	Pasangan batu belah	0,017 - 0,030
Beton	Halus, sambungan baik dan rata	0,014 - 0,018
	Kurang halus dan sambungan kurang rata	0,018 - 0,030

(Sumber: Ersin Seyhan, 1990)

Kecepatan Maksimum dan Minimum yang Dijinkan

1. Kecepatan-kecepatan maksimum pada aliran sub kritis, dalam pemakaianya dianjurkan seperti dalam KP-03, 1986:39, sebagai berikut :
 - Pasangan batu : 2 m/dt
 - Pasangan beton : 3 m/dt
2. Kecepatan Minimum adalah kecepatan terendah yang tidak akan menimbulkan sedimentasi dan mendorong pertumbuhan tanaman air dan ganggang. Untuk kecepatan rata-rata yang diizinkan kurang dari 0,6 m/det biasanya cukup untuk mencegah tumbuhnya tanaman air yang dapat menurunkan kapasitas angkut atau kapasitas hantaran suatu saluran.

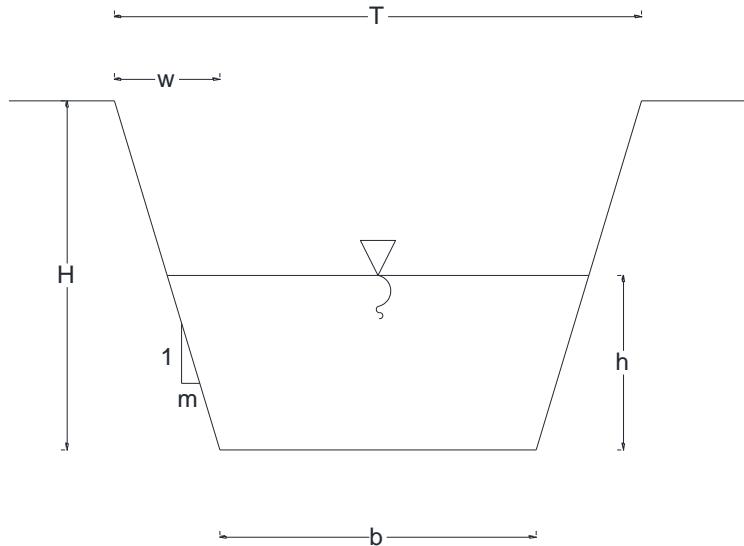
(Sumber: KP-03, 1986:79)

❖ **Penampang Saluran Trapesium**

$$Q = V \cdot A$$

Dimana :

- Q = Debit saluran (m^3/det)
- A = Luas penampang basah saluran (m^2) = $(b+mh)h$
- P = Keliling basah = $b+2h\sqrt{1+m^2}$
- R = Jari-jari hidrolik saluran (m) = A/P
- V = Kecepatan aliran (m/det)



Gambar 3.1 Dimensi Saluran Trapezium

❖ **Penampang Saluran Persegi**

$$Q = V \cdot A$$

Dimana :

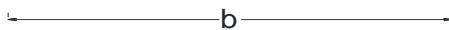
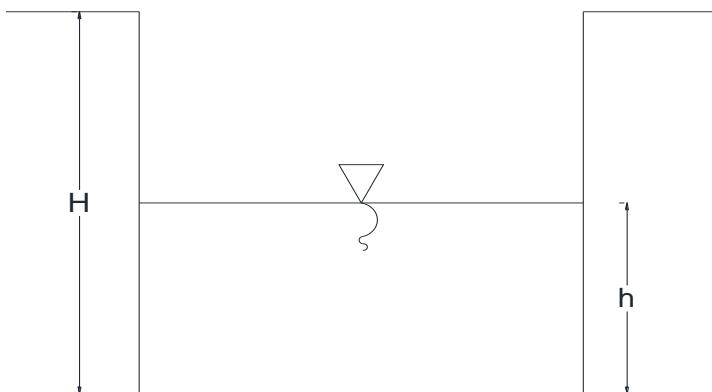
Q = Debit saluran (m^3/det)

A = Luas penampang basah saluran (m^2) = $b \times h$

P = Keliling basah = $b + 2h$

R = Jari-jari hidrolis saluran (m) = A/P

V = Kecepatan aliran (m/det)



Gambar 3.2 Dimensi Saluran Persegi

3.2.2. Spesifikasi Pompa

Tabel 3.4 Kapasitas Pompa

LOKASI	POMPA AIR	CATU DAYA	SAL. YANG DILAYANI (Sekunder)	LUAS AREA	KETE RANG AN
P.A. PESAPE N Jl. Indrapura 56 Telp. 031-3570236 Pembuatan Pompa Thn 1970 Rehab Th. 2004	Merk.Tiros hima 2 Unit Sludge Pump : (Electric Pump) Kap. : 0.25 m ³ /dt 2 Unit Submersible Pump : (Electric Pump) Kap. : 1. 5 m ³ /dt Unit	PLN 345 kVA GENSET Power : 225 KVA	Sal. Indrapura Sal. Dapukan Sal. Pesapen	126 Ha	PDAM ADA dan Handy Talky Ada <u>Kapasi tas Pompa Keseluruhan :</u> <u>3,50 m3/det</u>

P.A. IKAN MUNGSI NG	Merk : groundfos Genset MAN 2 unit 2 Unit Submersible Pump : Kap. 1.5 m ³ /dt 2 Unit Sludge Pump Kap. 0.25 m ³ /dt	Genset 2 Unit 345 KVA	Sal. Morokrembr angan Sal. Ikan Mungsing		Kapasi tas Pompa Keselu ruhan 4,50 m³/dt
--	---	---------------------------------	---	--	--

(Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematusan 2010)

3.3. Metodologi

3.3.1. Langkah Penyusunan

Dalam bab ini akan dibahas tentang langkah penyusunan terkait tentang judul tugas akhir yang akan diambil yaitu “*Evaluasi Sistem Drainase Morokrembangan Kota Surabaya*”. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut :

3.3.2. Persiapan

Persiapan dilakukan untuk mendukung kelancaran penyusunan Tugas Akhir ini, diantaranya :

- a. Mengurus surat- surat yang diperlukan sebagai kelengkapan administrasi penyusunan Tugas Akhir.
- b. Menentukan pihak- pihak (instansi) yang dapat dihubungi terkait penyusunan Tugas Akhir untuk mencari informasi dan meminta data.

3.3.2. Survey Lapangan

Survey lapangan dilakukan bertujuan untuk mengetahui daerah yang akan dijadikan titik point dalam penyusunan Tugas Akhir. Tempat yang telah ditinjau adalah “Daerah Morokrembangan dan Daerah Pesapen”.

3.3.3. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari teori - teori yang berkaitan dengan judul Tugas Akhir ini yaitu “*Evaluasi Sistem Saluran Drainase Morokrembangan Kota Surabaya*”.

3.3.4. Pengumpulan Data

Data yang perlukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini diantara lain :

a. Data Hidrologi

Data hidrologi yang diperlukan yaitu data curah hujan harian maksimum tahunan dari Stasiun Curah Hujan yang berpengaruh pada daerah kajian ini adalah Stasiun Curah Hujan Perak dengan curah hujan harian maksimum tahunan mulai dari tahun 1995 sampai dengan tahun 2015.

b. Peta

Peta yang digunakan antara lain :

- Peta Banjir :

Untuk mengetahui daerah mana yang menjadi titik studi dalam pembuatan proyek akhir

- Peta Stasiun Hujan :

Untuk mengetahui stasiun hujan yang berpengaruh pada titik studi

- Peta Lokasi Pompa / Screen Drainase Existing :

Untuk mengetahui lokasi Rumah Pompa yang ada di Surabaya.

- Peta Sistem Saluran Morokrembangan dan Pesapen :

Untuk mengetahui peta lokasi saluran yang ada di Daerah Morokrembangan dan Pesapen.

c. Data Saluran Eksisting

Untuk mengetahui data saluran eksisting yang meliputi data debit, bentuk penampang saluran pada daerah kajian Saluran Morokrembangan dan Saluran Pesapen.

d. Catchmen Area

Untuk mengetahui batas DAS pada daerah tinjauan yaitu, Saluran Morokrembangan dan Pesapen.

3.3.5. Pengolahan Data

Data yang telah diperoleh kemudian diolah dengan metode-metode yang telah diajarkan dan metode lain yang mungkin diperlukan.

3.3.6. Analisa dan Pembahasan

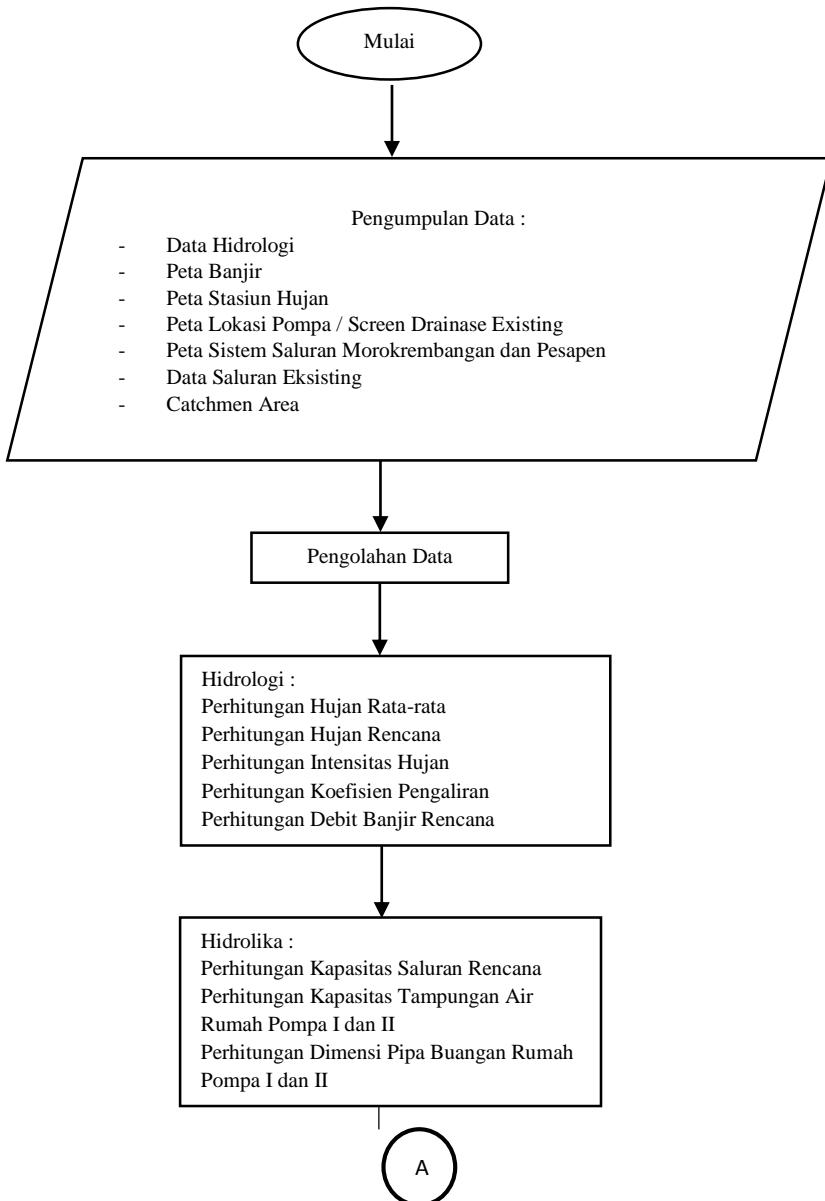
Data yang telah diperoleh kemudian dianalisa untuk merencanakan sistem drainase dengan melakukan perhitungan-perhitungan yang meliputi :

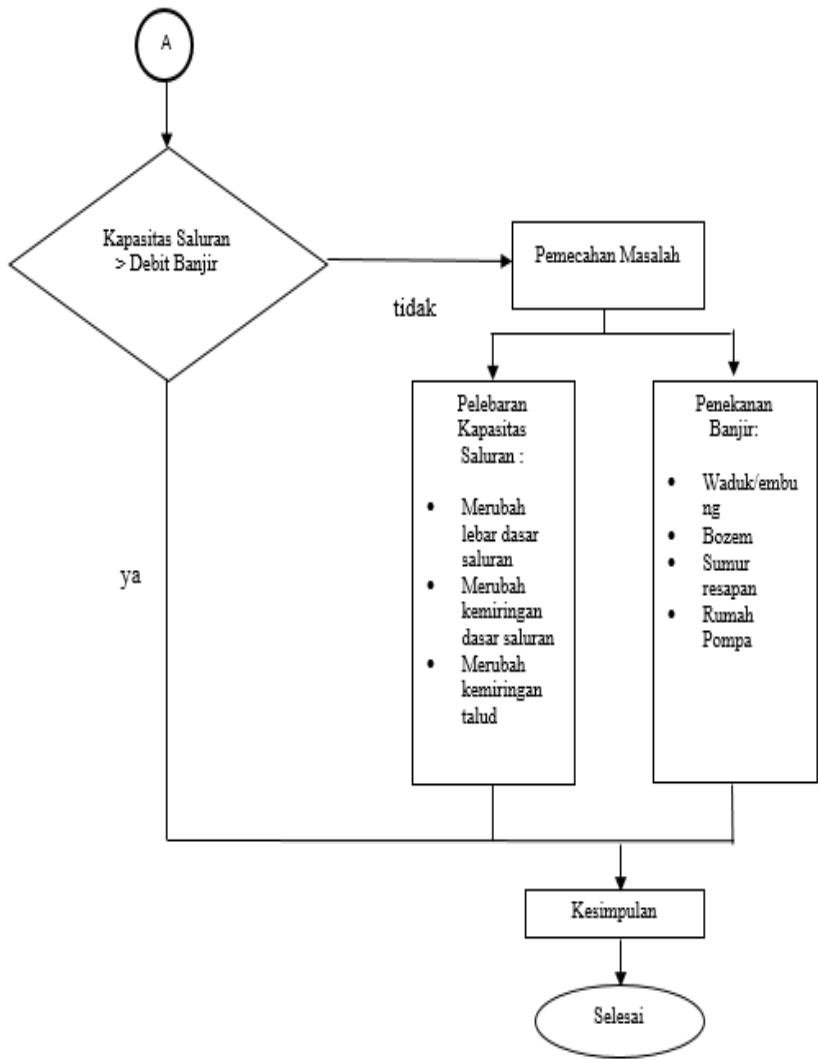
- a. Analisa Perhitungan Hidrologi
 - Perhitungan Hujan Rata-rata.
 - Perhitungan Hujan Rencana.
 - Perhitungan Intensitas Hujan.
 - Perhitungan Koefisien Pengaliran.
 - Perhitungan Debit Banjir Rencana.
- b. Analisa Perhitungan Hidrolika
 - Perhitungan Kapasitas Saluran Rencana.
 - Perhitungan Kapasitas Tampungan Air Rumah Pompa I dan II.
 - Perhitungan Dimensi Pipa Buangan Rumah Pompa I dan II.

3.3.7. Pemecahan Masalah

Untuk mengatasi saluran buangan yang tidak mampu menampung debit yang keluar dari pipa Rumah Pompa I, maka akan dilakukan evaluasi pada dimensi Saluran Morokrembangan. Sedangkan, pipa di Rumah Pompa II hanya mampu mengeluarkan debit yang terhitung kecil untuk dibuang ke Boezem Morokrembangan, jadi perlu dilakukan penambahan jumlah pipa pada Rumah Pompa II.

3.3.8. Diagram Alir Metodologi (Flow Chart)





Gambar 3.3 Diagram Alir Metodologi (Flow Chart)

“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”

BAB IV

ANALISIS DATA

4.1 Analisis Hidrologi

Pada analisis ini terdapat 2 stasiun hujan yaitu stasiun hujan Perak dan Gubeng. Untuk memperoleh data curah hujan area atau kawasan yaitu dengan mengambil harga rata-ratanya. Tujuan dari analisa hidrologi ini adalah untuk menganalisa debit rencana di daerah drainase Morokrembangan.

4.1.1 Curah Hujan Harian Maksimum

Penentuan tinggi hujan harian maksimum digunakan metode curah hujan Ekstrem. Metode ini mengambil langsung curah hujan dari data curah hujan harian terbesar (maksimum) yang ada selama setahun. Analisis curah hujan harian maksimum dapat dilihat pada tabel 4.1 dan 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Curah Hujan Harian Maksimum Catchment Area Morokrembangan (STA. Perak)

Tahun	Stasiun Hujan
	Perak
2006	95.00
2007	89.00
2008	53.00
2009	92.00
2010	109.00
2011	110.00
2012	93.70
2013	129.00
2014	102.50
2015	139.60

(Sumber: Data PSAW DPU Pengairan Jawa Timur)

Tabel 4. 2 Curah Hujan Harian Maksimum Catchment Area Morokrembangan (STA. Gubeng)

Tahun	Stasiun Hujan
	Gubeng
2006	106.00
2007	107.00
2008	98.00
2009	86.00
2010	106.00
2011	81.00
2012	70.00
2013	99.00
2014	109.00
2015	61.00

(Sumber: Data PSAW DPU Pengairan Jawa Timur)

4.1.2 Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana digunakan untuk menghitung debit banjir setiap periode rencana yang ditentukan. Sesuai dengan kriteria klasifikasi saluran dan luasan daerah tangkapan, dalam analisis ini ditentukan periode ulang rencana. Periode ulang rencana ini akan menunjukkan tingkat layanan dari sistem drainase yang direncanakan. Dapat dilihat pada tabel 4.3 dan 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.3 Perhitungan Curah Hujan Harian Rata-rata (STA. Perak)

No	Tahun	Stasiun Hujan
		(mm)
		Perak
1	2006	95.00
2	2007	89.00
3	2008	53.00
4	2009	92.00
5	2010	109.00
6	2011	110.00
7	2012	93.70
8	2013	129.00
9	2014	102.50
10	2015	139.60
Jumlah		1012.80
CH harian Max		53.00
CH harian Min		139.60
CH Rata-rata		101.28

Tabel 4.4 Perhitungan Curah Hujan Harian Rata-rata (STA. Gubeng)

No	Tahun	Stasiun Hujan
		(mm)
		Gubeng
1	2006	106.00
2	2007	107.00
3	2008	98.00
4	2009	86.00

Tabel 4.4 Lanjutan Perhitungan Curah Hujan

5	2010	106.00
6	2011	81.00
7	2012	70.00
8	2013	99.00
9	2014	109.00
10	2015	61.00
Jumlah		923.00
CH harian Max		61.00
CH harian Min		109.00
CH Rata-rata		92.30

4.1.3 Analisa Frekuensi

Analisa frekuensi terhadap data curah hujan diperlukan untuk menentukan jenis sebaran (Distribusi) yang akan dipakai menghitung curah hujan rencana. Perhitungan analisa frekuensi curah hujan selengkapnya dapat dipilih pada tabel 4.5 dan tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 4.5 Analisa Frekuensi Distribusi Hujan (STA. Perak)

Tahun	CH rata-rata	No	Ranking CH rata-rata (Xi)	$Xi - \bar{X}$	$(Xi - \bar{X})^2$	$(Xi - \bar{X})^3$	$(Xi - \bar{X})^4$
2006	95.00	1	139.60	38.32	1468.42	56269.95	2156264.34
2007	89.00	2	129.00	27.72	768.40	21300.00	590436.10
2008	53.00	3	110.00	8.72	76.04	663.05	5781.84
2009	92.00	4	109.00	7.72	59.60	460.10	3551.97
2010	109.00	5	102.50	1.22	1.49	1.82	2.22
2011	110.00	6	95.00	-6.28	39.44	-247.67	1555.39
2012	93.70	7	93.70	-7.58	57.46	-435.52	3301.24

Tabel 4.5 Lanjutan Perhitungan Analisa Frekuensi Distribusi Hujan

2013	129.00	8	92.00	-9.28	86.12	-799.18	7416.38
2014	102.50	9	89.00	-12.28	150.80	-1851.80	22740.16
2015	139.60	10	53.00	-48.28	2330.96	-112538.67	5433367.06
Jumlah			1012.80	0.00	5038.72	37177.93	8224416.69
Rata-rata			101.28	0.00	503.87	-3717.79	822441.67

Dari hasil perhitungan tabel 4.5 selanjutnya ditentukan jenis sebaran yang sesuai, dalam penentuan jenis sebaran diperlukan perhitungan sebagai berikut :

Standar Deviasi (S)

$$S = \frac{\sqrt{(\sum X_i - \bar{X})^2}}{n - 1}$$

Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \cdot \sum (x_i - \bar{x})^3$$

Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \cdot \sum (x_i - \bar{x})^4$$

Dimana :

- Xi = Data dalam sampel
- X = Nilai rata-rata hitung
- N = Jumlah pengamatan
- S = Standar deviasi

Hasil perhitungan analisa frekuensi :

- Standar Deviasi (S)

$$S = \frac{\sqrt{(\sum X_i - \bar{X})^2}}{n - 1}$$

$$S = \frac{\sqrt{5038,72}}{10 - 1}$$

$$S = 23,66$$

- Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n}{(n - 1)(n - 2)S^3} \cdot \sum (x_i - \bar{x})^3$$

$$Cs = \frac{10}{9 \times 8 \times 13246,95} \cdot -37177,93$$

$$Cs = -0,39$$

- Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4} \cdot \sum (x_i - \bar{x})^4$$

$$Ck = \frac{10^2}{9 \times 8 \times 7 \times 313440,23} \cdot 8224416,69$$

$$Ck = 5,21$$

Tabel 4.6 Rekapitulasi Perhitungan Nilai Cs dan Ck (STA. Perak)

Distribusi	Parameter Statistik	Hasil	Status
Normal	$C_s = 0$	-0.39	NO
	$C_k = 3$	5.21	
Gumbel	$C_s = 1.14$	-0.39	NO
	$C_k = 5.4$	5.21	
Log Pearson III	$C_s = \text{Fleksibel}$	-0.39	OK
	$C_k = \text{Fleksibel}$	5.21	

(Sumber: Sri Harto 1993; Triatmodjo 2008)

Tabel 4.7 Analisa Frekuensi Distribusi Hujan (STA. Gubeng)

Tahun	CH rata- rata	No	Ranking	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
			CH rata-rata (X_i)				
2006	106.00	1	109.00	16.70	278.89	4657.46	77779.63
2007	107.00	2	107.00	14.70	216.09	3176.52	46694.89
2008	98.00	3	106.00	13.70	187.69	2571.35	35227.54
2009	86.00	4	106.00	13.70	187.69	2571.35	35227.54
2010	106.00	5	99.00	6.70	44.89	300.76	2015.11
2011	81.00	6	98.00	5.70	32.49	185.19	1055.60
2012	70.00	7	86.00	-6.30	39.69	-250.05	1575.30
2013	99.00	8	81.00	11.30	127.69	-1442.92	16304.74
2014	109.00	9	70.00	22.30	497.69	11089.57	247297.34
2015	61.00	10	61.00	31.30	979.69	30664.30	959792.50
Jumlah		923.00	0.00	2592.10	-	29984.16	1422970.18
Rata-rata		92.30	0.00	259.21	-2998.42	142297.02	

Hasil perhitungan analisa frekuensi :

- Standar Deviasi (S)

$$S = \frac{\sqrt{(\sum X_i - \bar{X})^2}}{n - 1}$$

$$S = \frac{\sqrt{2592,10}}{10 - 1}$$

$$S = 16,97$$

- Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n}{(n - 1)(n - 2)S^3} \cdot \sum (x_i - \bar{x})^3$$

$$Cs = \frac{10}{9 \times 8 \times 4887,80} \cdot -29984,16$$

$$Cs = -0,85$$

- Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4} \cdot \sum (x_i - \bar{x})^4$$

$$Ck = \frac{10^2}{9 \times 8 \times 7 \times 82950.40} \cdot 1422970,18$$

$$Ck = 3,40$$

Tabel 4.8 Rekapitulasi Perhitungan Nilai Cs dan Ck (STA. Gubeng)

Distribusi	Parameter Statistik	Hasil	Status
Normal	Cs = 0	-0.85	NO
	Ck = 3	3.40	
Gumbel	Cs = 1.14	-0.85	NO
	Ck = 5.4	3.40	
Log Pearson III	Cs = Fleksibel	-0.85	OK
	Ck = Fleksibel	3.40	

(Sumber: Sri Harto 1993; Triatmodjo 2008)

4.1.4 Distribusi Probabilitas

Sesuai dengan Perhitungan nilai Ck dan Cs (Parameter Statistik) yang telah diketahui maka, Distribusi Probabilitas yang digunakan dalam laporan tugas akhir ini adalah Distribusi Probabilitas Log Person Type III. Dengan hasil perhitungan sebagai berikut :

$$\log \bar{X} = \frac{\sum \log X}{n}$$

$$\log \bar{X} = \frac{19,93}{10}$$

$$\log \bar{X} = 1,99$$

$$S \log X = \frac{\sqrt{\sum (\log X - \log \bar{X})^2}}{(n - 1)}$$

$$S \log X = \frac{\sqrt{0,12}}{(10 - 1)}$$

$$S \log X = 0,11$$

$$Cs = \frac{n \cdot \sum (\log X - \log \bar{X})^3}{(n - 1)(n - 2)(S \log X)^3}$$

$$Cs = \frac{10 \cdot (-0,01)}{(10 - 1)(10 - 2)(0,11)^3}$$

$$Cs = -1,33$$

Tabel 4.9 Analisa Frekuensi Distribusi Log Person Type III
(STA. Perak)

Ranking	CH rata-rata (X)	Log X	Log Xrata-rata	Log X- Log Xrata-rata	(Log X- Log Xrata-rata) ²	(Log X- Log Xrata-rata) ³
1	139.60	2.14		0.15	0.02	0.00
2	129.00	2.11		0.12	0.01	0.00
3	110.00	2.04		0.05	0.00	0.00
4	109.00	2.04		0.04	0.00	0.00
5	102.50	2.01		0.02	0.00	0.00
6	95.00	1.98	1.99	-0.02	0.00	0.00
7	93.70	1.97		-0.02	0.00	0.00
8	92.00	1.96		-0.03	0.00	0.00
9	89.00	1.95		-0.04	0.00	0.00
10	53.00	1.72		-0.27	0.07	-0.02
Jumlah	1012.80	19.93		0.00	0.12	-0.01
n	10					
Log Xrata2	1.99					
S log X	0.11					
Cs	-1.33					

Selanjutnya nilai K dapat dicari dengan menggunakan Tabel CS Distribusi Log Person Type III dan melakukan perhitungan interpolasi dengan Tabel 4.10 sebagai berikut :

Tabel 4.10 Nilai K Distribusi Log Person Type III

Koefisien Cs	Waktu Balik Dalam Tahun							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
3	-0.396	0.42	1.18	2.278	3.152	4.051	4.97	7.25
2.5	-0.36	0.518	1.25	2.262	3.048	3.845	4.652	6.6
2.2	-0.33	0.574	1.284	2.24	2.97	3.705	4.444	6.2
2	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.91
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.66
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.78	3.388	3.99	5.39
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.11
1.2	-0.195	0.732	1.34	2.087	2.626	3.149	3.661	4.82
1	-0.164	0.758	1.34	2.043	2.542	3.022	3.489	4.54
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
0.8	-0.132	0.78	1.336	1.998	2.453	2.891	3.312	4.25
0.7	-0.116	0.79	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.6	-0.099	0.8	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.96
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.91	2.311	2.686	3.041	3.815
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.88	2.261	2.615	2.949	3.67
0.3	-0.05	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.2	-0.033	0.83	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.38
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.4	2.67	3.235
0	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.09
-0.1	0.017	0.836	1.27	1.716	2	2.252	2.482	2.95
-0.2	0.033	0.85	1.258	1.68	1.945	2.178	2.388	2.81
-0.3	0.05	0.853	1.245	1.643	1.89	2.104	2.294	2.675
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.54
-0.5	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108	2.4
-0.6	0.099	0.857	1.2	1.528	1.72	1.88	2.016	2.275
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926	2.15
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.66	1.749	1.91
-1	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.8
-1.07	0.18	0.85	1.10	1.31	1.38			
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.33	0.21	0.84	1.07	1.25	1.34			
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.198	1.27	1.318	1.351	1.465
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216	1.28
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097	1.13
-2	0.307	0.777	0.895	0.959	0.98	0.99	0.995	1
-2.2	0.33	0.752	0.844	0.888	0.9	0.905	0.907	0.91
-2.5	0.36	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.8	0.802
-3	0.396	0.636	0.66	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

(Sumber: Shahin, Statistical Analysis in Hydrology)

Keterangan : Interpolasi Nilai CS STA. Perak (warna kuning),
 Interpolasi Nilai CS STA. Gubeng (warna merah)

Perhitungan Periode Ulang (T) STA. Perak berdasarkan interpolasi dari Tabel 4.10, dan didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut :

- Periode ulang 2 tahun

$$\log x = \overline{\log x} + k \cdot S \log x$$

$$\log x = 1,99 + (0,21 \cdot 0,11)$$

$$\log x = 2,02$$

$$x = 103,89 \text{ mm}$$

- Periode ulang 5 tahun

$$\log x = \overline{\log x} + k \cdot S \log x$$

$$\log x = 1,99 + (0,84 \cdot 0,11)$$

$$\log x = 2,09$$

$$x = 122,75 \text{ mm}$$

- Periode ulang 10 tahun

$$\log x = \overline{\log x} + k \cdot S \log x$$

$$\log x = 1,99 + (1,07 \cdot 0,11)$$

$$\log x = 2,12$$

$$x = 130,43 \text{ mm}$$

- Periode ulang 25 tahun

$$\log x = \overline{\log x} + k \cdot S \log x$$

$$\log x = 1,99 + (1,25 \cdot 0,11)$$

$$\log x = 2,14$$

$$x = 136,86 \text{ mm}$$

- Periode ulang 50 tahun

$$\log x = \overline{\log x} + k \cdot S \log x$$

$$\log x = 1,99 + (1,34 \cdot 0,11)$$

$$\log x = 2,15$$

$$x = 140,08 \text{ mm}$$

Tabel 4.11 Analisa Frekuensi Distribusi Log Person Type III
(STA. Gubeng)

Ranking	CH rata-rata (X)	Log X	Log Xrata-rata	Log X- Log Xrata-rata	(Log X- Log Xrata-rata) ²	(Log X- Log Xrata-rata) ³
1	109.00	2.04		0.08	0.01	0.00
2	107.00	2.03		0.07	0.01	0.00
3	106.00	2.03		0.07	0.00	0.00
4	106.00	2.03		0.07	0.00	0.00
5	99.00	2.00		0.04	0.00	0.00
6	98.00	1.99		0.03	0.00	0.00
7	86.00	1.93		-0.02	0.00	0.00
8	81.00	1.91		-0.05	0.00	0.00
9	70.00	1.85		-0.11	0.01	-0.01
10	61.00	1.79		-0.17	0.03	-0.01
Jumlah	923.00	19.58		0.00	0.07	0.00
n	10					
Log Xrata2	1.96					
S log X	0.09					
Cs	-1.07					

Perhitungan Periode Ulang (T) STA. Gubeng berdasarkan interpolasi dari Tabel 4.10, dan didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut :

- Periode ulang 2 tahun

$$\log x = \overline{\log x} + k \cdot S \log x$$

$$\log x = 1,96 + (0,18 \cdot 0,09)$$

$$\log x = 1,97$$

$$x = 94,16 \text{ mm}$$

- Periode ulang 5 tahun

$$\log x = \overline{\log x} + k \cdot S \log x$$

$$\log x = 1,96 + (0,85 \cdot 0,09)$$

$$\log x = 2,03$$

$$x = 107,56 \text{ mm}$$

➤ Periode ulang 10 tahun

$$\log x = \overline{\log x} + k \cdot S \log x$$

$$\log x = 1,96 + (1,10 \cdot 0,09)$$

$$\log x = 2,05$$

$$x = 113,18 \text{ mm}$$

➤ Periode ulang 25 tahun

$$\log x = \overline{\log x} + k \cdot S \log x$$

$$\log x = 1,96 + (1,31 \cdot 0,09)$$

$$\log x = 2,07$$

$$x = 118,07 \text{ mm}$$

➤ Periode ulang 50 tahun

$$\log x = \overline{\log x} + k \cdot S \log x$$

$$\log x = 1,96 + (1,38 \cdot 0,09)$$

$$\log x = 2,08$$

$$x = 120,63 \text{ mm}$$

4.1.5 Uji Kecocokan

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah sebagai berikut :

a. Uji Chi Kuadrat

Uji Chi Kuadrat (Chi Square) ini dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan uji ini menggunakan parameter X^2 , oleh karena itu disebut Chi Kuadrat. Parameter X^2 dapat dihitung dengan rumus :

$$X_h^2 = \frac{\sum(Oi - Ei)^2}{Ei}$$

Dimana :

- X_h^2 = Parameter Chi Kuadrat terhitung
- G = Jumlah sub-kelompok
- Oi = Jumlah nilai pengamatan pada sub-kelompok ke-i
- Ei = Jumlah nilai teoritis pada sub-kelompok ke-i

➤ Perhitungan Uji Chi Kudrat (STA. Perak) :

Langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :

1. Diketahui jumlah data (n) = 10
2. Diketahui \bar{X} rata-rata = 101,28 (dari hasil perhitungan tabel 4.5)
3. Dilakukan perhitungan untuk mencari Deviasi standard (S) dengan rumus :

$$S = \frac{\sqrt{(\sum X_i - \bar{X})^2}}{n - 1}$$

Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.12 berikut ini :

Tabel 4. 12 Perhitungan Deviasi Standard (STA. Perak)

No	(Xi)	(Xi-Xrata2)	(Xi-Xrata2) ²
1	139.60	38.32	1468.42
2	129.00	27.72	768.40
3	110.00	8.72	76.04
4	109.00	7.72	59.60
5	102.50	1.22	1.49
6	95.00	-6.28	39.44

Tabel 4.12 Lanjutan Perhitungan Deviasi Standard

7	93.70	-7.58	57.46
8	92.00	-9.28	86.12
9	89.00	-12.28	150.80
10	53.00	-48.28	2330.96
Jumlah	1012.80	0.00	5038.72
	N		10
	\bar{X} Rata-rata		101.28
	Deviasi Standart (S)		23.66

4. Dilakukan plotting data curah hujan rata-rata beserta peringkatnya untuk mendapatkan nilai peluang dari masing-masing data tersebut dengan rumus :

$$P = \frac{m}{n + 1}$$

Hasil perhitungan seperti yang terlihat pada tabel 4.13 berikut ini :

Tabel 4. 13 Perhitungan Nilai Peluang P (STA. Perak)

No	CH Harian Max	P
		$\frac{m}{n+1}$
1	139.60	9%
2	129.00	18%
3	110.00	27%
4	109.00	36%
5	102.50	45%
6	95.00	55%
7	93.70	64%
8	92.00	73%

Tabel 4. 13 Lanjutan Perhitungan
Nilai Peluang P (STA. Perak)

9	89.00	82%
10	53.00	91%

5. Dilakukan perhitungan Sub-Group atau kelompok dengan rumus :

$$G = 1 + 1,33 \ln (n)$$

$$\text{Jumlah kelas } (G) = 1 + 1,33 \ln (10)$$

$$G = 4,06 \sim (\text{diambil } 4 \text{ sub kelompok})$$

6. Derajat Kebebasan

$$DK = G - R - 1$$

$$DK = 4 - 2 - 1$$

$$DK = 1$$

7. Jumlah nilai teoritis pada sub-kelompok ke I

$$Ei = n/G$$

$$Ei = 10/4$$

$$Ei = 2,5$$

8. Perhitungan untuk menentukan nilai Chi Kuadrat Hitung untuk *Distribusi Log Person Type III* dengan menentukan nilai batas seperti yang terlihat pada tabel 4.14 berikut ini:

Tabel 4. 14 Perhitungan Chi Kuadrat (STA. Perak)

No	Nilai Batas				Oi	Ei	$(O_i - E_i)^2 / E_i$	χ^2		
1	Batas 1	117.13	\leq	X		2	2.50	0.25	0.10	
2	Batas 2	117.13	<	X	\leq	101.28	3	2.50	0.25	0.10
3	Batas 3	101.28	<	X	\leq	85.43	4	2.50	2.25	0.90
4	Batas 4	85.43	\geq	X			1	2.50	0.25	0.90
Jumlah						10	10	2		

Dari tabel diatas diketahui nilai Chi Kuadrat adalah **2**

9. Menentukan nilai Chi Kuadrat teoritis dengan diketahui

$$\alpha = 5\% , Dk=1$$

Maka, dapat diketahui nilai Chi Kuadrat Teoritis adalah 3,84

10. Persyaratan agar *Distribusi Log Person Type III* dapat diterima, apabila :

Chi Kuadrat < Chi Kuadrat Teoritis.

Sehingga, di dapatkan hasil perhitungan :

Chi Kuadrat < Chi Kuadrat Teoritis

$$= 2 < 3,84$$

Kesimpulan : Sehingga *Distribusi Log Person Type III* dapat diterima.

➤ Perhitungan Uji Chi Kudrat (STA. Gubeng) :

Langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :

1. Diketahui jumlah data (n) = 10

2. Diketahui X_i rata-rata = 92,30 (dari hasil perhitungan tabel 4.7)

3. Dilakukan perhitungan untuk mencari Deviasi standard (S) dengan rumus :

$$S = \frac{\sqrt{(\sum X_i - \bar{X})^2}}{n - 1}$$

Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.15 berikut ini :

Tabel 4. 15 Perhitungan Deviasi Standard (STA. Gubeng)

No	(X_i)	($X_i - X_{rata2}$)	($X_i - X_{rata2}$) ²
1	109.00	16.70	278.89
2	107.00	14.70	216.09
3	106.00	13.70	187.69
4	106.00	13.70	187.69
5	99.00	6.70	44.89
6	98.00	5.70	32.49

Tabel 4.15 Lanjutan Perhitungan Deviasi Standard

7	86.00	-6.30	39.69
8	81.00	-11.30	127.69
9	70.00	-22.30	497.69
10	61.00	-31.30	979.69
Jumlah	923.00	0.00	2592.69
N			10
Xi Rata-rata			92.30
Deviasi Standart (S)			16.97

4. Dilakukan ploting data curah hujan rata-rata beserta peringkatnya untuk mendapatkan nilai peluang dari masing-masing data tersebut dengan rumus :

$$P = \frac{m}{n + 1}$$

Hasil perhitungan seperti yang terlihat pada tabel 4.16 berikut ini :

Tabel 4. 16 Perhitungan Nilai Peluang P (STA. Gubeng)

No	CH Harian Max	P m/n+1
1	109.00	9%
2	107.00	18%
3	106.00	27%
4	106.00	36%
5	99.00	45%
6	98.00	55%
7	86.00	64%

Tabel 4. 16 Lanjutan Perhitungan
Nilai Peluang P (STA. Gubeng)

8	81.00	73%
9	70.00	82%
10	61.00	91%

5. Dilakukan perhitungan Sub-Group atau kelompok dengan rumus :

$$G = 1 + 1,33 \ln(n)$$

$$\text{Jumlah kelas } (G) = 1 + 1,33 \ln(10)$$

$$G = 4,06 \sim (\text{diambil } 4 \text{ sub kelompok})$$

6. Derajat Kebebasan

$$DK = G - R - 1$$

$$DK = 4 - 2 - 1$$

$$DK = 1$$

7. Jumlah nilai teoritis pada sub-kelompok ke I

$$Ei = n/G$$

$$Ei = 10/4$$

$$Ei = 2,5$$

8. Perhitungan untuk menentukan nilai Chi Kuadrat Hitung untuk *Distribusi Log Person Type III* dengan menentukan nilai batas seperti yang terlihat pada tabel 4.14 berikut ini:

Tabel 4. 17 Perhitungan Chi Kuadrat (STA. Gubeng)

No	Nilai Batas				Oi	Ei	$(O_i - E_i)^2 / E_i$	χ^2	
1	Batas 1	103.67	\leq	X		4	2.50	2.25	0.90
2	Batas 2	103.67	<	X	\leq	92.30	2	2.50	0.25
3	Batas 3	92.30	<	X	\leq	80.93	2	2.50	0.25
4	Batas 4	80.93	\geq	X			2	2.50	0.25
Jumlah					10	10		1.2	

Dari tabel diatas diketahui nilai Chi Kuadrat adalah **1,2**

9. Menentukan nilai Chi Kuadrat teoritis dengan diketahui
 $\alpha = 5\%$, Dk=1
 Maka, dapat diketahui nilai Chi Kuadrat Teoritis adalah 3,84
10. Persyaratan agar *Distribusi Log Person Type III* dapat diterima, apabila :
 Chi Kuadrat < Chi Kuadrat Teoritis.
 Sehingga, di dapatkan hasil perhitungan :
 Chi Kuadrat < Chi Kuadrat Teoritis
 $= 1,2 < 3,84$

Kesimpulan : Sehingga *Distribusi Log Person Type III* dapat diterima.

b. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji Smirnov-Kolmogorov adalah untuk mengetahui kebenaran suatu perkiraan data curah hujan, dalam hal ini distribusi hujan tersebut mengikuti pola *Distribusi Log Person Type III*. Dengan Uji Smirnov-Kolmogorov dapat diketahui :

- a. Kebenaran antara hasil pengamatan dengan metode distribusi yang diperoleh secara teoritis.
- b. Kebenaran perkiraan diterima atau ditolak.

Langkah-langkah perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov :

- Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov (STA. Perak) :
1. Diketahui jumlah data (n) = 10
 2. Diketahui $\alpha = 5\%$
 3. Diketahui X_i rata-rata = 101,28 (dari hasil perhitungan tabel 4.5)
 4. Diketahui nilai Deviasi Standard (S) = 23,66
 5. Dilakukan perhitungan untuk mencari D_{max} . Berikut adalah hasil perhitungan untuk mencari D_{max} , seperti yang terlihat pada tabel 4.18 sebagai berikut :

Tabel 4. 18 Perhitungan D_{\max} (STA. Perak)

x	m	$P(x)=m/(n+1)$	$P(x<)$	f(t)	$P'(x)=$ $m/(n-1)$	$P'(x<)$	D
1	2	3	4 = nilai 1-3	5	6	7 = nilai 1-6	8
139.60	1	0.09	139.51	1.62	0.11	139.49	0.02
129.00	2	0.18	128.82	1.17	0.22	128.78	0.04
110.00	3	0.27	109.73	0.37	0.33	109.67	0.06
109.00	4	0.36	108.64	0.33	0.44	108.56	0.08
102.50	5	0.45	102.05	0.05	0.56	101.94	0.10
95.00	6	0.55	94.45	0.27	0.67	94.33	0.12
			-				
93.70	7	0.64	93.06	0.32	0.78	92.92	0.14
92.00	8	0.73	91.27	0.39	0.89	91.11	0.16
89.00	9	0.82	88.18	0.52	1.00	88.00	0.18
53.00	10	0.91	52.09	2.04	1.11	51.89	0.20

Dari tabel diatas diperoleh nilai D_{\max} adalah **0,20**

6. Dilakukan perhitungan untuk mencari D_0 kritis dengan cara melihat tabel 4.19 sebagai berikut :

Tabel 4.19 Perhitungan D_0 Kritis (STA. Perak)

n	α			
	0.2	0.1	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.3	0.34	0.4
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32

Tabel 4.19 Lanjutan Perhitungan D₀ Kritis

30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.2	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.18	0.18	0.2	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
n > 50	1.07/√n	1.07/√n	1.07/√n	1.07/√n

Dari tabel diatas didapat nilai D₀ kritis adalah 0,41

7. Persyaratan agar distribusi Log Person Type III dapat diterima, apabila nilai D_{max} < D₀ kritis.
 Sehingga, didapatkan hasil perhitungan :
 $D_{\text{max}} < D_0 \text{ kritis} = 0,20 < 0,41$

Kesimpulan : Sehingga Distribusi Log Person Type III dapat diterima.

- Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov (STA. Gubeng) :
1. Diketahui jumlah data (n) = 10
 2. Diketahui $\alpha = 5\%$
 3. Diketahui X_i rata-rata = 92,30 (dari hasil perhitungan tabel 4.7)
 4. Diketahui nilai Deviasi Standard (S) = 16,97
 5. Dilakukan perhitungan untuk mencari D_{max}. Berikut adalah hasil perhitungan untuk mencari D_{max}, seperti yang terlihat pada tabel 4.20 sebagai berikut :

Tabel 4. 20 Perhitungan D_{\max} (STA. Gubeng)

x	m	$P(x)=m/(n+1)$	$P(x<)$	f(t)	$P'(x)=$ $m/(n-1)$	$P'(x<)$	D
1	2	3	4 = nilai 1-3	5	6	7 = nilai 1-6	8
109.00	1	0.09	108.91	0.98	0.11	108.89	0.02
107.00	2	0.18	106.82	0.87	0.22	106.78	0.04
106.00	3	0.27	105.73	0.81	0.33	105.67	0.06
106.00	4	0.36	105.64	0.81	0.44	105.56	0.08
99.00	5	0.45	98.55	0.39	0.56	98.44	0.10
98.00	6	0.55	97.45	0.34	0.67	97.33	0.12
			-				
86.00	7	0.64	85.36	0.37	0.78	85.22	0.14
			-				
81.00	8	0.73	80.27	0.67	0.89	80.11	0.16
			-				
70.00	9	0.82	69.18	1.31	1.00	69.00	0.18
			-				
61.00	10	0.91	60.09	1.84	1.11	58.89	0.20

Dari tabel diatas diperoleh nilai D_{\max} adalah **0,20**

6. Dilakukan perhitungan untuk mencari D_0 kritis dengan cara melihat tabel 4.21 sebagai berikut :

Tabel 4.21 Perhitungan D_0 Kritis (STA. Gubeng)

n	α			
	0.2	0.1	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.3	0.34	0.4
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32

Tabel 4.21 Lanjutan Perhitungan D₀ Kritis

30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.2	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.18	0.18	0.2	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
n > 50	1.07/√n	1.07/√n	1.07/√n	1.07/√n

Dari tabel diatas didapat nilai D₀ kritis adalah 0,41

7. Persyaratan agar distribusi Log Person Type III dapat diterima, apabila nilai D_{max} < D₀ kritis.

Sehingga, didapatkan hasil perhitungan :

$$D_{\text{max}} < D_0 \text{ kritis} = 0,20 < 0,41$$

Kesimpulan : Sehingga Distribusi Log Person Type III dapat diterima.

4.1.6 Koefisien Pengaliran (C)

Perhitungan koefisien pengaliran berdasarkan luas daerah tangkapan hujan dan data tata guna lahan wilayah serta nilai koefisien pengaliran yang ditentukan.

Nilai koefisien pengaliran (C) yang diambil untuk beberapa tata guna lahan sebagai berikut :

Pemukiman = 0,60

Perdagangan = 0,70

Industri = 0,80

Pertamanan = 0,25

Fasilitas umum = 0,30

(Sumber :Triyatmodjo,2010:145)

Perhitungan nilai koefisien pengaliran bisa dilihat pada tabel 4.22 sebagai berikut :

Tabel 4.22 Perhitungan Koefisien Pengaliran (C)

Tata Guna Lahan	Luas Lahan (km2)	Nilai C	Luas sub DAS (km2)	Nama Sub DAS (Tersier)	C gabungan
jasa & perdagangan fasilitas umum	0.025 0.011	0.018 0.003	0.036	Belakang Penjara Selatan	0.580
jasa & perdagangan fasilitas umum	0.055 0.014	0.039 0.004	0.069	Belakang Penjara Utara	0.620
jasa & perdagangan fasilitas umum	0.018 0.006	0.012 0.002	0.023	Pesapen	0.600
pemukiman	0.087	0.052			
jasa & perdagangan fasilitas umum	0.016 0.005	0.011 0.002	0.109	Sempurna	0.600
pemukiman	0.048	0.029			
fasilitas umum	0.012	0.004	0.079	Dapukan Baru	0.605
industri	0.020	0.016			
pemukiman	0.012	0.007			
jasa & perdagangan fasilitas umum	0.049 0.021	0.034 0.006	0.082	Pesapen Selatan	0.585
pemukiman	0.015	0.009			
fasilitas umum	0.023	0.007	0.077	Krembangan Makam	0.560
jasa & perdagangan	0.038	0.027			
pemukiman	0.068	0.041			
fasilitas umum	0.014	0.004	0.091	Jagaraga	0.565
jasa & perdagangan	0.009	0.006			

Tabel 4.22 Lanjutan Perhitungan Koefisien Pengaliran (C)

pemukiman	0.002	0.001			
jasa & perdagangan	0.005	0.003	0.033	Gatotan	0.375
fasilitas umum	0.026	0.008			
pemukiman	0.021	0.013			
jasa & perdagangan	0.006	0.004	0.030	Taman Kalongan	0.590
fasilitas umum	0.003	0.001			
pemukiman	0.013	0.008			
jasa & perdagangan	0.020	0.014	0.132	Kepajen	0.390
fasilitas umum	0.099	0.030			
pemukiman	0.001	0.001			
fasilitas umum	0.008	0.002	0.009	Masjid Kemayoran	0.330
pemukiman	0.005	0.003			
fasilitas umum	0.061	0.018	0.066	Kelantan	0.324
pemukiman	0.038	0.023			
jasa & perdagangan	0.001	0.001	0.039	Johor Utara	0.603
fasilitas umum	0.016	0.005			
jasa & perdagangan	0.004	0.003	0.021	Johor Timur	0.380
pemukiman	0.047	0.028			
jasa & perdagangan	0.002	0.001	0.049	Johor Barat	0.604
pemukiman	0.007	0.004			
jasa & perdagangan	0.030	0.021	0.037	Johor Selatan	0.680
jasa & perdagangan	0.073	0.051		Tanjung Perak	
fasilitas umum	0.049	0.015	0.122	Timur	0.540
jasa & perdagangan	0.012	0.008		Ikan Dorang	
industri	0.060	0.048	0.080		0.705

Tabel 4.22 Lanjutan Perhitungan Koefisien Pengaliran (C)

pemukiman	0.095	0.057		Ikan Sepat Selatan	0.488
fasilitas umum	0.029	0.009	0.190		
pemukiman	0.019	0.015			
industri	0.053	0.032			
jasa & perdagangan	0.035	0.028			
fasilitas umum	0.018	0.012	0.175	Ikan Tongkol	0.530
pemukiman	0.070	0.021			
fasilitas umum	0.072	0.043			
	0.018	0.005	0.090	Ikan Mungsing Selatan	0.540

Selanjutnya, perhitungan Nilai Koefisien Pengaliran DAS Sekunder bisa dilihat pada tabel 4.23 berikut ini :

Tabel 4.23 Perhitungan Koefisien Pengaliran (C) DAS Sekunder

DAS (Sekunder)	A (km ²)	C rata-rata
Saluran Pesapen Kali 1	0.019	0.600
Saluran Pesapen Kali 2	0.010	0.600
Saluran Dapukan 1	0.030	0.605
Saluran Dapukan 2	0.041	0.600
Saluran Indrapura 1	0.002	0.360
Saluran Indrapura 2	0.025	0.437
Saluran Indrapura 3	0.008	0.421
Saluran Indrapura 4	0.010	0.450
Saluran Indrapura 5	0.013	0.468
Saluran Indrapura 6	0.002	0.485
Saluran Johor	0.040	0.478
Saluran Morokrembangan 1	0.001	0.555
Saluran Morokrembangan 2	0.003	0.551
Saluran Morokrembangan 3	0.006	0.566
Saluran Morokrembangan 4	0.007	0.561

Jadi, luas catchmen Saluran Morokrembangan adalah 0.785 km² .

4.1.7 Periode Ulang Hujan

Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkapan hujan yang akan dikeringkan. Jadi, dalam penggunaan periode ulang untuk perencanaan :

- Saluran kquarter : periode ulang 1 tahun.
- Saluran tersier : periode ulang 2 tahun.
- Saluran sekunder : periode ulang 5 tahun.
- Saluran primer : periode ulang 10 tahun.

Penentuan periode ulang juga didasarkan pada pertimbangan ekonomis. Berdasarkan prinsip dalam penyelesaian masalah drainase perkotaan dari aspek hidrologi, sebelum dilakukan analisis frekuensi untuk mendapatkan besaran hujan dengan Periode Ulang tertentu harus dipersiapkan rangkaian data hujan berdasarkan pada durasi harian, jam-jaman atau menitan. Analisis frekuensi terhadap data hujan yang tersedia dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain Gumbel Type I, Log Normal, Log person III dan sebagainya.

(Sumber : Wesli, *Drainase Perkotaan*)

Kesimpulan : Jadi, dalam Tugas Akhir ini penentuan periode ulang hujan yang dipakai adalah periode ulang 2th, dan 5th.

4.1.8 Perhitungan Intensitas Curah Hujan (I)

Dari hasil perhitungan curah hujan rencana dapat diketahui besarnya intensitas curah hujan periode ulang 2 dan 5 tahun dengan menggunakan metode Mononobe, yaitu :

1. Berikut perhitungan intensitas curah hujan dengan periode ulang 2 tahun pada saluran tersier belakang penjara selatan, yaitu :

Panjang saluran (L) = 308,470 m

Beda tinggi (ΔH) = 5,18 m – 4,88 m = 0,30 m

Jarak titik terjauh ke saluran (Lo) = 230,340 m

$$\text{Miring dasar saluran (Io)} = \frac{\Delta H}{L_0} = \frac{0.30}{230,34} = 0,001$$

Perhitungan waktu konsentrasi (tc)

$$T_0 = 0,0195 \left[\frac{230,34}{\sqrt{0,001}} \right]^{0,77} = 0,005 \text{ jam}$$

$$T_f = \frac{L}{V \cdot 3600} = \frac{308,470}{0,521 \cdot 3600} = 0,164 \text{ jam}$$

$$T_c = T_0 + T_f = 0,005 + 0,164 = 0,169 \text{ jam}$$

Intensitas curah hujan periode ulang 2 tahun (saluran tersier)

$$R_{24} = 103,894 \text{ mm}$$

$$I = \left[\frac{R_{24}}{24} \right] \left[\frac{24}{T_c} \right]^{2/3} = \left[\frac{103,894}{24} \right] \left[\frac{24}{0,169} \right]^{2/3} = 117,71 \text{ mm/jam}$$

2. Berikut perhitungan intensitas curah hujan dengan periode ulang 5 tahun pada saluran sekunder pesapen kali 1, yaitu :

Diketahui :

$$\text{Panjang saluran (L)} = 249,174 \text{ m}$$

$$\text{Beda tinggi (} \Delta H \text{)} = 5,18 \text{ m} - 4,88 \text{ m} = 0,30 \text{ m}$$

$$\text{Jarak titik terjauh ke saluran (Lo)} = 96,95 \text{ m}$$

$$\text{Miring dasar saluran (Io)} = \frac{\Delta H}{L_0} = \frac{0.30}{96,95} = 0,003$$

Perhitungan waktu konsentrasi (tc)

$$\text{Sal. belakang penjara selatan (Tc)} = 0,169 \text{ jam}$$

$$\text{Sal. belakang penjara utara (Tc)} = 0,089 \text{ jam}$$

$$T_0 = 0,0195 \left[\frac{96,95}{\sqrt{0,003}} \right]^{0,77} = 0,002 \text{ jam}$$

Untuk nilai T₀ dari saluran sekunder pesapen kali 1 yaitu hasil maksimal dari perhitungan (tc) sal. belakang penjara selatan dan (tc) sal. belakang penjara utara. Jadi T₀ yang dipakai dalam perhitungan sal. sekunder pesapen kali 1 adalah 0,169 jam

$$T_f = \frac{L}{V \cdot 3600} = \frac{249,174}{1,381 \cdot 3600} = 0,050 \text{ jam}$$

$$T_c = T_0 + T_f = 0,169 + 0,050 = 0,219 \text{ jam}$$

Intensitas curah hujan periode ulang 5 tahun (saluran sekunder)

$$R_{24} = 122,75 \text{ mm}$$

$$I = \left[\frac{R_{24}}{24} \right] \left[\frac{24}{t_c} \right]^{2/3} = \left[\frac{122,75}{24} \right] \left[\frac{24}{0,219} \right]^{2/3} = 116,99 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan Kecepatan Aliran (Saluran Tersier Belakang Penjara Selatan) setelah normalisasi

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{0,035} \times 0,459^{2/3} \times 0,001^{1/2} = 0,606 \text{ m/detik}$$

Perhitungan Kecepatan Aliran (Saluran Sekunder Pesapen Kali 1) setelah normalisasi

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$V = \frac{1}{0,035} \times 0,914^{2/3} \times 0,003^{1/2} = 1,509 \text{ m/detik}$$

Kontrol Kecepatan

Kecepatan maksimum yang diizinkan dengan n = 0,035 adalah 2,00 m/detik dan minimum 0,60 m/detik

Minimum = 0,606 m/detik > 0,60 m/detik (**OK**)

Maksimal = 1,509 m/detik < 2,00 m/detik (**OK**)

Tabel 4.24 Perhitungan Kecepatan Aliran (V)

Nama Saluran	Penampang	Tipe Saluran	b (m)	H (m)	Miring Talud (m)	P (m)	A (m ²)	I dasar (m)	n	R (m)	V (m/detik)
Sal. Belakang Penjara Selatan	Trapesium	Tersier	0.700	0.750	0.500	2.200	0.806	0.001	0.035	0.366	0.521
Sal. Belakang Penjara Utara	Trapesium	Tersier	0.750	0.800	0.500	2.350	0.920	0.003	0.035	0.391	0.837
Sal. Pesapen Kali 1	Persegi	Sekunder	3.200	1.600	0.000	6.400	5.120	0.003	0.035	0.800	1.381
Sal. Pesapen	Trapesium	Tersier	0.650	0.800	0.500	2.250	0.840	0.003	0.035	0.373	0.754
Sal. Pesapen Kali 2	Persegi	Sekunder	3.500	1.900	0.000	7.300	6.650	0.001	0.035	0.911	0.981
Sal. Dapukan Baru	Trapesium	Tersier	0.650	0.800	0.500	2.250	0.840	0.005	0.035	0.373	1.062
Sal. Dapukan 1	Persegi	Sekunder	2.900	0.800	0.000	4.500	2.320	0.002	0.035	0.516	0.799
Sal. Sempurna	Trapesium	Tersier	0.650	0.860	0.500	2.370	0.929	0.008	0.035	0.392	1.345
Sal. Dapukan 2	Persegi	Sekunder	3.200	1.000	0.000	5.200	3.200	0.002	0.035	0.615	0.963
Sal. Masjid Kemayoran	Trapesium	Tersier	0.800	0.850	0.500	2.500	1.041	0.001	0.035	0.417	0.600
Sal. Kepajen	Trapesium	Tersier	0.750	0.820	0.500	2.390	0.951	0.002	0.035	0.398	0.641
Sal. Indrapura 1	Trapesium	Sekunder	3.350	0.900	0.500	5.150	3.420	0.001	0.035	0.664	0.710
Sal. Taman Kalongan	Trapesium	Tersier	0.820	0.800	0.500	2.420	0.976	0.003	0.035	0.403	0.886

Tabel 4.24 Lanjutan Perhitungan Kecepatan Aliran (V)

Nama Saluran	Penampang	Tipe Saluran	b (m)	H (m)	Miring Talud (m)	P (m)	A (m ²)	I dasar (m)	n	R (m)	V (m/detik)
Sal. Indrapura 2	Trapesium	Sekunder	3.510	1.400	0.500	6.310	5.894	0.005	0.035	0.934	1.880
Sal. Gatotan	Trapesium	Tersier	0.730	0.850	0.500	2.430	0.982	0.002	0.035	0.404	0.698
Sal. Indrapura 3	Trapesium	Sekunder	1.400	1.500	0.500	4.400	3.225	0.008	0.035	0.733	2.018
Sal. Jagaraga	Trapesium	Tersier	0.770	0.780	0.500	2.330	0.905	0.001	0.035	0.388	0.574
Sal. Jepara 1	Persegi	Sekunder	2.500	0.700	0.000	3.900	1.995	0.009	0.035	0.512	1.734
Sal. Indrapura 4	Trapesium	Sekunder	3.200	1.370	0.500	5.940	5.322	0.005	0.035	0.896	1.884
Sal. Krembangan Makam	Trapesium	Tersier	0.700	0.800	0.500	2.300	0.880	0.002	0.035	0.383	0.692
Sal. Indrapura 5	Trapesium	Sekunder	3.200	1.110	0.500	5.420	4.168	0.006	0.035	0.769	1.888
Sal. Pesapen Selatan	Trapesium	Tersier	0.850	0.700	0.500	2.250	0.840	0.003	0.035	0.373	0.752
Sal. Indrapura 6	Trapesium	Sekunder	3.520	1.630	0.500	6.780	7.066	0.001	0.035	1.042	0.959
Sal. Kelantan	Trapesium	Tersier	0.660	0.780	0.500	2.220	0.819	0.003	0.035	0.369	0.745
Sal. Johor Utara	Trapesium	Tersier	0.700	0.800	0.500	2.300	0.880	0.001	0.035	0.383	0.537
Sal. Johor	Persegi	Sekunder	3.000	1.430	0.000	5.860	4.290	0.003	0.035	0.732	1.336

Tabel 4.24 Lanjutan Perhitungan Kecepatan Aliran (V)

Nama Saluran	Penampang	Tipe Saluran	b (m)	H (m)	Miring Talud (m)	P (m)	A (m ²)	I dasar (m)	n	R (m)	V (m/detik)
Sal. Johor Timur	Trapesium	Tersier	0.750	0.800	0.500	2.350	0.920	0.001	0.035	0.391	0.483
Sal. Johor Barat	Trapesium	Tersier	0.750	0.780	0.500	2.310	0.889	0.001	0.035	0.385	0.492
Sal. Johor Selatan	Trapesium	Tersier	0.700	0.830	0.500	2.360	0.925	0.003	0.035	0.392	0.811
Sal. Morokrambangan 1	Persegi	Sekunder	2.922	1.750	0.000	6.422	5.114	0.004	0.035	0.796	1.452
Sal. Tanjung Perak Timur	Trapesium	Tersier	0.700	0.800	0.500	2.300	0.880	0.004	0.035	0.383	0.906
Sal. Morokrambangan 2	Trapesium	Sekunder	3.015	1.360	0.500	5.735	5.026	0.004	0.035	0.876	1.548
Sal. Ikan Dorang	Trapesium	Tersier	0.820	0.750	0.500	2.320	0.896	0.001	0.035	0.386	0.535
Sal. Morokrambangan 3	Persegi	Sekunder	5.187	1.250	0.000	7.687	6.484	0.004	0.035	0.843	1.509
Sal. Ikan Sepat Selatan	Trapesium	Tersier	0.720	0.800	0.500	2.320	0.896	0.002	0.035	0.386	0.678
Sal. Ikan Tongkol	Trapesium	Tersier	0.700	0.790	0.500	2.280	0.865	0.002	0.035	0.379	0.691
Sal. Ikan Mungsing Selatan	Trapesium	Tersier	0.700	0.780	0.500	2.260	0.850	0.004	0.035	0.376	0.911
Sal. Morokrambangan 4	Persegi	Sekunder	3.937	1.800	0.000	7.537	7.087	0.004	0.035	0.940	1.622

Keterangan : Warna Kuning pada tabel 4.24 adalah wilayah STA. Gubeng, sedangkan Warna Biru adalah pembagian debit Saluran Jepara.

Rumus mencari jari-jari hidrolis adalah sebagai berikut :

$$R = \frac{A}{P}$$

Dimana :

A = Luas basah penampang saluran (m^2)

P = Keliling basah saluran (m)

Apabila penampang trapesium menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = b \times 2h(m + 1)^{0/5}$$

$$A = (b + m \times h)h$$

Apabila penampang persegi menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = b + 2h$$

$$A = b \times h$$

Tabel 4.25 Kekasaran Manning (n)

Saluran	Keterangan	n Manning
Tanah	Lurus, baru, seragam, landai dan bersih	0,016 - 0,033
	Berkelok, landai dan berumput	0,023 - 0,040
	Tidak terawat dan kotor	0,050 - 0,140
	Tanah berbatu, kasar dan tidak teratur	0,035 - 0,045
Pasangan	Batu kosong	0,023 - 0,035
	Pasangan batu belah	0,017 - 0,030
Beton	Halus, sambungan baik dan rata	0,014 - 0,018
	Kurang halus dan sambungan kurang rata	0,018 - 0,030

(Sumber: Ersin Seyhan, 1990)

Tabel 4.26 Perhitungan (Tf)

No	Daerah Tangkapan	Saluran	Tipe Saluran	Penampang	L (m)	V (m ³ /detik)	Tf (jam)
1	Belakang Penjara Selatan	Sal. Belakang Penjara Selatan	Tersier	Trapesium	308.470	0.521	0.164
2	Belakang Penjara Utara	Sal. Belakang Penjara Utara	Tersier	Trapesium	260.300	0.837	0.086
3	Pesapen Kali	Sal. Pesapen Kali 1	Sekunder	Persegi	249.174	1.381	0.050
4	Pesapen	Sal. Pesapen	Tersier	Trapesium	132.650	0.754	0.049
5	Pesapen Kali	Sal. Pesapen Kali 2	Sekunder	Persegi	247.268	0.981	0.070
6	Dapukan Baru	Sal. Dapukan Baru	Tersier	Trapesium	176.280	1.062	0.046
7	Dapukan	Sal. Dapukan 1	Sekunder	Persegi	516.032	0.799	0.179
8	Sempurna	Sal. Sempurna	Tersier	Trapesium	171.140	1.345	0.035
9	Dapukan	Sal. Dapukan 2	Sekunder	Persegi	245.550	0.963	0.071
10	Masjid Kemayoran	Sal. Masjid Kemayoran	Tersier	Trapesium	68.070	0.600	0.032
11	Kepajen	Sal. Kepajen	Tersier	Trapesium	233.510	0.641	0.101
12	Indrapura	Sal. Indrapura 1	Sekunder	Trapesium	124.297	0.710	0.049
13	Taman Kalongan	Sal. Taman Kalongan	Tersier	Trapesium	123.860	0.886	0.039
14	Indrapura	Sal. Indrapura 2	Sekunder	Trapesium	330.090	1.880	0.049

Tabel 4.26 Lanjutan Perhitungan (Tf)

No	Daerah Tangkapan	Saluran	Tipe Saluran	Penampang	L (m)	V (m ³ /detik)	Tf (jam)
15	Gatotan	Sal. Gatotan	Tersier	Trapesium	89.600	0.698	0.036
16	Indrapura	Sal. Indrapura 3	Sekunder	Trapesium	174.398	2.018	0.024
17	Jagaraga	Sal. Jagaraga	Tersier	Trapesium	89.600	0.574	0.043
18	Indrapura	Sal. Indrapura 4	Sekunder	Trapesium	244.418	1.884	0.036
19	Krembangan Makam	Sal. Krembangan Makam	Tersier	Trapesium	336.110	0.692	0.135
20	Indrapura	Sal. Indrapura 5	Sekunder	Trapesium	261.398	1.888	0.038
21	Pesapen Selatan	Sal. Pesapen Selatan	Tersier	Trapesium	345.140	0.752	0.127
22	Indrapura	Sal. Indrapura 6	Sekunder	Trapesium	75.694	0.959	0.022
23	Kelantan	Sal. Kelantan	Tersier	Trapesium	346.110	0.745	0.129
24	Johor Utara	Sal. Johor Utara	Tersier	Trapesium	581.620	0.537	0.301
25	Johor	Sal. Johor	Sekunder	Persegi	384.160	1.336	0.080
26	Johor Timur	Sal. Johor Timur	Tersier	Trapesium	80.940	0.483	0.047
27	Johor Barat	Sal. Johor Barat	Tersier	Trapesium	98.390	0.492	0.056
28	Johor Selatan	Sal. Johor Selatan	Tersier	Trapesium	66.550	0.811	0.023

Tabel 4.26 Perhitungan (Tf)

No	Daerah Tangkapan	Saluran	Tipe Saluran	Penampang	L (m)	V (m ³ /detik)	Tf (jam)
29	Morokrembangan	Sal. Morokrembangan 1	Sekunder	Persegi	82.914	1.452	0.016
30	Tanjung Perak Timur	Sal. Tanjung Perak Timur	Tersier	Trapesium	1013.810	0.906	0.311
31	Morokrembangan	Sal. Morokrembangan 2	Sekunder	Trapesium	205.964	1.548	0.037
32	Ikan Dorang	Sal. Ikan Dorang	Tersier	Trapesium	500.540	0.535	0.260
33	Morokrembangan	Sal. Morokrembangan 3	Sekunder	Persegi	147.314	1.509	0.027
34	Ikan Sepat Selatan	Sal. Ikan Sepat Selatan	Tersier	Trapesium	290.550	0.678	0.119
35	Ikan Tongkol	Sal. Ikan Tongkol	Tersier	Trapesium	340.070	0.691	0.137
36	Ikan Mungsing Selatan	Sal. Ikan Mungsing Selatan	Tersier	Trapesium	355.130	0.911	0.108
37	Morokrembangan	Sal. Morokrembangan 4	Sekunder	Persegi	160.693	1.622	0.028

Keterangan : Warna Kuning pada tabel 4.26 adalah wilayah STA. Gubeng

Tabel 4.27 Lembar A Perhitungan T0

Saluran	Tipe Saluran	Penampang	Elv.	Elv.	Lo	Io	t_o Sendiri	t_o Sebelumnya								
			Tanah Terjauh	Tanah Terdekat				m	m	m	jam	t_o 1 (jam)	t_o 2 (jam)	t_o 3 (jam)	t_o 4 (jam)	
Sal. Belakang Penjara Selatan	Tersier	Trapesium	5.18	4.88	240.34	0.001	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sal. Belakang Penjara Utara	Tersier	Trapesium	5.49	4.88	203.22	0.003	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sal. Pesapen Kali 1	Sekunder	Persegi	5.18	4.88	96.95	0.003	0.002	0.169	0.089	-	-	-	-	-	-	-
Sal. Pesapen	Tersier	Trapesium	5.18	4.57	235.33	0.003	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sal. Pesapen Kali 2	Sekunder	Persegi	5.49	4.88	29.01	0.021	0.000	0.219	0.053	-	-	-	-	-	-	-
Sal. Dapukan Baru	Tersier	Trapesium	5.18	4.57	118.62	0.005	0.002	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sal. Dapukan 1	Sekunder	Persegi	4.57	4.27	160.93	0.002	0.003	0.048	-	-	-	-	-	-	-	-
Sal. Sempurna	Tersier	Trapesium	5.18	4.27	118.38	0.008	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sal. Dapukan 2	Sekunder	Persegi	4.57	4.27	140.53	0.002	0.003	0.227	0.037	-	-	-	-	-	-	-
Sal. Masjid Kemayoran	Tersier	Trapesium	6.40	6.10	214.81	0.001	0.004	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sal. Kepajen	Tersier	Trapesium	6.40	6.10	177.35	0.002	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 4.27 Lanjutan Lembar A Perhitungan T0

Saluran	Tipe Saluran	Penampang	Elv. Tanah Terjauh	Elv. Tanah Terdekat	Lo	Io	t_o Sen diri	t_o Sebelumnya						
			m	m	m	m	jam	t_o 1 (jam)	t_o 2 (jam)	t_o 3 (jam)	t_o 4 (jam)	t_o 5 (jam)	t_o 6 (jam)	t_o 7 (jam)
Sal. Indrapura 1	Sekunder	Trapesium	6.10	5.79	16.16	0.019	0.000	0.036	0.105	-	-	-	-	-
Sal. Taman Kalongan	Tersier	Trapesium	6.10	5.79	94.41	0.003	0.002	-	-	-	-	-	-	-
Sal. Indrapura 2	Sekunder	Trapesium	7.01	6.40	128.49	0.005	0.002	0.153	0.040	-	-	-	-	-
Sal. Gatotan	Tersier	Trapesium	5.49	5.18	152.51	0.002	0.003	-	-	-	-	-	-	-
Sal. Indrapura 3	Sekunder	Trapesium	5.49	5.18	40.38	0.008	0.001	0.202	0.039	-	-	-	-	-
Sal. Jagaraga	Tersier	Trapesium	5.18	4.88	214.14	0.001	0.004	-	-	-	-	-	-	-
Sal. Indrapura 4	Sekunder	Trapesium	5.18	4.88	60.55	0.005	0.001	0.226	0.048	-	-	-	-	-
Sal. Krembangan Makam	Tersier	Trapesium	3.66	3.35	144.16	0.002	0.003	-	-	-	-	-	-	-
Sal. Indrapura 5	Sekunder	Trapesium	5.18	4.88	49.20	0.006	0.001	0.262	0.138	-	-	-	-	-
Sal. Pesapen Selatan	Tersier	Trapesium	5.79	5.49	118.29	0.003	0.002	-	-	-	-	-	-	-
Sal. Indrapura 6	Sekunder	Trapesium	5.49	5.18	28.91	0.011	0.000	0.301	0.130	-	-	-	-	-
Sal. Kelantan	Tersier	Trapesium	5.18	4.88	118.57	0.003	0.002	-	-	-	-	-	-	-
Sal. Johor Utara	Tersier	Trapesium	5.18	4.88	239.74	0.001	0.005	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 4.27 Lanjutan Lembar A Perhitungan T0

Saluran	Tipe Saluran	Penampang	Elv.	Elv.	Lo	Io	t_o Sendiri	t_o Sebelumnya								
			Tanah Terjauh	Tanah Terdekat				m	m	m	jam	t_o 1 (jam)	t_o 2 (jam)	t_o 3 (jam)		
												t_o 4 (jam)	t_o 5 (jam)	t_o 6 (jam)	t_o 7 (jam)	
Sal. Johor	Sekunder	Persegi	5.18	4.88	92.04	0.003	0.002				0.131	0.306	-	-	-	-
Sal. Johor Timur	Tersier	Trapesium	4.88	4.57	305.20	0.001	0.006				-	-	-	-	-	-
Sal. Johor Barat	Tersier	Trapesium	5.18	4.88	287.40	0.001	0.006				-	-	-	-	-	-
Sal. Johor Selatan	Tersier	Trapesium	4.57	4.27	108.52	0.003	0.002				-	-	-	-	-	-
Sal. Morokrembangan 1	Sekunder	Persegi	4.88	4.57	23.45	0.013	0.000				0.386	0.053	0.061	0.025	0.322	0.298
Sal. Tanjung Perak Timur	Tersier	Trapesium	6.71	6.10	168.36	0.004	0.002				-	-	-	-	-	-
Sal. Morokrembangan 2	Sekunder	Trapesium	5.79	5.49	22.50	0.014	0.000				0.401	0.313	-	-	-	-
Sal. Ikan Dorang	Tersier	Trapesium	4.27	3.96	244.92	0.001	0.005				-	-	-	-	-	-
Sal. Morokrembangan 3	Sekunder	Persegi	5.18	4.88	32.54	0.009	0.000				0.438	0.265	-	-	-	-
Sal. Ikan Sepat Selatan	Tersier	Trapesium	4.88	3.96	84.89	0.011	0.001				-	-	-	-	-	-
Sal. Ikan Tongkol	Tersier	Trapesium	4.27	3.96	143.27	0.002	0.003				-	-	-	-	-	-
Sal. Ikan Mungsing Selatan	Tersier	Trapesium	3.05	2.44	162.76	0.004	0.002				-	-	-	-	-	-
Sal. Morokrembangan 4	Sekunder	Persegi	4.57	4.27	28.06	0.011	0.000				0.466	0.120	0.139	0.111	-	-

Tabel 4.28 Lembar B Perhitungan T0 dan Tc Terpilih

No	DAS	Saluran	To (jam)	Tf (jam)	Tc (jam)
1	Belakang Penjara Selatan	Sal. Belakang Penjara Selatan	0.005	0.164	0.169
2	Belakang Penjara Utara	Sal. Belakang Penjara Utara	0.003	0.086	0.089
3	Pesapen Kali	Sal. Pesapen Kali 1	0.219	0.050	0.270
4	Pesapen	Sal. Pesapen	0.004	0.049	0.052
5	Pesapen Kali	Sal. Pesapen Kali 2	0.289	0.070	0.359
6	Dapukan Baru	Sal. Dapukan Baru	0.002	0.046	0.048
7	Dapukan	Sal. Dapukan 1	0.227	0.179	0.406
8	Sempurna	Sal. Sempurna	0.001	0.035	0.037
9	Dapukan	Sal. Dapukan 2	0.298	0.071	0.369
10	Masjid Kemayoran	Sal. Masjid Kemayoran	0.004	0.032	0.036
11	Kepajen	Sal. Kepajen	0.003	0.101	0.105
12	Indrapura	Sal. Indrapura 1	0.153	0.049	0.202
13	Taman Kalongan	Sal. Taman Kalongan	0.002	0.039	0.040
14	Indrapura	Sal. Indrapura 2	0.202	0.049	0.251
15	Gatotan	Sal. Gatotan	0.003	0.036	0.039

Tabel 4.28 Lanjutan Lembar B Perhitungan T₀ dan T_c Terpilih

No	DAS	Saluran	T ₀ (jam)	T _f (jam)	T _c (jam)
16	Indrapura	Sal. Indrapura 3	0.262	0.024	0.286
17	Jagaraga	Sal. Jagaraga	0.004	0.043	0.048
18	Indrapura	Sal. Indrapura 4	0.262	0.036	0.298
19	Krembangan Makam	Sal. Krembangan Makam	0.003	0.135	0.138
20	Indrapura	Sal. Indrapura 5	0.301	0.038	0.339
21	Pesapen Selatan	Sal. Pesapen Selatan	0.002	0.127	0.130
22	Indrapura	Sal. Indrapura 6	0.322	0.022	0.344
23	Kelantan	Sal. Kelantan	0.002	0.129	0.131
24	Johor Utara	Sal. Johor Utara	0.005	0.301	0.306
25	Johor	Sal. Johor	0.386	0.080	0.466
26	Johor Timur	Sal. Johor Timur	0.006	0.047	0.053
27	Johor Barat	Sal. Johor Barat	0.006	0.056	0.061
28	Johor Selatan	Sal. Johor Selatan	0.002	0.023	0.025
29	Morokrembangan	Sal. Morokrembangan 1	0.401	0.016	0.417
30	Tanjung Perak Timur	Sal. Tanjung Perak Timur	0.002	0.311	0.313

Tabel 4.28 Lanjutan Lembar B Perhitungan T0 dan Tc Terpilih

No	DAS	Saluran	T ₀ (jam)	T _f (jam)	T _c (jam)
31	Morokrembangan	Sal. Morokrembangan 2	0.438	0.037	0.475
32	Ikan Dorang	Sal. Ikan Dorang	0.005	0.260	0.265
33	Morokrembangan	Sal. Morokrembangan 3	0.466	0.027	0.493
34	Ikan Sepat Selatan	Sal. Ikan Sepat Selatan	0.001	0.119	0.120
35	Ikan Tongkol	Sal. Ikan Tongkol	0.003	0.137	0.139
36	Ikan Mungsing Selatan	Sal. Ikan Mungsing Selatan	0.002	0.108	0.111
37	Morokrembangan	Sal. Morokrembangan 4	0.466	0.028	0.493

Keterangan :

Warna Kuning pada tabel 4.28 adalah wilayah STA. Gubeng

4.1.9 Debit Rencana (Metode Rasional)

Perhitungan saluran menggunakan Debit Rencana (Metode Rasional) dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = 0.278 \times \beta \times C \times I \times A$$

Dimana :

Q = Debit rencana (m^3/detik)

β = Koefisien penyebaran hujan

C_{gabungan} = Koefisien pengaliran (*lihat tabel 4.22*)

I_t = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas cathcment / luas sub DAS (km^2) (*lihat tabel 4.22*)

Tabel 4.29 Koefisien Penyebaran Hujan (β)

Luas Cathcment (km^2)	Koefisien β
0-4	1
5	0.995
10	0.980
15	0.955
20	0.920
25	0.875
30	0.820
50	0.500

(*Soewarno, 1995*)

Analisa perhitungan saluran tersier belakang penjara selatan menggunakan Metode Rasional, sebagai berikut :

➤ **Qr 2 tahun (saluran tersier)**

Diketahui :

$$\beta = 1$$

$$C_{gabungan} = 0,580$$

$$I_t = 117,71 \text{ mm/jam}$$

$$A = 0,036$$

$$\text{Debit rencana } Q = 0,278 \times \beta \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,278 \times 1 \times 0,580 \times 117,71 \times 0,036$$

$$Q = 0,690 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Jadi, analisa perhitungan menggunakan Metode Rasional untuk saluran tersier belakang penjara selatan di dapatkan hasil dengan debit dan Q 2 tahun = $0,690 \text{ m}^3/\text{detik}$.

4.1.10 Pembagian Debit Saluran Indrapura dan Saluran Jepara

Pembagian debit dari Saluran Indrapura 4 menuju Saluran Jepara dan Saluran Indrapura 5 dikarenakan saluran tersebut ada percabangan.

Diketahui :

1. Saluran Jepara

Penampang : persegi

Tipe saluran : sekunder

$$b = 2,50 \text{ m}$$

$$H = 1,25 \text{ m}$$

$$h = 0,05 \text{ m}$$

$$P = b + (2 \times H)$$

$$= 2,50 \text{ m} + (2 \times 1,25 \text{ m}) = 5,00 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 A &= b \times H \\
 &= 2,50 \text{ m} \times 1,25 \text{ m} = 3,125 \text{ m}^2 \\
 n &= 0,035 \text{ (batu kosong)} \\
 I &= 0,012 \text{ mm/jam} \\
 R &= A/P \\
 &= \frac{3,125 \text{ m}^2}{5,00 \text{ m}} = 0,625 \text{ m} \\
 V &= \frac{1}{0,035} \times 0,625^{2/3} \times 0,012^{1/2} \\
 &= 2,251 \text{ m/detik} \\
 Q_{\text{kapasitas}} &= A \times V \\
 &= 3,125 \text{ m}^2 \times 2,251 \text{ m/detik} \\
 &= 7,03 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

2. Saluran Indrapura 5

Penampang : trapesium

Tipe saluran : sekunder

$$b = 3,20 \text{ m}$$

$$H = 1,11 \text{ m}$$

$$h = 0,66 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 P &= b + (2 \times H) \\
 &= 3,20 \text{ m} + (2 \times 1,11 \text{ m}) = 5,42 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A &= b \times H \\
 &= 3,20 \text{ m} \times 1,11 \text{ m} = 4,168 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$n = 0,035 \text{ (batu kosong)}$$

$$I = 0,006 \text{ mm/jam}$$

$$\begin{aligned}
 R &= A/P \\
 &= \frac{4,168 \text{ m}^2}{5,42 \text{ m}} = 0,769 \text{ m}
 \end{aligned}$$

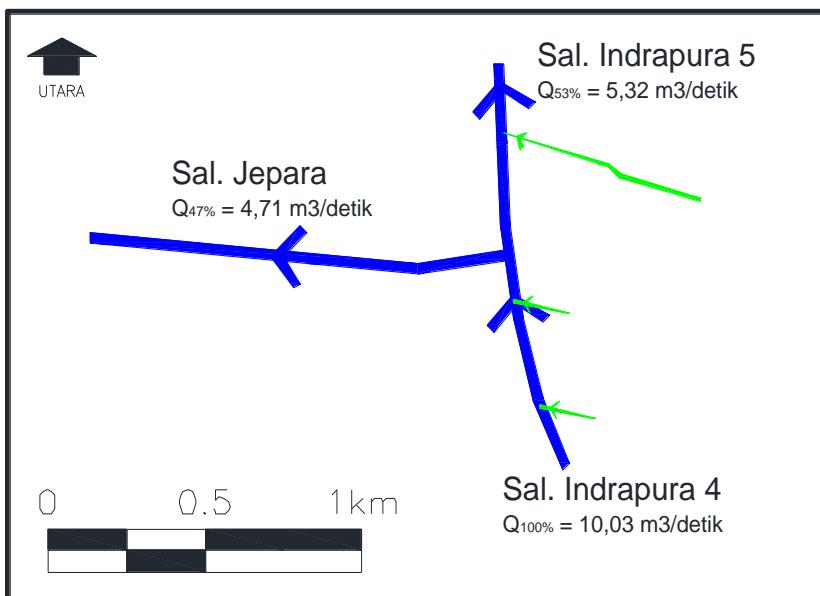
$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{0,035} \times 0,769^{2/3} \times 0,006^{1/2} \\
 &= 1,888 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{kapasitas}} &= A \times V \\
 &= 4,168 \text{ m}^2 \times 1,888 \text{ m/detik} \\
 &= 7,87 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Pembagian Debit :

$$\begin{aligned}
 &= \frac{Q_{Jepara}}{Q_{Jepara} + Q_{Indrapura\ 5}} \times 100\% \\
 &= \frac{7,03\ m^3/detik}{7,03\ m^3/detik + 7,87\ m^3/detik} \times 100\% \\
 &= 47\%
 \end{aligned}$$

Jadi, dari debit yang ada di Saluran Indrapura 4 pembagian debit menuju Saluran Jepara sebesar 47 % dan ke Saluran Indrapura 5 sebesar 53 % .



Gambar 4.1 Pembagian Debit Saluran Indrapura 4

Tabel 4.30 Lembar A Perhitungan Metode Rasional Q2 (Tersier) dan Q5 (Sekunder)

Daerah Tangkapan	Nama Saluran	Tipe Saluran	Penampang	C	R	Tc	I _t
					mm	jam	mm/jam
Belakang Penjara Selatan	Sal. Belakang Penjara Selatan	Tersier	Trapesium	0.580	103.89	0.169	117.71
Belakang Penjara Utara	Sal. Belakang Penjara Utara	Tersier	Trapesium	0.620	103.89	0.089	180.18
Pesapen Kali	Sal. Pesapen Kali 1	Sekunder	Persegi	0.600	122.75	0.219	116.99
Pesapen	Sal. Pesapen	Tersier	Trapesium	0.600	103.89	0.053	255.69
Pesapen Kali	Sal. Pesapen Kali 2	Sekunder	Persegi	0.600	122.75	0.289	97.27
Dapukan Baru	Sal. Dapukan Baru	Tersier	Trapesium	0.605	103.89	0.048	273.70
Dapukan	Sal. Dapukan 1	Sekunder	Persegi	0.605	122.75	0.227	114.35
Sempurna	Sal. Sempurna	Tersier	Trapesium	0.600	103.89	0.037	325.89
Dapukan	Sal. Dapukan 2	Sekunder	Persegi	0.600	122.75	0.298	95.41
Masjid Kemayoran	Sal. Masjid Kemayoran	Tersier	Trapesium	0.585	94.16	0.036	300.93
Kepajen	Sal. Kepajen	Tersier	Trapesium	0.560	107.56	0.105	167.97
Indrapura	Sal. Indrapura 1	Sekunder	Trapesium	0.360	122.75	0.153	148.62
Taman Kalongan	Sal. Taman Kalongan	Tersier	Trapesium	0.565	103.89	0.040	305.61

Tabel 4.30 Lanjutan Lembar A Perhitungan Metode Rasional Q2 (Tersier) dan Q5 (Sekunder)

Daerah Tangkapan	Nama Saluran	Tipe Saluran	Penampang	C	R	Tc	I _t
					mm	jam	mm/jam
Indrapura	Sal. Indrapura 2	Sekunder	Trapesium	0.437	122.75	0.202	123.62
Gatotan	Sal. Gatotan	Tersier	Trapesium	0.375	103.89	0.039	315.90
Indrapura	Sal. Indrapura 3	Sekunder	Trapesium	0.421	122.75	0.226	114.70
Jagaraga	Sal. Jagaraga	Tersier	Trapesium	0.590	103.89	0.048	274.27
Indrapura	Sal. Indrapura 4	Sekunder	Trapesium	0.450	122.75	0.262	103.93
Krembangan Makam	Sal. Krembangan Makam	Tersier	Trapesium	0.390	103.89	0.138	135.20
Indrapura	Sal. Indrapura 5	Sekunder	Trapesium	0.468	122.75	0.301	94.86
Pesapen Selatan	Sal. Pesapen Selatan	Tersier	Trapesium	0.330	103.89	0.130	140.63
Indrapura	Sal. Indrapura 6	Sekunder	Trapesium	0.485	122.75	0.322	90.51
Kelantan	Sal. Kelantan	Tersier	Trapesium	0.324	103.89	0.131	139.53
Johor Utara	Sal. Johor Utara	Tersier	Trapesium	0.603	103.89	0.306	79.37
Johor	Sal. Johor	Sekunder	Persegi	0.478	103.89	0.386	67.99
Johor Timur	Sal. Johor Timur	Tersier	Trapesium	0.380	103.89	0.053	255.69

Tabel 4.30 Lanjutan Lembar A Perhitungan Metode Rasional Q2 (Tersier) dan Q5 (Sekunder)

Daerah Tangkapan	Nama Saluran	Tipe Saluran	Penampang	C	R	Tc	I _t
					mm	jam	mm/jam
Johor Barat	Sal. Johor Barat	Tersier	Trapesium	0.604	103.89	0.061	231.37
Johor Selatan	Sal. Johor Selatan	Tersier	Trapesium	0.680	103.89	0.025	424.57
Morokrembangan	Sal. Morokrembangan 1	Sekunder	Persegi	0.555	122.75	0.401	78.20
Tanjung Perak Timur	Sal. Tanjung Perak Timur	Tersier	Trapesium	0.540	103.89	0.313	78.09
Morokrembangan	Sal. Morokrembangan 2	Sekunder	Trapesium	0.551	122.75	0.438	73.74
Ikan Dorang	Sal. Ikan Dorang	Tersier	Trapesium	0.705	103.89	0.265	87.31
Morokrembangan	Sal. Morokrembangan 3	Sekunder	Persegi	0.566	122.75	0.466	70.85
Ikan Sepat Selatan	Sal. Ikan Sepat Selatan	Tersier	Trapesium	0.488	103.89	0.120	148.01
Ikan Tongkol	Sal. Ikan Tongkol	Tersier	Trapesium	0.530	103.89	0.139	133.96
Ikan Mungsing Selatan	Sal. Ikan Mungsing Selatan	Tersier	Trapesium	0.540	103.89	0.111	156.32
Morokrembangan	Sal. Morokrembangan 4	Sekunder	Persegi	0.561	122.75	0.493	68.19

Keterangan : Warna Kuning pada tabel 4.30 adalah wilayah STA. Gubeng

Tabel 4.31 Lembar B Pehitungan Metode Rasional Q2 (Tersier) dan Q5 (Sekunder)

A Sendiri		A Sebelumnya						A Total	Qr
km ²	A1 (km ²)	A2 (km ²)	A3 km ²	A4 km ²	A5 km ²	A6 km ²	A7 km ²	km ²	m ³ /detik
0.036	-	-	-	-	-	-	-	0.036	0.69
0.069	-	-	-	-	-	-	-	0.069	2.15
0.019	0.036	0.069						0.125	2.43
0.023	-	-	-	-	-	-	-	0.023	1.00
0.010	0.125	0.023	-	-	-	-	-	0.158	2.56
0.079	-	-	-	-	-	-	-	0.079	3.65
0.030	0.079	-	-	-	-	-	-	0.109	2.10
0.109	-	-	-	-	-	-	-	0.109	5.92
0.041	0.109	0.109	-	-	-	-	-	0.259	4.13
0.009	-	-	-	-	-	-	-	0.009	0.42
0.132	-	-	-	-	-	-	-	0.132	3.44
0.002	0.009	0.132	-	-	-	-	-	0.142	2.11
0.030	-	-	-	-	-	-	-	0.030	1.45

Tabel 4.31 Lanjutan Lembar B Perhitungan Metode Rasional Q2 (Tersier) dan Q5 (Sekunder)

A Sendiri		A Sebelumnya						A Total	Qr
km ²	A1 (km ²)	A2 (km ²)	A3 km ²	A4 km ²	A5 km ²	A6 km ²	A7 km ²	km ²	m ³ /detik
0.025	0.142	0.030	-	-	-	-	-	0.197	2.96
0.033	-	-	-	-	-	-	-	0.033	1.07
0.008	0.197	0.033	-	-	-	-	-	0.238	3.19
0.091	-	-	-	-	-	-	-	0.091	4.11
0.010	0.238	0.091	-	-	-	-	-	0.339	4.41
0.077	-	-	-	-	-	-	-	0.077	1.13
0.013	0.339	0.077	-	-	-	-	-	0.429	5.30
0.082	-	-	-	-	-	-	-	0.082	1.06
0.002	0.429	0.082	-	-	-	-	-	0.513	6.26
0.066	-	-	-	-	-	-	-	0.066	0.83
0.039	-	-	-	-	-	-	-	0.039	0.51
0.040	0.066	0.039	-	-	-	-	-	0.145	1.30
0.021	-	-	-	-	-	-	-	0.021	0.55

Tabel 4.31 Lanjutan Lembar B Perhitungan Metode Rasional Q2 (Tersier) dan Q5 (Sekunder)

A Sendiri km ²	A Sebelumnya							A Total km ²	Qr m ³ /detik
	A1 (km ²)	A2 (km ²)	A3 km ²	A4 km ²	A5 km ²	A6 km ²	A7 km ²		
0.049	-	-	-	-	-	-	-	0.049	1.88
0.037	-	-	-	-	-	-	-	0.037	3.00
0.001	0.145	0.021	0.049	0.037	0.513	0.259	0.158	1.182	14.25
0.122	-	-	-	-	-	-	-	0.122	1.42
0.003	1.182	0.122	-	-	-	-	-	1.306	14.76
0.080	-	-	-	-	-	-	-	0.080	1.37
0.006	1.306	0.080	-	-	-	-	-	1.393	15.53
0.190	-	-	-	-	-	-	-	0.190	3.82
0.175	-	-	-	-	-	-	-	0.175	3.46
0.090	-	-	-	-	-	-	-	0.090	2.11
0.007	1.393	0.190	0.175	0.090	-	-	-	1.855	19.72

Keterangan :

Warna Kuning pada tabel 4.31 adalah wilayah STA. Gubeng

4.2 Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika dilakukan untuk mengetahui apakah secara teknis sistem drainase direncanakan sesuai dengan persyaratan teknis. Analisis ini diantaranya perhitungan kapasitas saluran, kapasitas pompa / kolam tampung dan perencanaan saluran.

4.2.1 Perhitungan Full Bank Capacity

Full bank capacity existing adalah besarnya debit tumpungan pada saluran sesuai dengan keadaan dilapangan. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan penampang saluran untuk menampung limpasan air hujan.

Rumus kecepatan rata-rata yang digunakan pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus manning, karena pada rumus ini mempunyai bentuk yang sederhana dan mudah dipahami.

- I. Perhitungan full bank capacity existing saluran tersier belakang penjara selatan dengan data sebagai berikut:

Diketahui:

Bentuk saluran trapesium

Panjang saluran (L) = 308,47 m

Lebar dasar saluran (b) = 0,70 m

Tinggi muka air (h) = 0,25 m

Tinggi jagaan (w) = 0,50 m

Full bank capacity (H) = $0,25 \text{ m} + 0,50 \text{ m} = 0,75 \text{ m}$

Kekasarman manning (n) = 0,035 (saluran batu kosong)

Kemiringan dasar saluran (Io) = 0,001

Penyelesaian:

$$A_{\text{total}} = (b + 0,5 \cdot h) \cdot h$$

$$= (0,70 \text{ m} + 0,50 \cdot 0,25 \text{ m}) \cdot 0,25 \text{ m} = 0,806 \text{ m}^2$$

$$P = b + (2 \cdot H)$$

$$= 0,70 \text{ m} + (2 \cdot 0,75 \text{ m})$$

$$= 2,20 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{0,806 \text{ m}^2}{2,20 \text{ m}}$$

$$= 0,366 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,035} \times 0,366^{2/3} \times 0,001^{1/2}$$

$$= 0,521 \text{ m/detik}$$

$$Q = A \times V$$

$$= 0,806 \text{ m}^2 \times 0,521 \text{ m/detik}$$

$$= 0,420 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Jadi, kapasitas saluran tersier belakang penjara selatan adalah $0,420 \text{ m}^3/\text{detik}$.

II. Perhitungan full bank capacity existing saluran sekunder pesapen kali 1 dengan data sebagai berikut:

Diketahui:

Bentuk saluran persegi

Panjang saluran (L) = 249,17 m

Lebar dasar saluran (b) = 3,20 m

Tinggi muka air (h) = 0,38 m

Tinggi jagaan (w) = 1,22 m

Full bank capacity (H) = 0,38 m + 1,22 m = 1,60 m

Kekasaran manning (n) = 0,035 (saluran batu kosong)

Kemiringan dasar saluran (Io) = 0,003

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} A_{\text{total}} &= (b \cdot H) \\ &= (3,20 \text{ m} \cdot 1,60 \text{ m}) = 5,12 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + (2 \cdot H) \\ &= 3,20 \text{ m} + (2 \cdot 1,60 \text{ m}) \\ &= 6,40 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{5,12 \text{ m}^2}{6,40 \text{ m}} \\ &= 0,80 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,035} \times 0,80^{2/3} \times 0,001^{1/2} = 1,381 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q &= A \times V \\&= 5,12 \text{ m}^2 \times 1,381 \text{ m/detik} \\&= 7,070 \text{ m}^3/\text{detik}\end{aligned}$$

Jadi, kapasitas saluran sekunder pesapen kali 1 adalah 7,070 m³/detik.

Tabel 4.32 Perhitungan Kapasitas Eksisting

Nama Saluran	L (m)	Penampang	Tipe Saluran	Eksisting Saluran					P (m)	A (m ²)	n	I dasar	R (m)	V (m/dtk)	Kapa- si- tas Sal. (m ³ /dt k)
				b (m)	h (m)	w (m)	H (m)								
Sal. Blkg Pnjr Sltn	308.47	Trapesium	Tersier	0.700	0.250	0.500	0.750	2.200	0.806	0.035	0.001	0.366	0.521	0.42	
Sal. Belakang Penjara Utara	260.30	Trapesium	Tersier	0.750	0.300	0.500	0.800	2.350	0.920	0.035	0.003	0.391	0.837	0.77	
Sal. Pesapen Kali 1	249.17	Persegi	Sekunder	3.200	0.380	1.220	1.600	6.400	5.120	0.035	0.003	0.800	1.381	7.07	
Sal. Pesapen	132.65	Trapesium	Tersier	0.650	0.300	0.500	0.800	2.250	0.840	0.035	0.003	0.373	0.754	0.63	
Sal. Pesapen Kali 2	247.27	Persegi	Sekunder	3.500	0.650	1.250	1.900	7.300	6.650	0.035	0.001	0.911	0.981	6.52	
Sal. Dapukan Baru	176.28	Trapesium	Tersier	0.650	0.300	0.500	0.800	2.250	0.840	0.035	0.005	0.373	1.062	0.89	
Sal. Dapukan 1	516.03	Persegi	Sekunder	2.900	0.500	0.300	0.800	4.500	2.320	0.035	0.002	0.516	0.799	1.85	
Sal. Sempurna	171.14	Trapesium	Tersier	0.650	0.360	0.500	0.860	2.370	0.929	0.035	0.008	0.392	1.345	1.25	
Sal. Dapukan 2	245.55	Persegi	Sekunder	3.200	0.600	0.400	1.000	5.200	3.200	0.035	0.002	0.615	0.963	3.08	
Sal. Masjid Kemayoran	68.07	Trapesium	Tersier	0.800	0.350	0.500	0.850	2.500	1.041	0.035	0.001	0.417	0.600	0.62	
Sal. Kepajen	233.51	Trapesium	Tersier	0.750	0.320	0.500	0.820	2.390	0.951	0.035	0.002	0.398	0.641	0.61	
Sal. Indrapura 1	124.30	Trapesium	Sekunder	3.350	0.300	0.600	0.900	5.150	3.420	0.035	0.001	0.664	0.710	2.43	

Tabel 4.32 Lanjutan Perhitungan Kapasitas Eksisting

Nama Saluran	L (m)	Penampang	Tipe Saluran	Eksisting Saluran					P (m)	A (m ²)	n	I dasar	R (m)	V (m/dtk)	Kapasitas Sal. (m ³ /dtk)	
				b (m)	h (m)	w (m)	H (m)									
Sal. Taman Kalongan	123.86	Trapesium	Tersier	0.820	0.300	0.500	0.800	2.420	0.976	0.035	0.003	0.403	0.886	0.86		
Sal. Indrapura 2	330.09	Trapesium	Sekunder	3.510	0.530	0.870	1.400	6.310	5.894	0.035	0.005	0.934	1.880	11.08		
Sal. Gatotan	89.60	Trapesium	Tersier	0.730	0.350	0.500	0.850	2.430	0.982	0.035	0.002	0.404	0.698	0.69		
Sal. Indrapura 3	174.40	Trapesium	Sekunder	1.400	0.100	1.400	1.500	4.400	3.225	0.035	0.008	0.733	2.018	6.51		
Sal. Jagaraga	89.60	Trapesium	Tersier	0.770	0.280	0.500	0.780	2.330	0.905	0.035	0.001	0.388	0.574	0.52		
Sal. Indrapura 4	244.42	Trapesium	Sekunder	3.200	0.660	0.710	1.370	5.940	5.322	0.035	0.005	0.896	1.884	10.03		
Sal. Kremlangan Makam	336.11	Trapesium	Tersier	0.700	0.300	0.500	0.800	2.300	0.880	0.035	0.002	0.383	0.692	0.61		
Sal. Indrapura 5	261.40	Trapesium	Sekunder	3.200	0.660	0.450	1.110	5.420	4.168	0.035	0.006	0.769	1.888	7.87		
Sal. Pesapen Selatan	345.14	Trapesium	Tersier	0.850	0.200	0.500	0.700	2.250	0.840	0.035	0.003	0.373	0.752	0.63		
Sal. Indrapura 6	75.69	Trapesium	Sekunder	3.520	0.660	0.970	1.630	6.780	7.066	0.035	0.001	1.042	0.959	6.77		
Sal. Kelantan	346.11	Trapesium	Tersier	0.660	0.280	0.500	0.780	2.220	0.819	0.035	0.003	0.369	0.745	0.61		
Sal. Johor Utara	581.62	Trapesium	Tersier	0.700	0.300	0.500	0.800	2.300	0.880	0.035	0.001	0.383	0.537	0.47		

Tabel 4.32 Lanjutan Perhitungan Kapasitas Eksisting

Nama Saluran	L (m)	Penampang	Tipe Saluran	Eksisting Saluran				P (m)	A (m ²)	n	I dasar	R (m)	V (m/dtk)	Kapasitas Sal. (m ³ /dtk)
				b (m)	h (m)	w (m)	H (m)							
Sal. Johor	384.16	Persegi	Sekunder	3.000	0.410	1.020	1.430	5.860	4.290	0.035	0.003	0.732	1.336	5.73
Sal. Johor Timur	80.94	Trapesium	Tersier	0.750	0.300	0.500	0.800	2.350	0.920	0.035	0.001	0.391	0.483	0.44
Sal. Johor Barat	98.39	Trapesium	Tersier	0.750	0.280	0.500	0.780	2.310	0.889	0.035	0.001	0.385	0.492	0.44
Sal. Johor Selatan	66.55	Trapesium	Tersier	0.700	0.330	0.500	0.830	2.360	0.925	0.035	0.003	0.392	0.811	0.75
Sal. Morokrembangan 1	82.91	Persegi	Sekunder	2.922	0.420	1.330	1.750	6.422	5.114	0.035	0.004	0.796	1.452	7.43
Sal. Tanjung Perak Timur	1013.81	Trapesium	Tersier	0.700	0.400	0.400	0.800	2.300	0.880	0.035	0.004	0.383	0.906	0.80
Sal. Morokrembangan 2	205.96	Trapesium	Sekunder	3.015	0.280	1.080	1.360	5.735	5.026	0.035	0.004	0.876	1.548	7.78
Sal. Ikan Dorang	500.54	Trapesium	Tersier	0.820	0.250	0.500	0.750	2.320	0.896	0.035	0.001	0.386	0.535	0.48
Sal. Morokrembangan 3	147.31	Persegi	Sekunder	5.187	0.240	1.010	1.250	7.687	6.484	0.035	0.004	0.843	1.509	9.78
Sal. Ikan Sepat Selatan	290.55	Trapesium	Tersier	0.720	0.300	0.500	0.800	2.320	0.896	0.035	0.002	0.386	0.678	0.61
Sal. Ikan Tongkol	340.07	Trapesium	Tersier	0.700	0.290	0.500	0.790	2.280	0.865	0.035	0.002	0.379	0.691	0.60
Sal. Ikan Mungsing Selatan	355.13	Trapesium	Tersier	0.700	0.280	0.500	0.780	2.260	0.850	0.035	0.004	0.376	0.911	0.77
Sal. Morokrembangan 4	160.69	Persegi	Sekunder	3.937	0.440	1.360	1.800	7.537	7.087	0.035	0.004	0.940	1.622	11.50

Keterangan :

- Nilai n diambil dari tabel 3.3 yaitu saluran dengan meterial pasangan batu kosong.
- Warna Kuning pada tabel 4.32 adalah wilayah STA. Gubeng.

4.2.2 Perbandingan Debit Rencana dengan Kapasitas Saluran Eksisting

Perbandingan debit rencana dengan kapasitas saluran eksisting adalah cara membandingkan debit rencana dengan kapasitas saluran eksisting. Apabila kapasitas saluran eksisting lebih besar dari pada debit rencana, maka saluran tersebut dikatakan **aman**. Tetapi apabila kapasitas saluran eksisting lebih kecil dari pada debit rencana, maka saluran tersebut **meluber/banjir**.

Untuk lebih jelasnya dalam menganalisa perbandingan kapasitas saluran eksisting dengan debit rencana pada saluran drainase di Saluran Sekunder Morokrembangan, Saluran Sekunder Pesapen, Saluran Sekunder Indrapura, Saluran Sekunder Ndapukan dan Saluran Sekunder Johor dapat dilihat pada tabel 4.34 berikut ini:

Tabel 4.33 Perbandingan Debit Rencana dengan Kapasitas Eksisting Periode 2 Tahun dan 5 Tahun

No	Nama Saluran	Qrencana	Qkapasitas	Status
1	Sal. Belakang Penjara Selatan	0.69	0.42	meluber
2	Sal. Belakang Penjara Utara	2.15	0.77	meluber
3	Sal. Pesapen Kali 1	2.43	7.07	aman
4	Sal. Pesapen	1.00	0.63	meluber
5	Sal. Pesapen Kali 2	2.56	6.52	aman
6	Sal. Dapukan Baru	3.65	0.89	meluber
7	Sal. Dapukan 1	2.10	1.85	meluber
8	Sal. Sempurna	5.92	1.25	meluber
9	Sal. Dapukan 2	4.13	3.08	meluber
10	Sal. Masjid Kemayoran	0.42	0.62	aman
11	Sal. Kepajen	3.44	0.61	meluber
12	Sal. Indrapura 1	2.11	2.43	aman
13	Sal. Taman Kalongan	1.45	0.86	meluber

Tabel 4.33 Lanjutan Perbandingan Debit Rencana dengan Kapasitas Eksisting Periode 2 Tahun dan 5 Tahun

No	Nama Saluran	Qrencana	Qkapasitas	Status
14	Sal. Indrapura 2	296	11.08	aman
15	Sal. Gatotan	1.07	0.69	meluber
16	Sal. Indrapura 3	3.19	6.51	aman
17	Sal. Jagaraga	4.11	0.52	meluber
18	Sal. Indrapura 4	4.41	10.03	aman
19	Sal. Krembangan Makam	1.13	0.61	meluber
20	Sal. Indrapura 5	5.30	7.87	aman
21	Sal. Pesapen Selatan	1.06	0.63	meluber
22	Sal. Indrapura 6	6.26	6.77	aman
23	Sal. Kelantan	0.83	0.61	meluber
24	Sal. Johor Utara	0.51	0.47	meluber
25	Sal. Johor	1.30	5.73	aman
26	Sal. Johor Timur	0.55	0.44	meluber
27	Sal. Johor Barat	1.88	0.44	meluber
28	Sal. Johor Selatan	3.00	0.75	meluber
29	Sal. Morokrembangan 1	14.25	7.43	meluber
30	Sal. Tanjung Perak Timur	1.42	0.80	meluber
31	Sal. Morokrembangan 2	14.76	7.78	meluber
32	Sal. Ikan Dorang	1.37	0.48	meluber
33	Sal. Morokrembangan 3	15.53	9.78	meluber
34	Sal. Ikan Sepat Selatan	3.82	0.61	meluber
35	Sal. Ikan Tongkol	3.46	0.60	meluber
36	Sal. Ikan Mungsing Selatan	2.11	0.77	meluber
37	Sal. Morokrembangan 4	19.72	11.50	meluber

Keterangan: Warna kuning pada tabel 4.33 adalah bagian dari STA. Gubeng.

4.3 Penanggulangan Banjir

Penanggulangan banjir di Saluran Morokrembangan pada Tugas Akhir ini adalah dengan cara merencanakan dimensi saluran dan evaluasi kolam tumpung yang ada di Rumah Pompa Ikan Mungsing.

4.3.1 Perencanaan Dimensi Saluran dengan Normalisasi Saluran

Normalisasi yang dilakukan yaitu memperdalam saluran dengan pertimbangan elevasi saluran tersier tidak lebih tinggi dari sekunder.

Contoh perhitungan saluran tersier belakang penjara selatan dengan normalisasi saluran pada periode ulang 2 tahun.

Bentuk saluran trapesium

$$b = 0,70 \text{ m}$$

$$h = 0,25 \text{ m}$$

$$h \text{ redesain} = 0,550 \text{ m}$$

$$w = 0,50 \text{ m}$$

$$H = 1,050 \text{ m}$$

$$n = 0,035 \text{ (saluran pasangan batu kosong)}$$

$$I_0 = 0,001$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} A_{\text{total}} &= (b + 0,50 \cdot H) H \\ &= (0,70 \text{ m} + 0,50 \cdot 1,050 \text{ m}) \cdot 1,050 \text{ m} \\ &= 1,286 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= b + (2 \cdot H) \\
 &= 0,70 \text{ m} + (2 \cdot 1,050 \text{ m}) \\
 &= 2,800 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{A}{P} \\
 &= \frac{1,286 \text{ m}^2}{2,800 \text{ m}} \\
 &= 0,459 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\
 &= \frac{1}{0,035} \times 0,459^{2/3} \times 0,001^{1/2} \\
 &= 0,606 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= A \times V \\
 &= 1,286 \text{ m}^2 \times 0,606 \text{ m/detik} \\
 &= 0,78 \text{ m}^3/\text{detik}, (\text{aman sesudah normalisasi})
 \end{aligned}$$

Tabel 4.34 Perhitungan Normalisasi Saluran Periode Ulang 2 Tahun dan 5 Tahun

Nama Saluran	Penampang	Tipe Saluran	Eksisting Saluran					V (m/dtk)	Kapasitas Sal. (m ³ /dtk)	Q	Status
			b (m)	h (m)	h redesain (m)	w (m)	H (m)				
Sal. Belakang Penjara Selatan	Trapesium	Tersier	0.700	0.250	0.550	0.500	1.050	0.606	0.78	0.69	aman
Sal. Belakang Penjara Utara	Trapesium	Tersier	0.750	0.300	0.904	0.500	1.404	1.079	2.20	2.15	aman
Sal. Pesapen Kali 1	Persegi	Sekunder	3.200	0.380	0.912	1.220	2.132	1.509	10.29	2.43	aman
Sal. Pesapen	Trapesium	Tersier	0.650	0.300	0.523	0.500	1.023	0.842	1.00	1.00	aman
Sal. Pesapen Kali 2	Persegi	Sekunder	3.500	0.650	1.254	1.250	2.504	1.065	9.33	2.56	aman
Sal. Dapukan Baru	Trapesium	Tersier	0.650	0.300	1.161	0.500	1.661	1.488	3.66	3.65	aman
Sal. Dapukan 1	Persegi	Sekunder	2.900	0.500	1.361	0.300	1.661	1.048	5.05	2.10	aman
Sal. Sempurna	Trapesium	Tersier	0.650	0.360	1.401	0.500	1.901	1.948	5.93	5.92	aman
Sal. Dapukan 2	Persegi	Sekunder	3.200	0.600	1.641	0.400	2.041	1.238	8.08	4.13	aman
Sal. Masjid Kemayoran	Trapesium	Tersier	0.800	0.350	1.519	0.500	2.019	0.892	3.26	0.42	aman
Sal. Kepajen	Trapesium	Tersier	0.750	0.320	1.519	0.500	2.019	0.971	3.45	3.44	aman
Sal. Indrapura 1	Trapesium	Sekunder	3.350	0.300	1.499	0.600	2.099	1.067	9.86	2.11	aman

Tabel 4.34 Lanjutan Perhitungan Normalisasi Saluran Periode Ulang 2 Tahun dan 5 Tahun

Nama Saluran	Penampang	Tipe Saluran	Eksisting Saluran					V (m/dtk)	Kapasitas Sal. (m ³ /dtk)	Q	Status
			b (m)	h (m)	h redesain (m)	w (m)	H (m)				
Sal. Taman Kalongan	Trapesium	Tersier	0.820	0.300	0.569	0.500	1.069	1.008	1.46	1.45	aman
Sal. Indrapura 2	Trapesium	Sekunder	3.510	0.530	1.729	0.870	2.599	1.187	14.84	2.96	aman
Sal. Gatotan	Trapesium	Tersier	0.730	0.350	0.588	0.500	1.088	0.780	1.08	1.07	aman
Sal. Indrapura 3	Trapesium	Sekunder	1.400	0.100	1.299	1.400	2.699	0.989	7.34	3.19	aman
Sal. Jagaraga	Trapesium	Tersier	0.770	0.280	1.785	0.500	2.285	0.943	4.12	4.11	aman
Sal. Indrapura 4	Trapesium	Sekunder	3.200	0.660	2.165	0.710	2.875	1.217	16.22	4.41	aman
Sal. Krempangan Makam	Trapesium	Tersier	0.700	0.300	0.622	0.500	1.122	0.806	1.14	1.13	aman
Sal. Indrapura 5	Trapesium	Sekunder	3.200	0.660	2.165	0.450	2.615	1.166	13.74	5.30	aman
Sal. Pesapen Selatan	Trapesium	Tersier	0.850	0.200	0.443	0.500	0.943	0.859	1.07	1.06	aman
Sal. Indrapura 6	Trapesium	Sekunder	3.520	0.660	2.165	0.970	3.135	1.291	20.59	6.26	aman
Sal. Kelantan	Trapesium	Tersier	0.660	0.280	0.428	0.500	0.928	0.805	0.84	0.83	aman
Sal. Johor Utara	Trapesium	Tersier	0.700	0.300	0.550	0.500	1.050	0.607	0.78	0.51	aman

Tabel 4.34 Lanjutan Perhitungan Normalisasi Saluran Periode Ulang 2 Tahun dan 5 Tahun

Nama Saluran	Penampang	Tipe Saluran	Eksisting Saluran					V (m/dtk)	Kapasitas Sal. (m ³ /dtk)	Q	Status
			b (m)	h (m)	h redesain (m)	w (m)	H (m)				
Sal. Johor	Persegi	Sekunder	3.000	0.410	0.558	1.020	1.578	1.380	6.53	1.30	aman
Sal. Johor Timur	Trapesium	Tersier	0.750	0.300	0.820	0.500	1.320	0.605	1.13	0.55	aman
Sal. Johor Barat	Trapesium	Tersier	0.750	0.280	1.191	0.500	1.691	0.700	1.89	1.88	aman
Sal. Johor Selatan	Trapesium	Tersier	0.700	0.330	1.211	0.500	1.711	1.131	3.01	3.00	aman
Sal. Morokrembangan 1	Persegi	Sekunder	2.922	0.420	1.630	1.330	2.960	1.666	14.41	14.25	aman
Sal. Tanjung Perak Timur	Trapesium	Tersier	0.700	0.400	0.697	0.400	1.097	1.044	1.43	1.42	aman
Sal. Morokrembangan 2	Trapesium	Sekunder	3.015	0.280	1.490	1.080	2.570	2.070	22.88	14.76	aman
Sal. Ikan Dorang	Trapesium	Tersier	0.820	0.250	0.838	0.500	1.338	0.693	1.38	1.37	aman
Sal. Morokrembangan 3	Persegi	Sekunder	5.187	0.240	1.450	1.010	2.460	1.974	25.19	15.53	aman
Sal. Ikan Sepat Selatan	Trapesium	Tersier	0.720	0.300	1.930	0.500	2.430	1.140	5.36	3.82	aman
Sal. Ikan Tongkol	Trapesium	Tersier	0.700	0.290	1.497	0.500	1.997	1.061	3.60	3.46	aman
Sal. Ikan Mungsing Selatan	Trapesium	Tersier	0.700	0.280	0.860	0.500	1.360	1.172	2.20	2.11	aman
Sal. Morokrembangan 4	Persegi	Sekunder	3.937	0.440	1.647	1.360	3.007	1.898	22.47	21.13	aman

Keterangan: Warna kuning pada tabel 4.34 adalah bagian dari STA. Gubeng.

4.3.2 Perhitungan Volume Kolam Tampung Ikan Mungsing

Perhitungan volume yang melimpas dan waktu pemompaan dengan kapasitas pompa. Dalam perhitungan kapasitas Pompa Ikan Mungsing ini, saluran yang digunakan yaitu Saluran Morokrembangan. Debit banjir yang masuk ke dalam kolam tampung R.P Ikan Mungsing selanjutnya akan dipompa.

Diketahui :

$$Q = 3 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$\text{Volume Tampungan} = 6531.03 \text{ m}^3$$

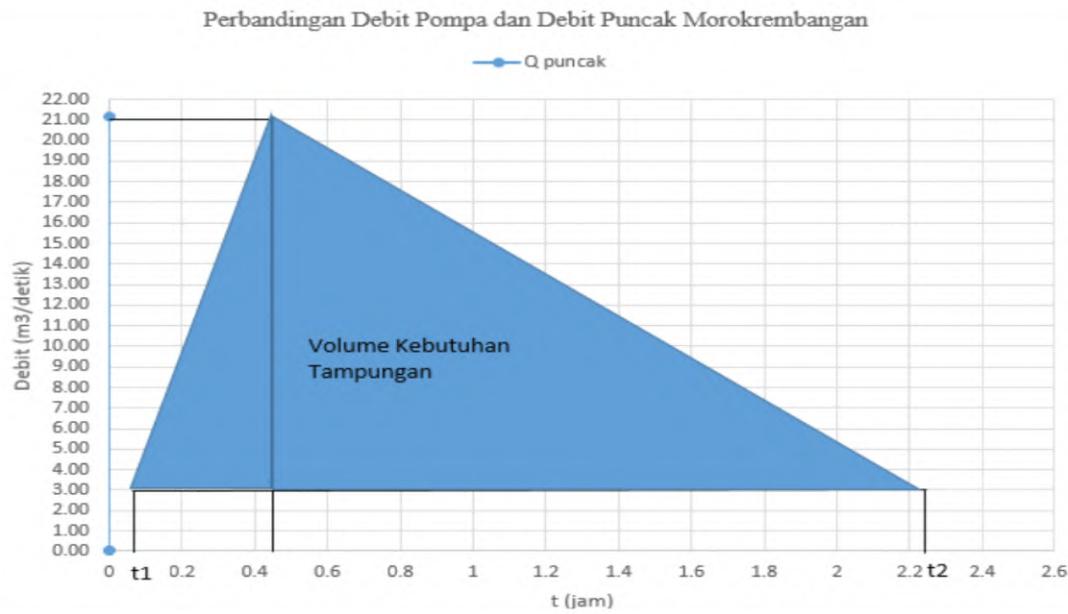
$$R_2 \text{ tahun} = 103.89 \text{ mm}$$

$$R_5 \text{ tahun} = 122.75 \text{ mm}$$

$$A = 0.925 \text{ km}^2 = 925000 \text{ m}^2$$

$$Q_p = 21.13 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$T_c = 0.45 \text{ jam}$$



Gambar 4.2 Grafik Perbandingan Debit Pompa dan Debit Puncak Morokrembang

Penyelesaian :

1. Perhitungan Volume Air

➤ Perhitungan volume air R2 tahun

$$\text{Volume Air} = R2 \text{ tahun} \times A$$

$$\begin{aligned} &= 0,104 \text{ m} \times 925000 \text{ m}^2 \\ &= 96200 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Volume Air} = 1/2 \times a \times t$$

$$R2 \text{ tahun} \times A = 1/2 \times (tc + t) \times Qpuncak$$

$$96200 \text{ m}^3 = 1/2 \times (0,445 \text{ jam} + t) \times 76068 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$t = \frac{96200 \text{ m}^3 \times 2}{76068 \text{ m}^3/\text{jam}} - 0,445 \text{ jam}$$

$$t = 2,529 \text{ jam}$$

➤ Perhitungan volume air R5 tahun

$$\text{Volume Air} = R5 \text{ tahun} \times A$$

$$\begin{aligned} &= 0,123 \text{ m} \times 925000 \text{ m}^2 \\ &= 113543,75 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Volume Air} = 1/2 \times a \times t$$

$$R5 \text{ tahun} \times A = 1/2 \times (tc + t) \times Qpuncak$$

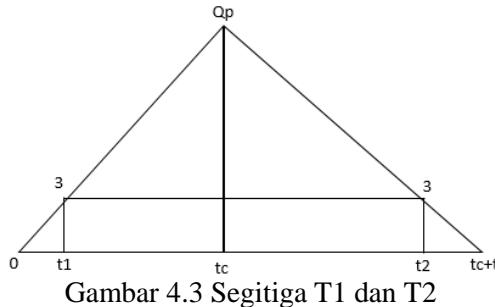
$$113543,75 \text{ m}^3 = 1/2 \times (0,445 \text{ jam} + t) \times 76068 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$t = \frac{113543,75 \text{ m}^3 \times 2}{76068 \text{ m}^3/\text{jam}} - 0,445 \text{ jam}$$

$$t = 2,540 \text{ jam}$$

Jadi, hasil perhitungan untuk R5 tahun $tc + t = 2,985 \text{ jam}$

2. Perhitungan Volume Kebutuhan Tampungan



➤ Perhitungan t1

$$\frac{3 \text{ m}^3/\text{detik}}{t1 - 0} = \frac{21,13 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,445 \text{ jam} - 0}$$

$$\frac{10800 \text{ m}^3/\text{jam}}{t1} = \frac{76068 \text{ m}^3/\text{jam}}{0,445 \text{ jam}}$$

$$t1 = \frac{10800 \text{ m}^3/\text{jam}}{170939,30 \text{ m}^3}$$

$$t1 = 0,063 \text{ jam}$$

➤ Perhitungan t2

$$\frac{3 \text{ m}^3/\text{detik}}{t2 - 2,985 \text{ jam}} = \frac{21,13 \text{ m}^3/\text{detik}}{0,445 \text{ jam} - 2,985 \text{ jam}}$$

$$\frac{10800 \text{ m}^3/\text{jam}}{t2 - 2,985 \text{ jam}} = \frac{76068 \text{ m}^3/\text{jam}}{-2,54 \text{ jam}}$$

$$\frac{10800 \text{ m}^3/\text{jam}}{t2 - 2,985 \text{ jam}} = -29948 \text{ m}^3$$

$$t_2 - 2,985 \text{ jam} = \frac{10800 \text{ m}^3/\text{jam}}{-29948 \text{ m}^3}$$

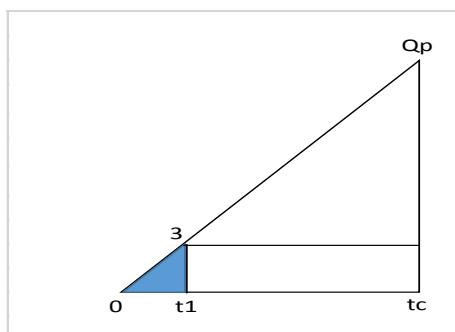
$$t_2 - 2,985 \text{ jam} = -0,361 \text{ jam}$$

$$t_2 = -0,361 \text{ jam} + 2,985 \text{ jam}$$

$$t_2 = 2,624 \text{ jam}$$

Untuk mengetahui berapa volume kebutuhan tampungan yang ada di Rumah Pompa Ikan Mungsing, menggunakan metode perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Vol. Kebutuhan Tampungan} &= \frac{1}{2} \times a \times t \\ &= \frac{1}{2} \times (t_2 - t_1) \times (Q_{\text{puncak}} - Q_{\text{pompa}}) \\ &= \frac{1}{2} \times (2,624 \text{ jam} - 0,063 \text{ jam}) \times (21,13 \text{ m}^3/\text{detik} - 3 \text{ m}^3/\text{detik}) \\ &= \frac{1}{2} \times (2,56 \text{ jam}) \times (18,13 \text{ m}^3/\text{detik}) \\ &= 1,28 \text{ jam} \times 18,13 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 4608 \text{ detik} \times 18,13 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 83543,04 \text{ m}^3\end{aligned}$$



Gambar 4.4 Volume Bak Pompa (Arsiran Biru)

❖ Volume bak pompa :

$$Q = 3 \text{ m}^3/\text{detik} = 10800 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$t_1 = 0,063 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume bak pompa} &= \frac{1}{2} \times a \times t \\ &= \frac{1}{2} \times t_1 \times Q \\ &= \frac{1}{2} \times 0,063 \text{ jam} \times 10800 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 340,2 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Direncanakan, diemensi bak pompa :

$$P(\text{panjang}) = 7 \text{ meter}$$

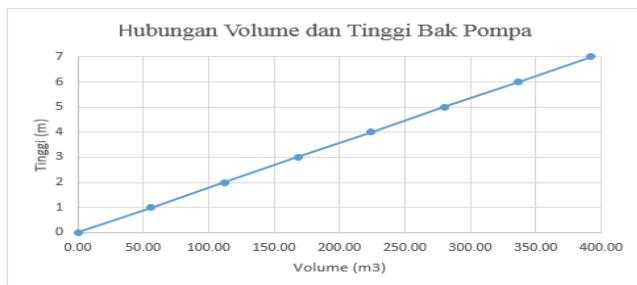
$$L(\text{lebar}) = 8 \text{ meter}$$

$$T(\text{tinggi}) = 7 \text{ meter}$$

$$\text{Volume rencana,} = 392 \text{ m}^3$$

Tabel 4.35 Hubungan Volume dan Tinggi Bak Pompa

Tinggi	0	1	2	3	4	5	6	7
Volume	0.00	56.00	112.00	168.00	224.00	280.00	336.00	392.00



Gambar 4.5 Grafik Hubungan Volume dan Tinggi Bak Pompa

Perhitungan Volume yang Melimpas dan Waktu Pemompaan dengan 1 Pompa Berkapasitas 3 m³/detik

Diketahui :

Luas alas :

$$\text{Kolam tampung} = 330 \text{ m}^2$$

$$\text{Sal. Sekunder} = 5000 \text{ m}^2$$

$$\text{Total} = 5330 \text{ m}^2$$

Dimensi kolam tampung :

$$\text{Panjang} = 33 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 10 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 20 \text{ m}$$

$$\text{Total} = 6600 \text{ m}^3$$

Penyelesaian :

- Pompa (Q) = 3,00 m³/detik

- Volume inflow = $Q \times \Delta t$
 $= 9,6 \text{ m}^3/\text{detik} \times 493,200 \text{ detik}$
 $= 4735 \text{ m}^3$

- Volume inflow komulatif = volume komulatif + volume
 $= 680 \text{ m}^3 + 4735 \text{ m}^3$
 $= 5415 \text{ m}^3$

- Volume outflow komulatif
 $(\text{volume outflow komulatif} + Q \text{ pompa} \times t)$
 $= 0 \text{ m}^3 + 1479,6 \text{ m}^3$
 $= 1479,6 \text{ m}^3$

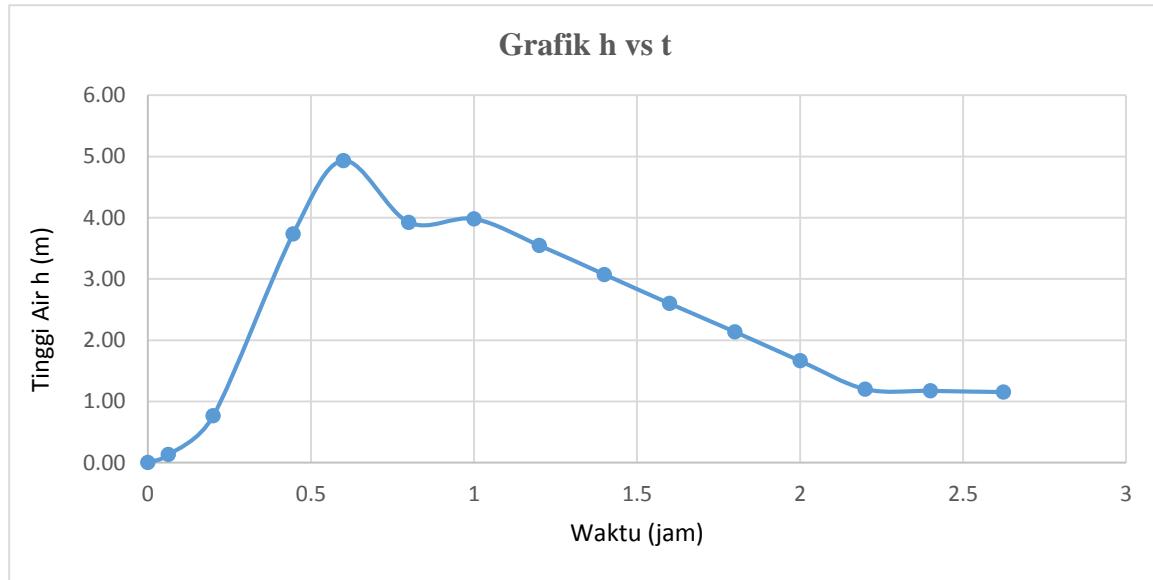
- Volume yang dikendalikan tampungan
 $V = \text{volume komulatif} - \text{volume outflow komulatif}$
 $= 5415 \text{ m}^3 - 1479,6 \text{ m}^3$
 $= 3936 \text{ m}^3$

- Tinggi air
 $(\text{volume yang dikendalikan tampungan} - \text{total luas alas})$
 $= 3936 \text{ m}^3 - 5330 \text{ m}^2$
 $= 0,74 \text{ m}$

- Volume yang melimpas
 $(\text{volume yang dikendalikan tampungan} - \text{volume tampungan})$
 $= 3936 \text{ m}^3 - 6531,082 \text{ m}^3 = -2595,5 \text{ m}^3$

Tabel 4.36 Perhitungan Volume yang Melimpas dan Waktu Pemompaan dengan 1 Pompa Berkapasitas 3 m³/detik

Waktu	Δt	Volume Inflow			Volume Outflow			Volume yang harus dikendalikan tumpungan	Tinggi Air	Volume yang melimpas	Keterangan
		Q	Volume	Volume Komulatif	Q pompa	Q pompa X t	Volume Outflow Komulatif				
jam	detik	m ³ /detik	m ³	m ³	m ³ /detik	m ³	m ³	m ³	m	m ³	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	-6531.0	Tidak Melimpas
0.063	226.800	3	680	680	0	0	0	680	0.13	-5850.6	Tidak Melimpas
0.2	493.200	9.6	4735	5415	3	1479.6	1479.6	3936	0.74	-2595.5	Tidak Melimpas
0.445	882.000	21.13	18637	23371	3	2646	4125.6	19246	3.61	12714.8	Melimpas
0.6	558.000	19.90	11104	29741	3	1674	4320	25421	4.77	18889.8	Melimpas
0.8	720.000	18.00	12960	24064	3	2160	3834	20230	3.80	13699.2	Melimpas
1	720.000	16.50	11880	24840	3	2160	4320	20520	3.85	13989.0	Melimpas
1.2	720.000	14.90	10728	22608	3	2160	4320	18288	3.43	11757.0	Melimpas
1.4	720.000	13.10	9432	20160	3	2160	4320	15840	2.97	9309.0	Melimpas
1.6	720.000	11.50	8280	17712	3	2160	4320	13392	2.51	6861.0	Melimpas
1.8	720.000	9.80	7056	15336	3	2160	4320	11016	2.07	4485.0	Melimpas
2	720.000	8.10	5832	12888	3	2160	4320	8568	1.61	2037.0	Melimpas
2.2	720.000	6.50	4680	10512	3	2160	4320	6192	1.16	-339.0	Tidak Melimpas
2.4	720.000	4.90	3528	8208	0	0	2160	6048	1.13	-483.0	Tidak Melimpas
2.624	806.400	3	2419	5947	0	0	0	5947	1.12	-583.8	Tidak Melimpas



Gambar 4.6 Grafik h vs t

Tabel 4.37 Perhitungan Volume yang Melimpas dan Waktu Pemompaan dengan 6 Pompa Berkapasitas 3 m³/detik

Waktu	Δt	Volume Inflow			Volume Outflow		Volume Outflow Komulatif	Volume yang harus dikendalikan tumpungan	Tinggi Air	Keterangan
		Q	Volume	Volume Komulatif	Q pompa	Q pompa X t				
jam	detik	m ³ /detik	m ³	m ³	m ³ /detik	m ³	m ³	m ³	m	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00	Tidak Melimpas
0.063	226.8	3	680	680	0	0	0	680	2.06	Tidak Melimpas
0.2	493.2	9.6	4735	5415	3	1479.6	1479.6	3936	11.87	Tidak Melimpas
0.445	882.0	21.13	18637	23371	18	15876	17355.6	6016	18.23	Tidak Melimpas
0.6	558.0	19.90	11104	29741	18	10044	25920	3821	11.58	Tidak Melimpas
0.8	720.0	18.00	12960	24064	18	12960	23004	1060	3.21	Tidak Melimpas
1	720.0	16.50	11880	24840	12	8640	21600	3240	9.81	Tidak Melimpas
1.2	720.0	14.90	10728	22608	12	8640	17280	5328	16.13	Tidak Melimpas
1.4	720.0	13.10	9432	20160	9	6480	15120	5040	15.27	Tidak Melimpas
1.6	720.0	11.50	8280	17712	9	6480	12960	4752	14.45	Tidak Melimpas
1.8	720.0	9.80	7056	15336	6	4320	10800	4536	13.57	Tidak Melimpas
2	720.0	8.10	5832	12888	3	2160	6480	6408	19.50	Tidak Melimpas
2.2	720.0	6.50	4680	10512	3	2160	4320	6192	18.80	Tidak Melimpas
2.4	720.0	4.90	3528	8208	0	0	2160	6048	18.00	Tidak Melimpas
2.624	806.4	3	2419	5947	0	0	0	5947	17.90	Tidak Melimpas

Tabel 4.38 Petunjuk Pengoperasian Pompa

	t (Jam)	volume (m ³)	elevasi (m)	Keterangan
	0.06	680.4	2.06	6 pompa berkapasitas 3 m ³ /detik pompa off
	0.2	3936	11.87	1 pompa berkapasitas 3 m ³ /detik pompa on
	0.45	6015.8	18.23	6 pompa berkapasitas 3 m ³ /detik pompa on
	1.00	3240.0	9.81	4 pompa berkapasitas 3 m ³ /detik pompa on
	1.40	5040.0	15.27	3 pompa berkapasitas 3 m ³ /detik pompa on
	1.80	4536.0	13.57	2 pompa berkapasitas 3 m ³ /detik pompa on
	2.00	6408.0	19.50	1 pompa berkapasitas 3 m ³ /detik pompa on
	2.40	6048.0	18.00	6 pompa berkapasitas 3 m ³ /detik pompa off

Jadi, Volume kebutuhan tampungan = $83543,04 \text{ m}^3$ > Volume tampungan eksisting = $6483,75 \text{ m}^3$, artinya terdapat volume yang melimpah. Volume tersebut tidak dapat ditampung oleh kolam tampungan sehingga menyebabkan luberan di saluran sekunder Morokrembangan. Oleh sebab itu, 1 pompa berkapasitas $3 \text{ m}^3/\text{detik}$ belum bisa mengatasi masalah banjir di daerah Morokrembangan. Solusinya yaitu dengan menambah 5 pompa berkapasitas $3 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan merubah dimensi bak tumpung Rumah Pompa Ikan Mungsing dengan dimensi $P = 7 \text{ m}$, $L = 8 \text{ m}$, $T = 7 \text{ m}$ (Volume = 392 m^3).

“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”

Legenda Peta

- — — — Batas Kota Surabaya
- Batas Wil. Pemb. Walikota
- Batas Kecamatan
- — Batas Kelurahan

-  Jalan Kota
-  Rel Kereta Api
-  Sungai
-  Waduk/Bozem
-  Poligon Thiessen
-  Saluran Primer
-  Saluran Sekunder

Tangaul Laut

Dam



Stasiun Hujan

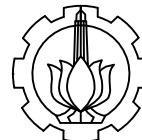
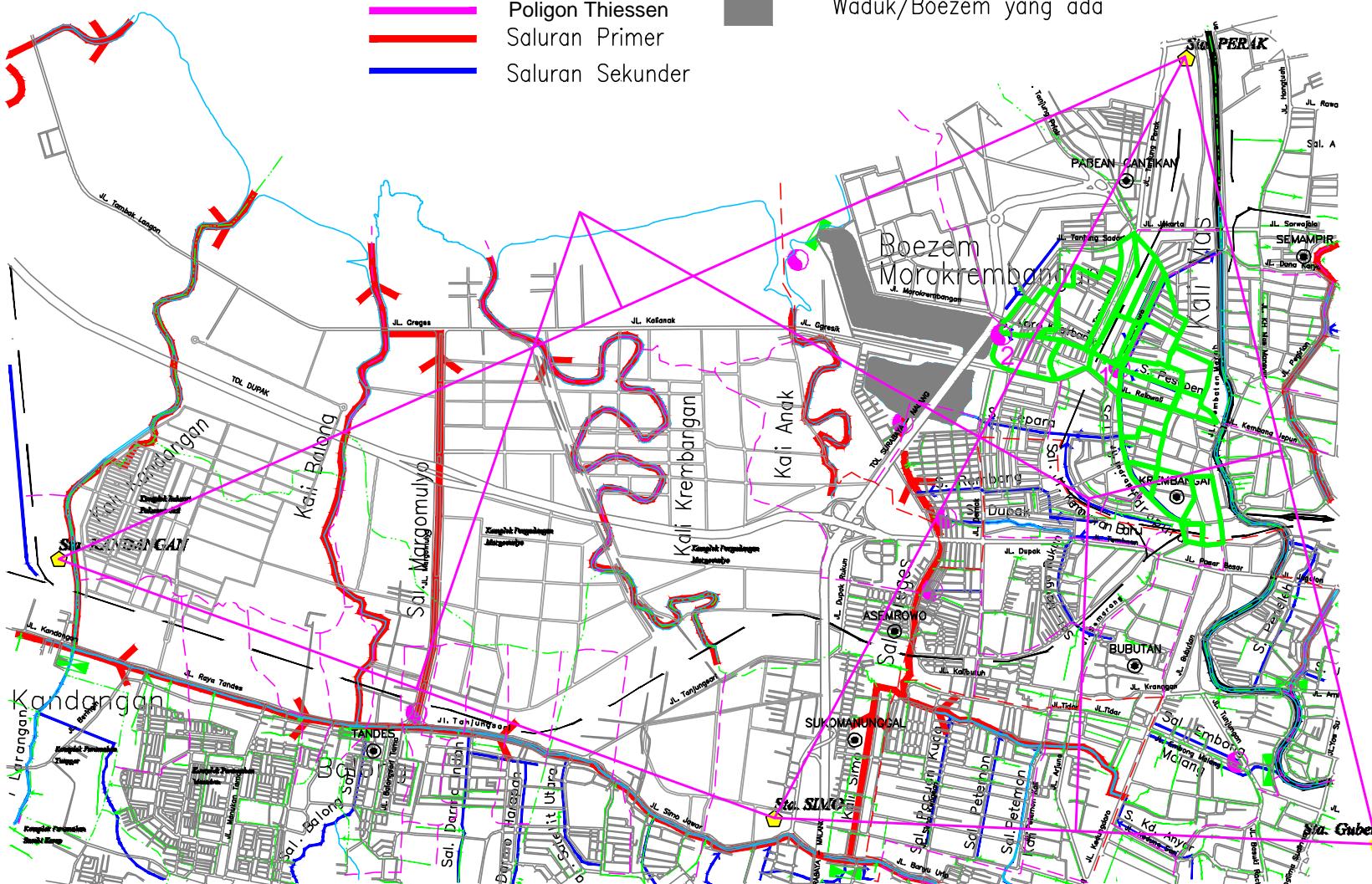
Pintu Air



Catchment Area

Rumah Pompa yang ada

Waduk/Boezem yang ada



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

0 0.5 1km

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE MOROKREMBANGAN KOTA SURABAYA

NAMA GAMBAR

POLYGON THIESSEN

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

BAYU SATRIA W.P
3111030033

RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

01 | 30

UTARA



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

0 0.5 1km

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

CATCHMENT AREA

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

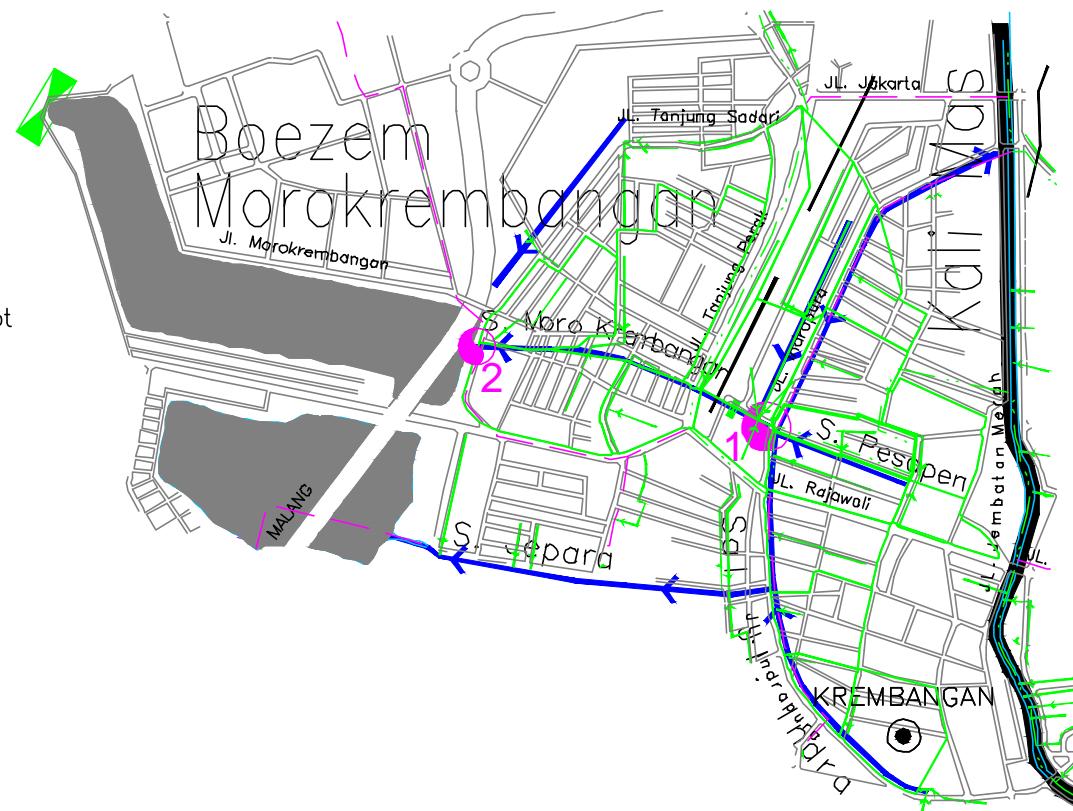
BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

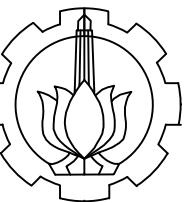
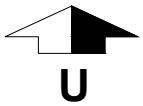
HALAMAN JUMLAH

02 30

Legenda Peta

- - - - Batas Kota Surabaya
- Batas Wil. Pemb. Walikot
- Batas Kecamatan
- Batas Kelurahan
- Jalan Kota
- Rel Kereta Api
- Sungai
- Waduk/Bozem
- Saluran Tersier**
- Saluran Primer**
- Saluran Sekunder**
- Tanggul Laut
- Dam
- Pintu Air
- Rumah Pompa yang ada
- Waduk/Bozem yang ada
- Catchment Area**





D3 TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPILDAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

- RUMAH POMPA (P.A)
- SALURAN SEKUNDER
- SALURAN TERSIER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

SKEMA JARINGAN

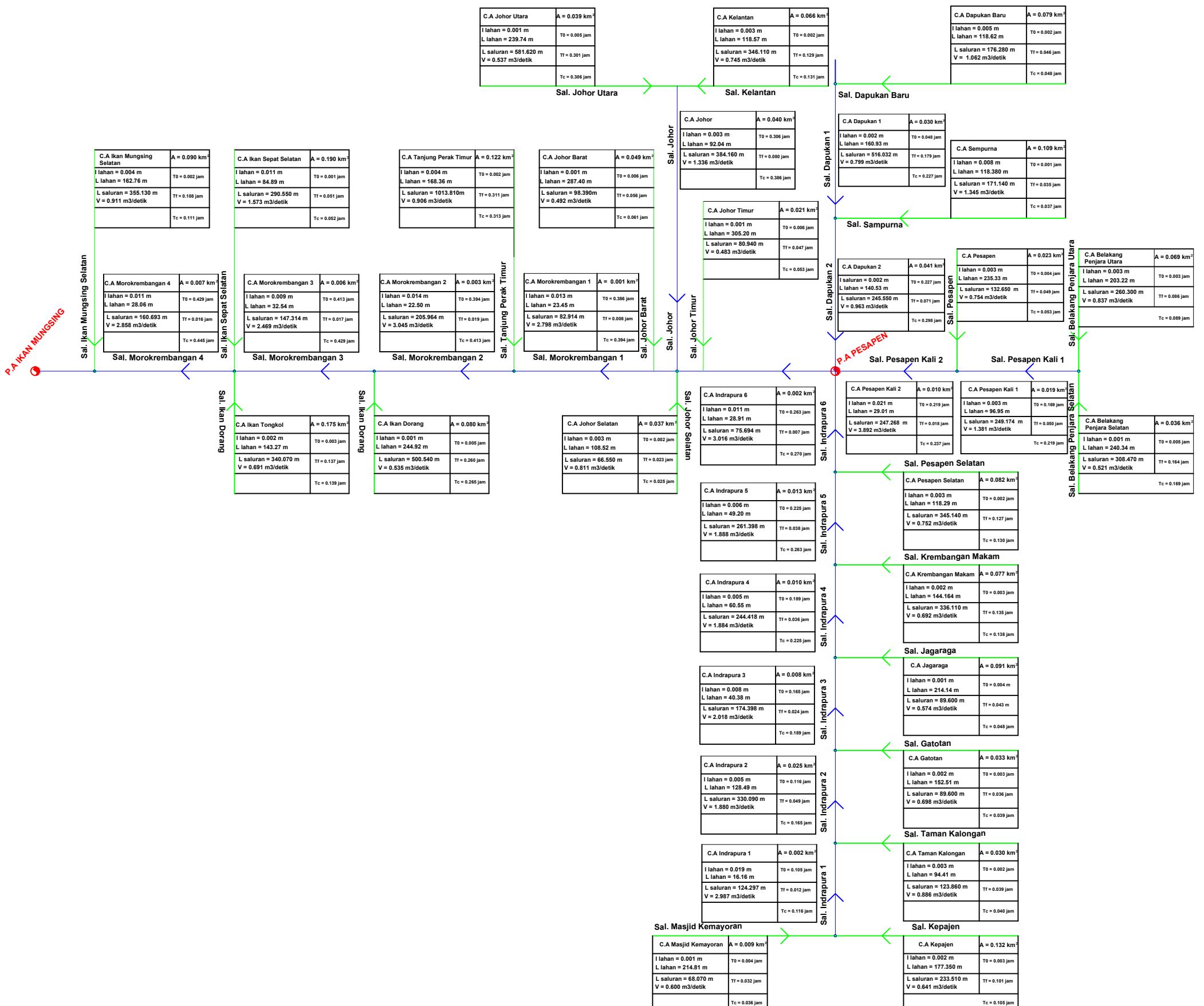
DOSEN PEMBIMBING
TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN | JUMLAH

3 | 30

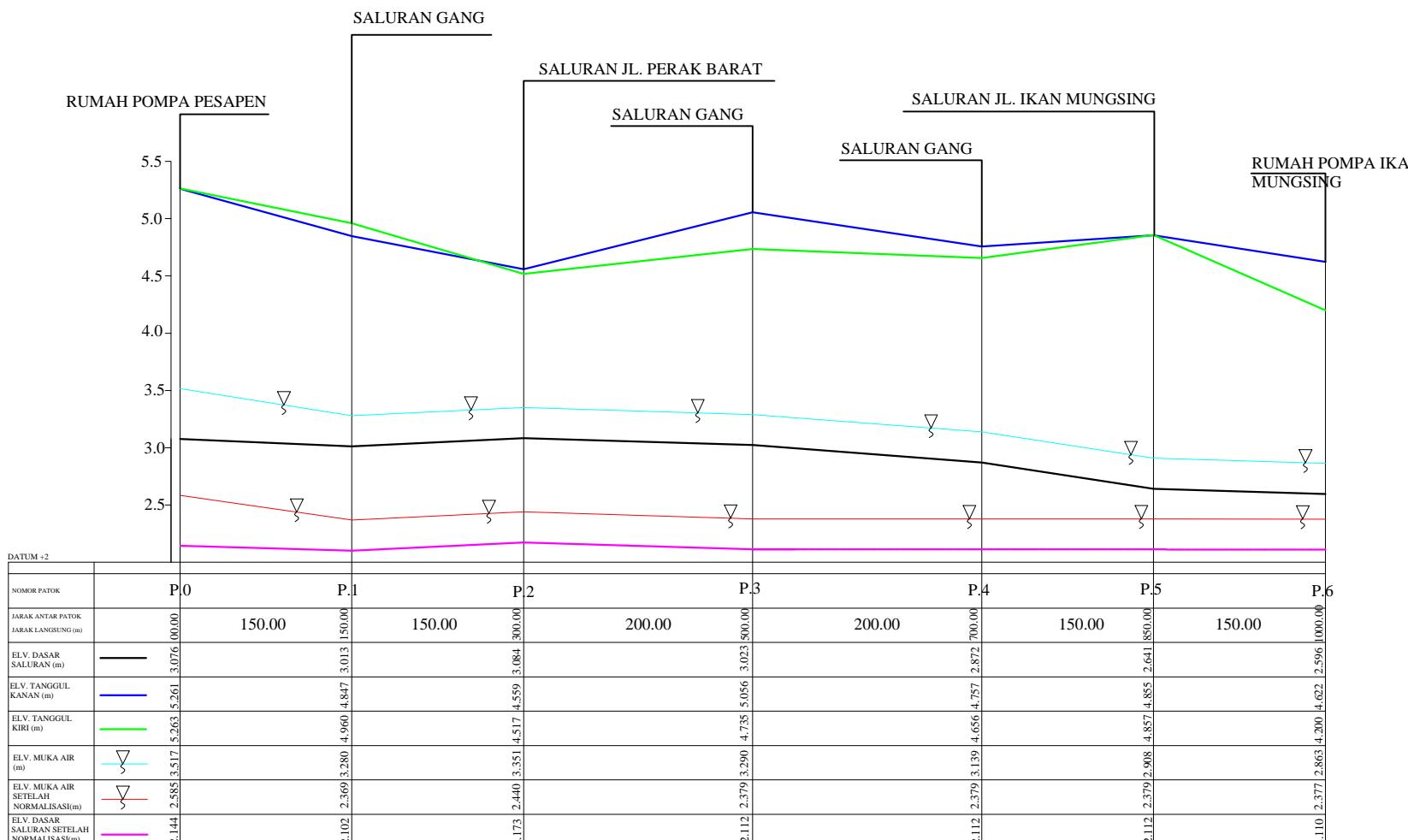


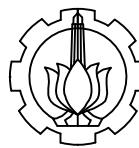
**D3 TEKNIK SIPIL**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA**KETERANGAN**

SKALA HORIZONTAL 1 : 1000

SKALA VERTIKAL 1 : 10

SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIREVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA**NAMA GAMBAR**LONG SECTION EKSISTING
SALURAN DAN SETELAH
NORMALISASI SALURAN
MOROKREMBANGAN**DOSEN PEMBIMBING**TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002**NAMA MAHASISWA**BAYU SATRIA W.P.
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050**HALAMAN** **JUMLAH****04** **30**



D3 TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA HORIZONTAL 1 : 1000

SKALA VERTIKAL 1 : 10

SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

LONG SECTION EKSISTING
SALURAN INDRAPURA

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

BAYU SATRIA W.P.
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

05 30

SALURAN JL. KREMBANGAN BARAT

SALURAN GANG

5.5

5.0

4.5

4.0

3.5

3.0

2.5

2.0

1.5

1.0

0.5

0.0

-0.5

-1.0

-1.5

-2.0

-2.5

-3.0

-3.5

-4.0

-4.5

-5.0

-5.5

DATUM +2

NOMOR PATOK	P.0	P.1	P.2	P.3	P.4	P.5	P.6
JARAK ANTAR PATOK JARAK LANGSUNG (m)	100.00	150.00	200.00	150.00	200.00	200.00	200.00
ELV. DASAR SALURAN (m)	5.173	5.117	5.121	4.583	4.564	4.915	4.947
ELV. TANGGUL KANAN (m)	5.178	5.057	5.122	4.837	4.787	5.045	5.040
ELV. TANGGUL KIRI (m)	5.171	5.2421	3.208	2.858	2.875	4.995	4.910
ELV. MUKA AIR (m)	2.371	2.428	3.582	5.121	4.837	3.225	3.160
ELV. MUKA AIR SETELAH NORMALISASI(m)	2.121	2.178	3.137	4.583	4.564	4.915	4.947
ELV. MUKA SALURAN SETELAH NORMALISASI(m)	2.155	2.162	2.418	2.858	2.875	3.225	3.160

SALURAN JL. KREMBANGAN BESAR

SALURAN DEPAN PLN
PESAPEN

SALURAN GANG

SALURAN JL. PESAPEN KALI

RUMAH POMPA
PESAPEN

DATUM +2

NOMOR PATOK	P.0	P.1	P.2	P.3	P.4	P.5	P.6
JARAK ANTAR PATOK JARAK LANGSUNG (m)	100.00	150.00	200.00	150.00	200.00	200.00	200.00
ELV. DASAR SALURAN (m)	5.173	5.117	5.121	4.583	4.564	4.915	4.947
ELV. TANGGUL KANAN (m)	5.178	5.057	5.122	4.837	4.787	5.045	5.040
ELV. TANGGUL KIRI (m)	5.171	5.2421	3.208	2.858	2.875	3.225	3.160
ELV. MUKA AIR (m)	2.371	2.428	3.582	5.121	4.837	3.225	3.160
ELV. MUKA AIR SETELAH NORMALISASI(m)	2.121	2.178	3.137	4.583	4.564	4.915	4.947
ELV. MUKA SALURAN SETELAH NORMALISASI(m)	2.155	2.162	2.418	2.858	2.875	3.225	3.160

DATUM +2



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA HORIZONTAL 1 : 1000

SKALA VERTIKAL 1 : 10

SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE

MOROKREMBANGAN KOTA

SURABAYA

NAMA GAMBAR

LONG SECTION EKSISTING
SALURAN NDAPUKAN

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.

NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

BAYU SATRIA W.P.

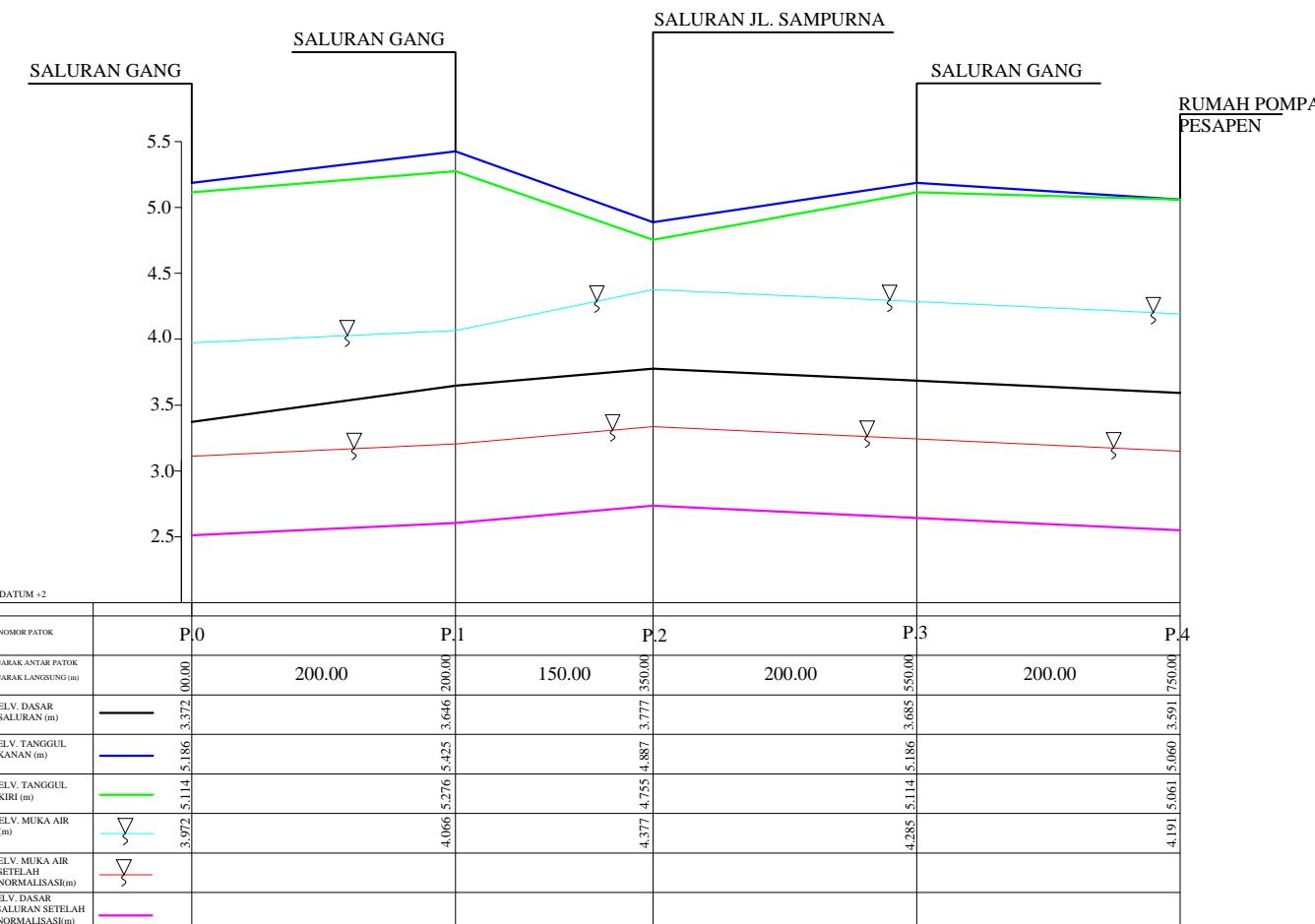
3111030033

RADEA DEWANGGA P.

3113030050

HALAMAN JUMLAH

06 30



**D3 TEKNIK SIPIL**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA**KETERANGAN**

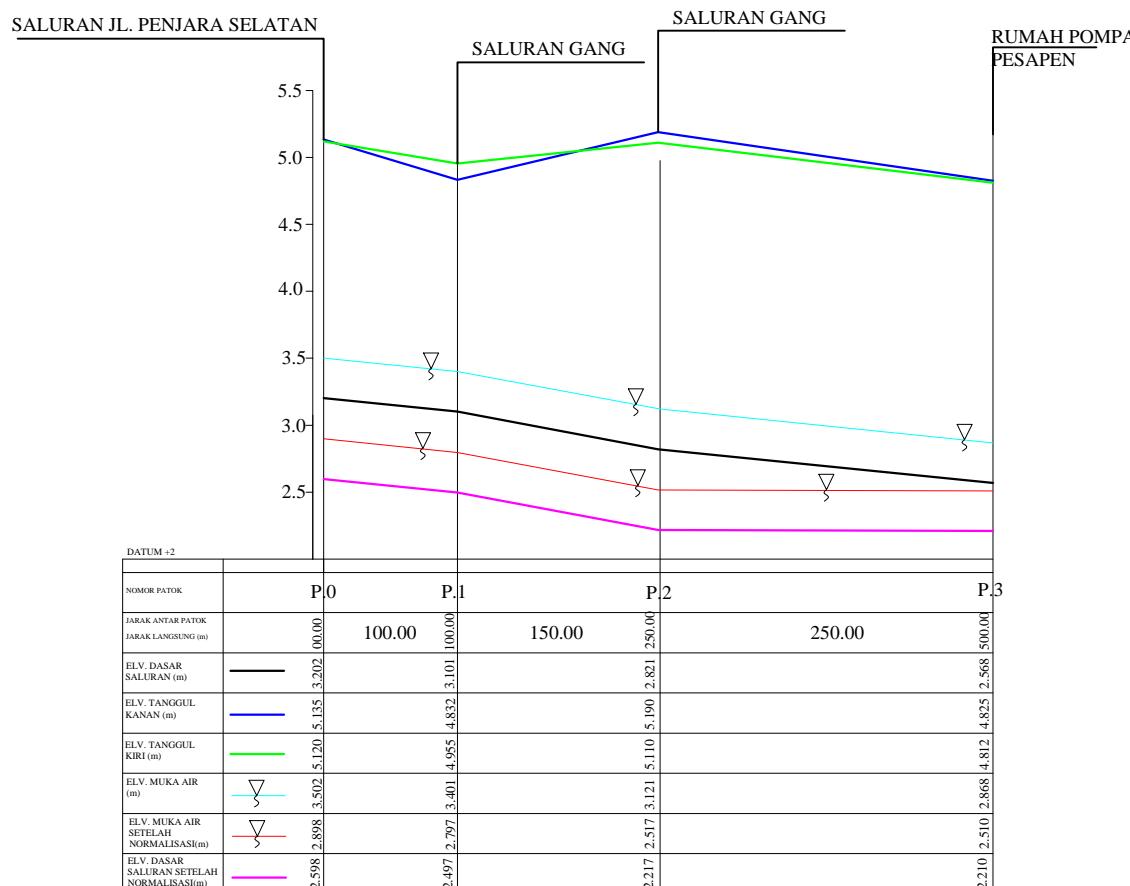
SKALA HORIZONTAL 1 : 1000

SKALA VERTIKAL 1 : 10

SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIREVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA**NAMA GAMBAR**LONG SECTION EKSISTING
SALURAN PESAPEN**DOSEN PEMBIMBING**TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002**NAMA MAHASISWA**BAYU SATRIA W.P.
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050**HALAMAN** **JUMLAH**

07 30

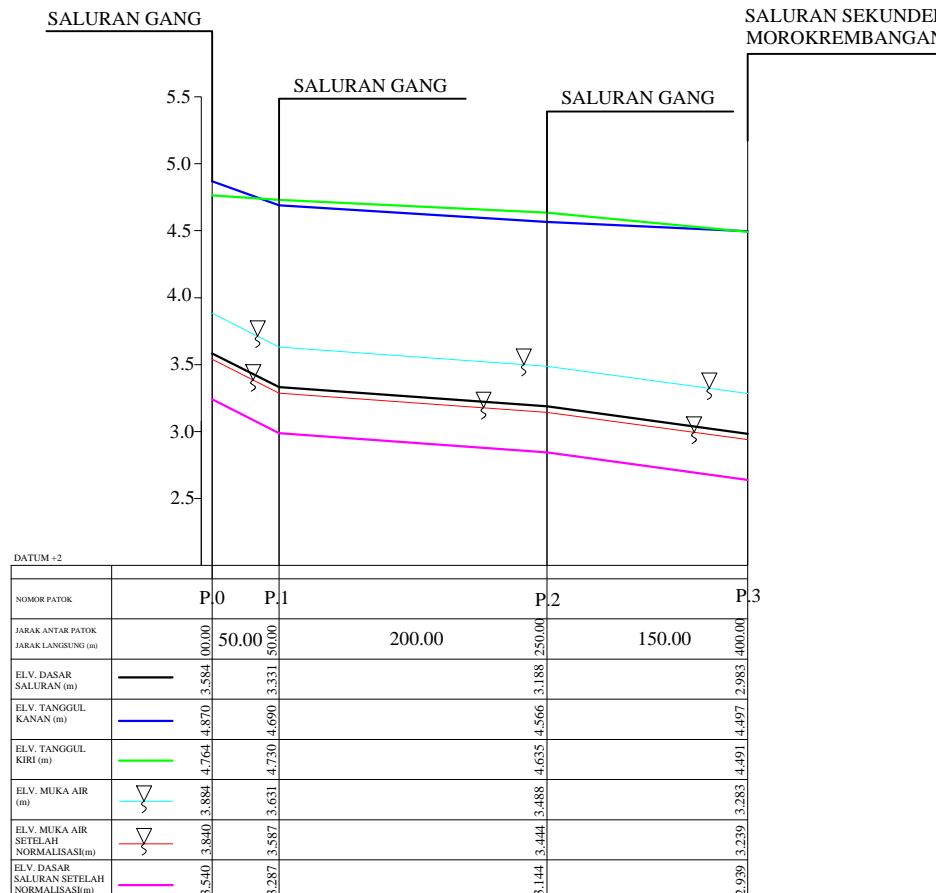


**D3 TEKNIK SIPIL**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA**KETERANGAN**

SKALA HORIZONTAL 1 : 1000

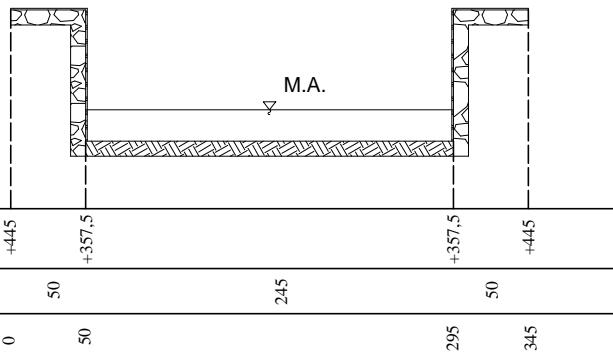
SKALA VERTIKAL 1 : 10

SATUAN = CM

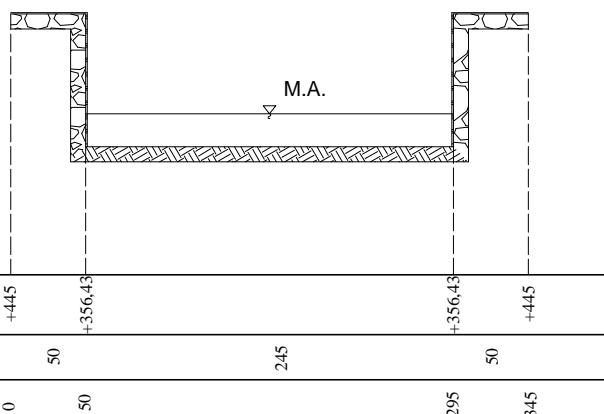
JUDUL TUGAS AKHIREVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA**NAMA GAMBAR**LONG SECTION EKSISTING
SALURAN JOHOR**DOSEN PEMBIMBING**TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002**NAMA MAHASISWA**BAYU SATRIA W.P.
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050**HALAMAN** **JUMLAH****08** **30**

Saluran Morokrembangan 1

Sebelum Redesain



Setelah Redesain



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA 1 : 50
SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SAL. MOROKREMBANGAN

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

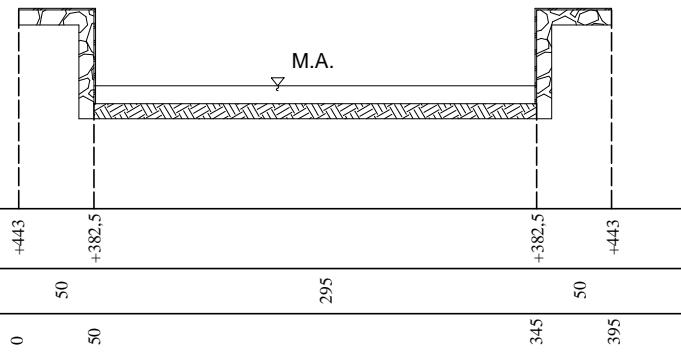
BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

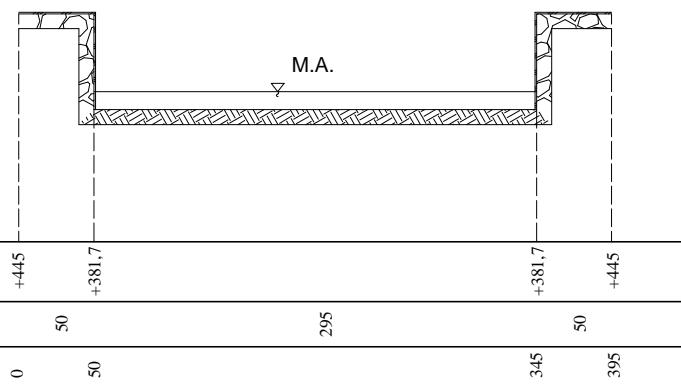
9 30

Saluran Morokrembangan 3

Sebelum Redesain



Setelah Redesain



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA 1 : 50
SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SAL. MOROKREMBANGAN

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

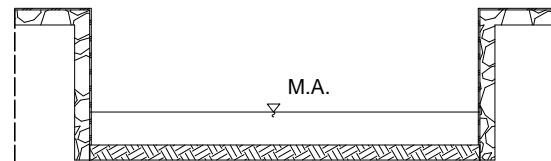
BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

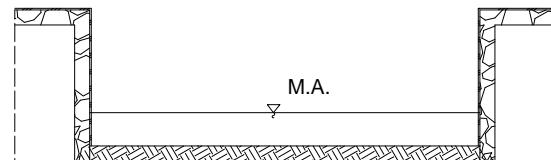
10 30

Saluran Morokrembangan 2

Sebelum Redesain



Jarak	Elevasi
Jarak Parsial	+440
Jarak Komulatif	+350



Jarak	Elevasi
Jarak Parsial	+440
Jarak Komulatif	+349,47



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA 1 : 50
SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SAL. MOROKREMBANGAN

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

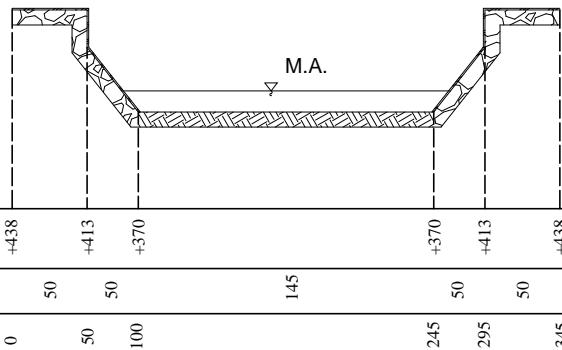
BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

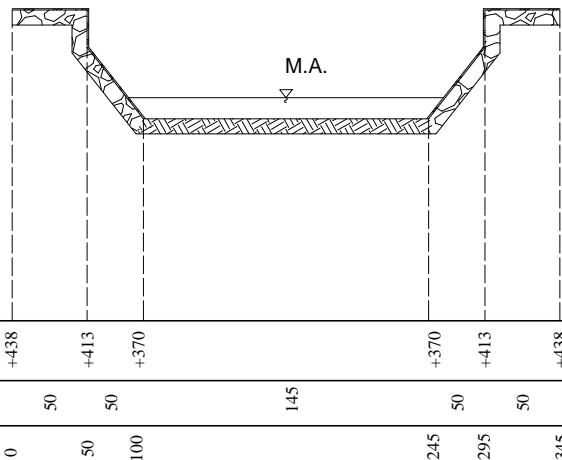
11 30

Saluran Morokrembangan 4

Sebelum Redesain



Setelah Redesain



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA 1 : 50
SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SAL. MOROKREMBANGAN

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

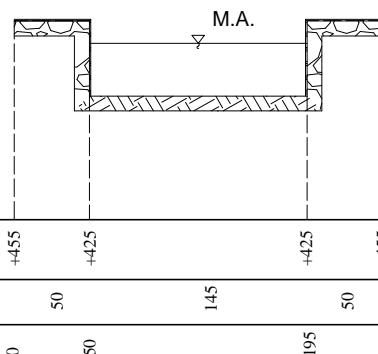
BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

12 30

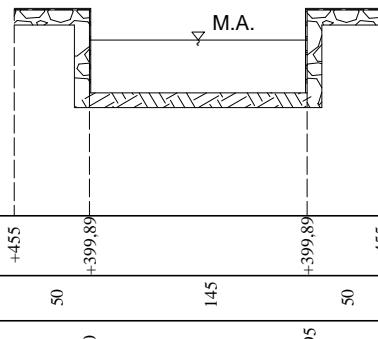
Saluran Ndapukan 1

Sebelum Redesain



Jarak	Elevasi
Jarak Parsial	0 50 145 195 50 245
Jarak Komulatif	

Setelah Redesain



Jarak	Elevasi
Jarak Parsial	0 50 145 195 50 245
Jarak Komulatif	



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA 1 : 50

SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SAL. NDAPUKAN

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

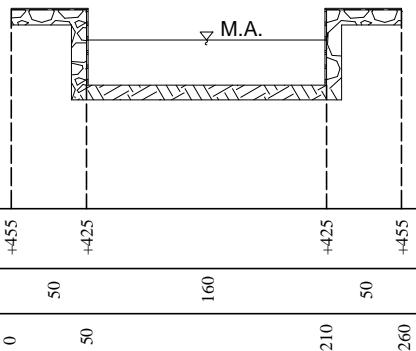
BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

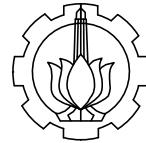
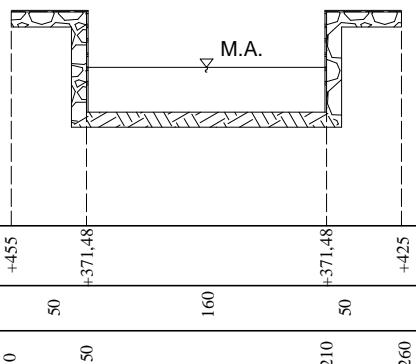
13 30

Saluran Ndapukan 2

Sebelum Redesain



Setelah Redesain



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA 1 : 50

SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SAL. NDAPUKAN

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

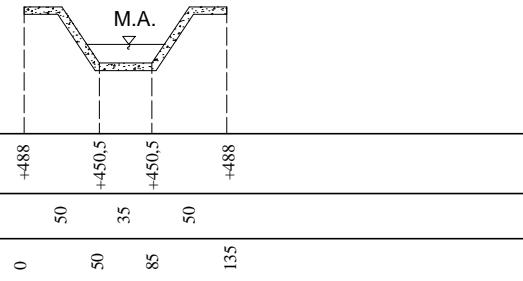
BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

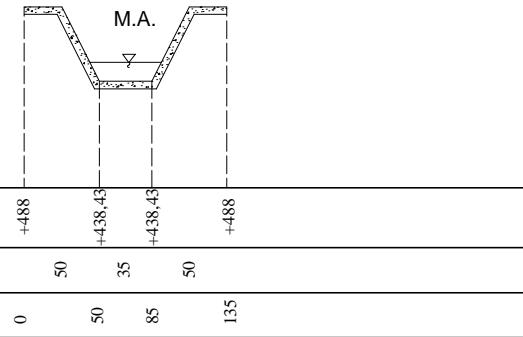
14 30

Saluran Belakang Penjara Selatan

Sebelum Redesain



Setelah Redesain



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA 1 : 50

SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SAL. BELAKANG PENJARA
SELATAN

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

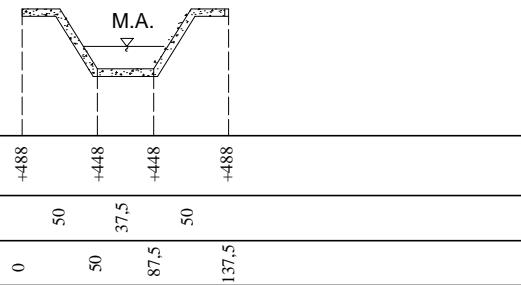
BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

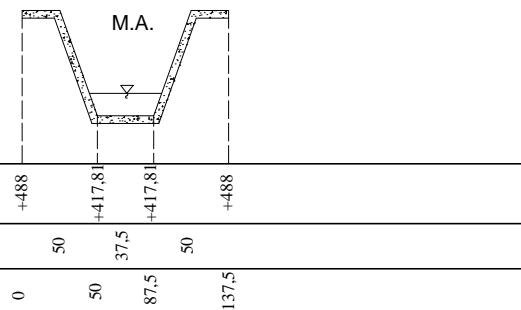
15 30

Saluran Belakang Penjara Utara

Sebelum Redesain



Setelah Redesain



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA 1 : 50

SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SAL. BELAKANG PENJARA
UTARA

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

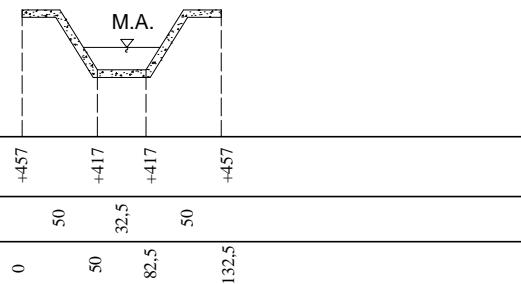
BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

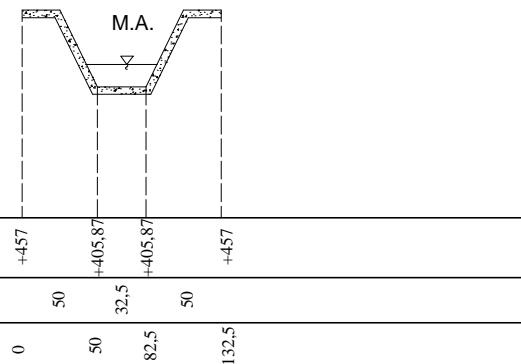
16 30

Saluran Pesapen

Sebelum Redesain



Setelah Redesain



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA 1 : 50

SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SAL. PESAPEN

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

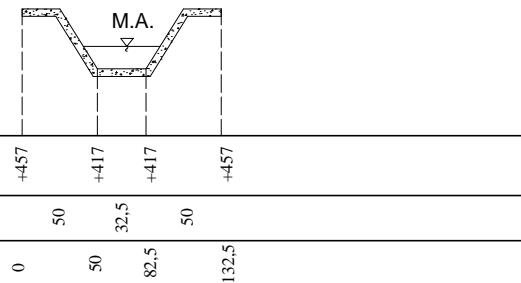
BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

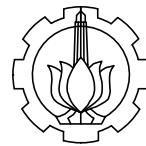
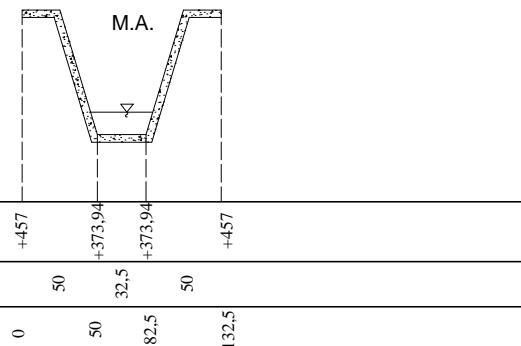
17 30

Saluran Dapukan Baru

Sebelum Redesain



Setelah Redesain



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA 1 : 50

SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SAL. DAPUKAN BARU

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

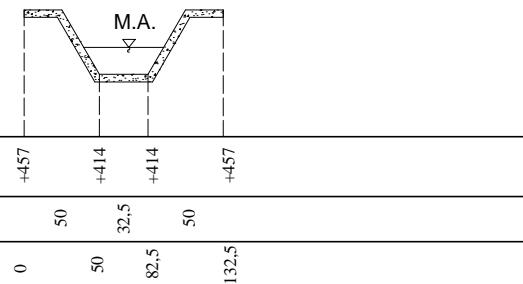
BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

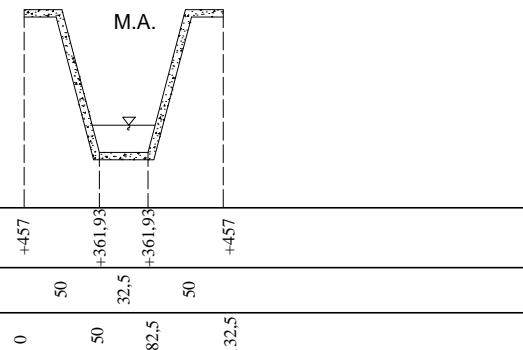
18 30

Saluran Sempurna

Sebelum Redesain



Setelah Redesain



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA 1 : 50

SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SAL. SEMPURNA

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

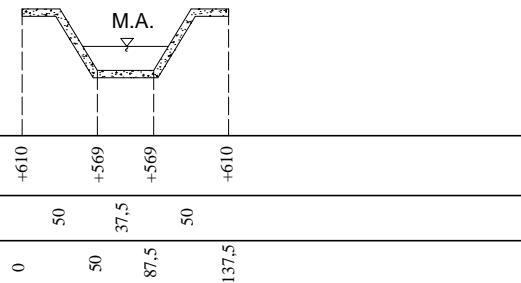
BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

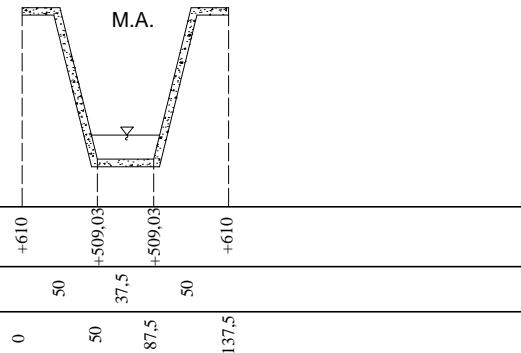
19 30

Saluran Kepajen

Sebelum Redesain



Setelah Redesain



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA 1 : 50

SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SAL. KEPAJEN

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

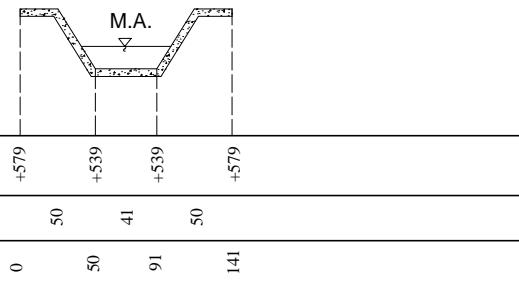
BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

20 30

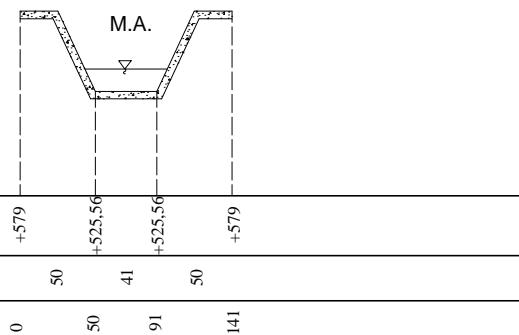
Saluran Taman Kalongan

Sebelum Redesain



Jarak	Elevasi
Jarak Parsial	50
Jarak Komulatif	91

Setelah Redesain



Jarak	Elevasi
Jarak Parsial	50
Jarak Komulatif	91



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA 1 : 50

SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SAL. TAMAN KALONGAN

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

21 30



D3 TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA 1 : 50

SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SAL. GATOTAN

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

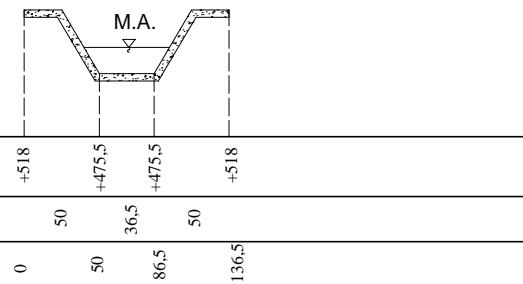
BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

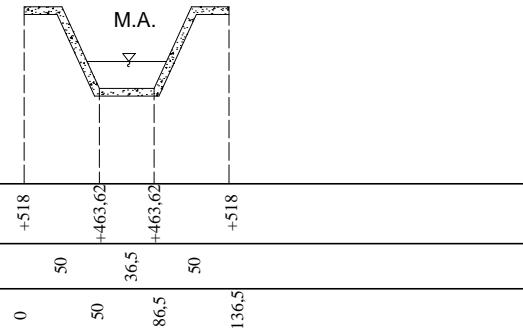
22 30

Saluran Gatotan

Sebelum Redesain

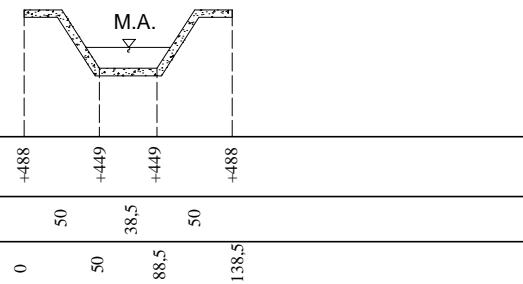


Setelah Redesain

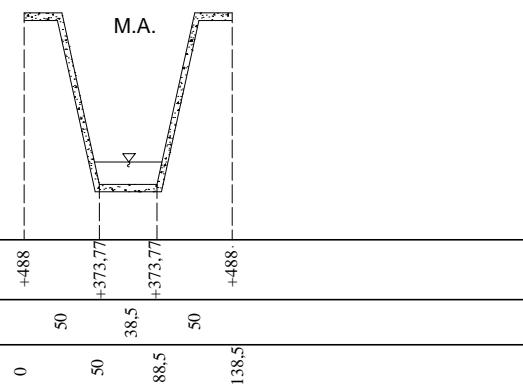


Saluran Jagaraga

Sebelum Redesain



Setelah Redesain



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA 1 : 50

SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SAL. JAGARAGA

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

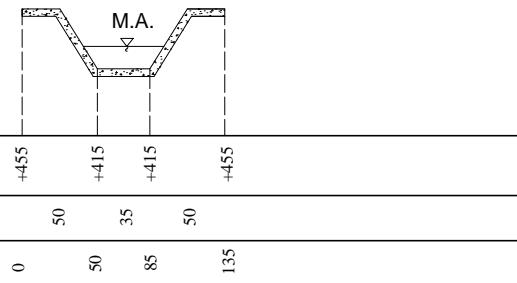
BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

23 30

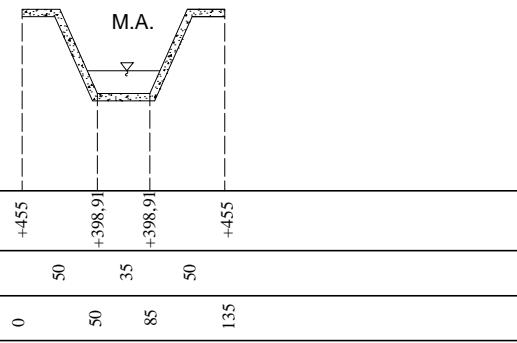
Saluran Krembangan Makam

Sebelum Redesain

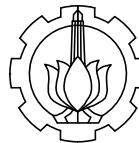


Jarak	Elevasi
Jarak Parsial	50
Jarak Komulatif	0

Setelah Redesain



Jarak	Elevasi
Jarak Parsial	50
Jarak Komulatif	0



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPILDAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA 1 : 50

SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SAL. KREMBANGAN
MAKAM

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

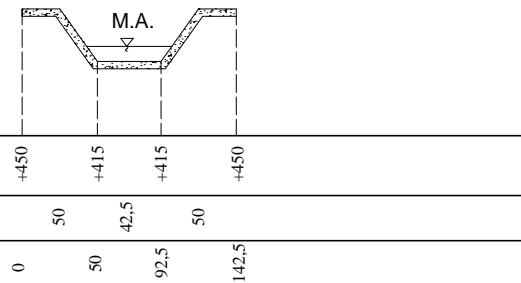
BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

24 30

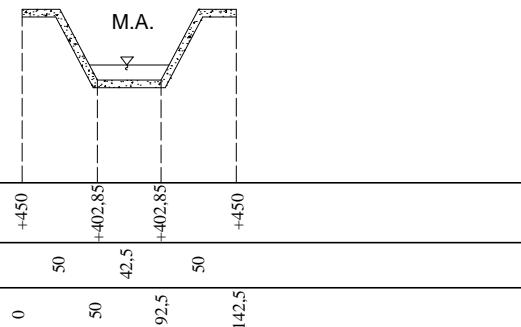
Saluran Pesapen Selatan

Sebelum Redesain



Jarak	Elevasi
Jarak Parsial	50
Jarak Komulatif	0

Setelah Redesain



Jarak	Elevasi
Jarak Parsial	50
Jarak Komulatif	0



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA 1 : 50

SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SAL. PESAPEN SELATAN

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

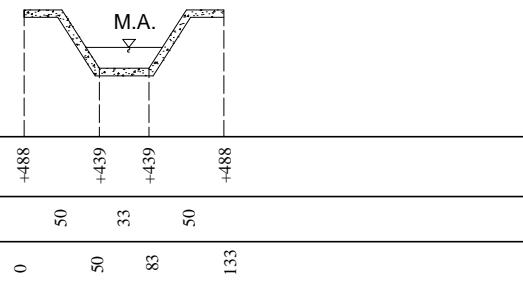
BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

25 30

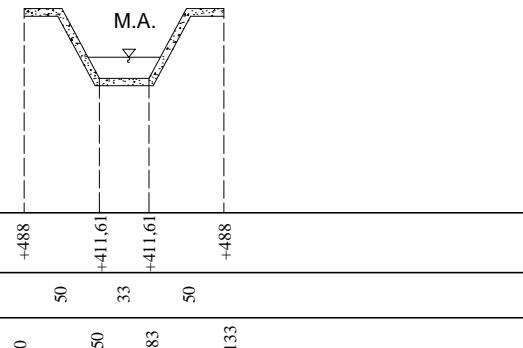
Saluran Kelantan

Sebelum Redesain



Jarak	Elevasi
Jarak Parsial	
Jarak Komulatif	

Setelah Redesain



Jarak	Elevasi
Jarak Parsial	
Jarak Komulatif	



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA 1 : 50
SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SAL. KELANTAN

DOSEN PEMBIMBING

TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

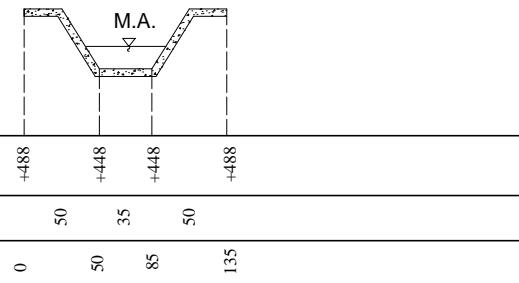
BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

26 30

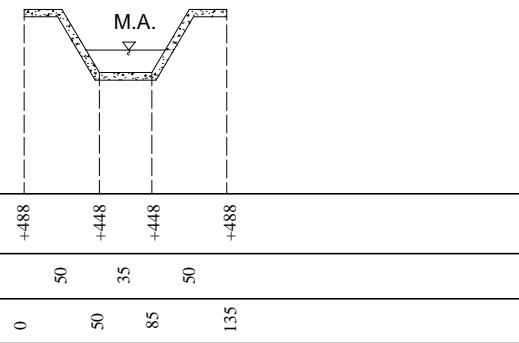
Saluran Johor Utara

Sebelum Redesain



Jarak	Elevasi
Jarak Parsial	
Jarak Komulatif	

Setelah Redesain



Jarak	Elevasi
Jarak Parsial	
Jarak Komulatif	



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

SKALA 1 : 50
SATUAN = CM

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

PENAMPANG MELINTANG
SAL. JOHOR UTARA

DOSEN PEMBIMBING

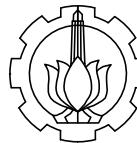
TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

NAMA MAHASISWA

BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

27 30



D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

KETERANGAN

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
MOROKREMBANGAN KOTA
SURABAYA

NAMA GAMBAR

RUMAH POMPA
DAN BAK POMPA

DOSEN PEMBIMBING

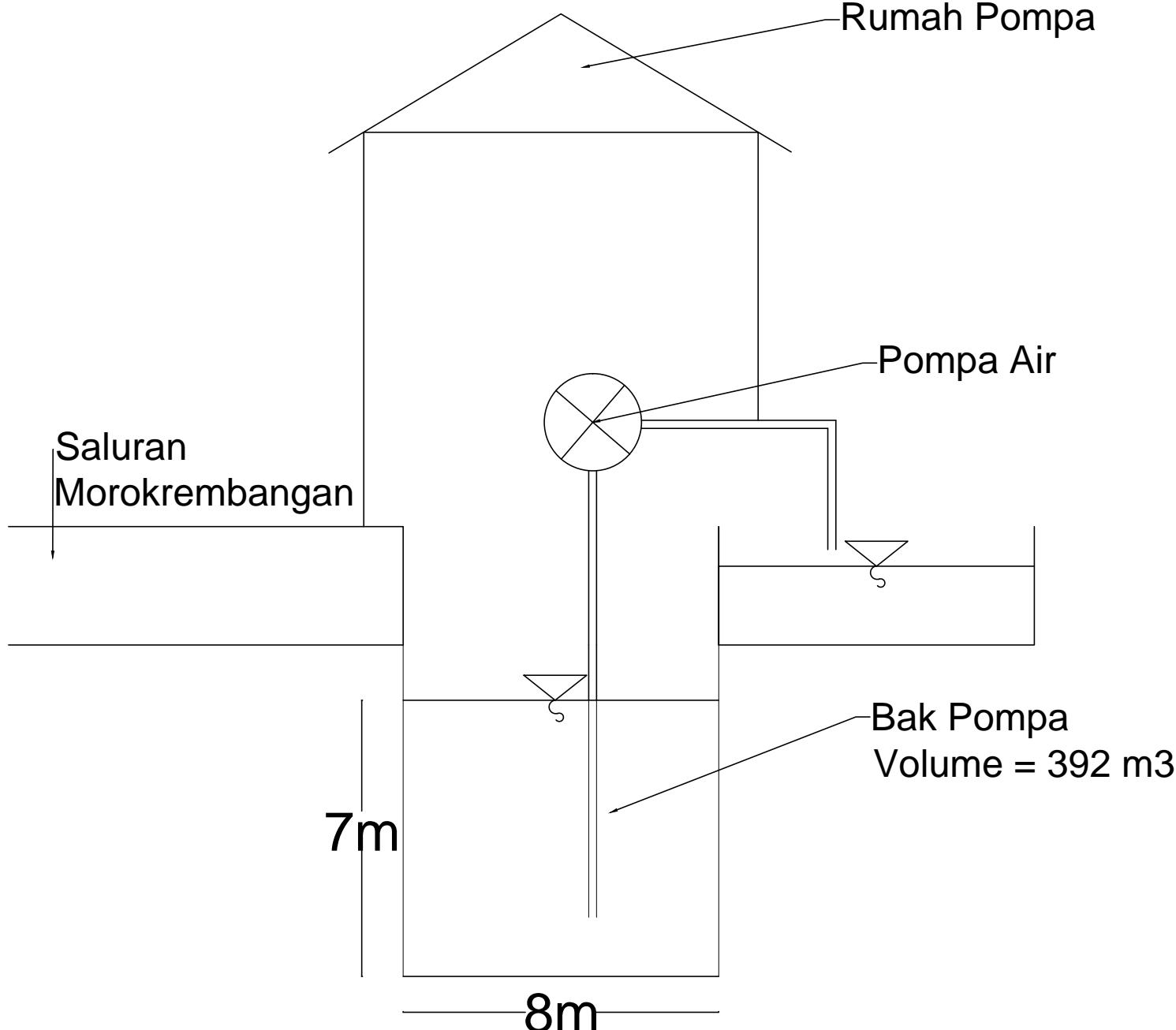
TATAS, MT.
NIP. 19800621 200501 1 002

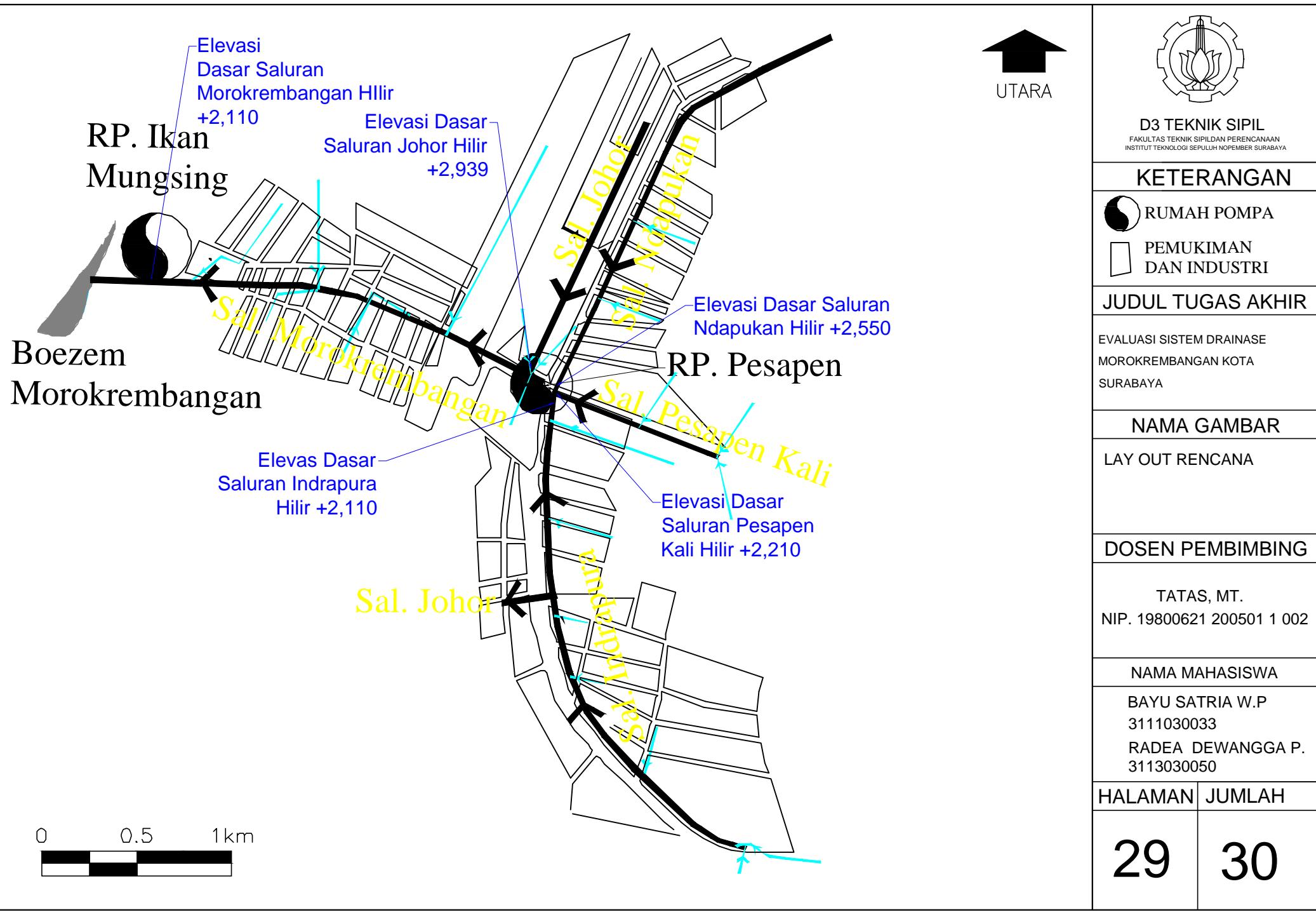
NAMA MAHASISWA

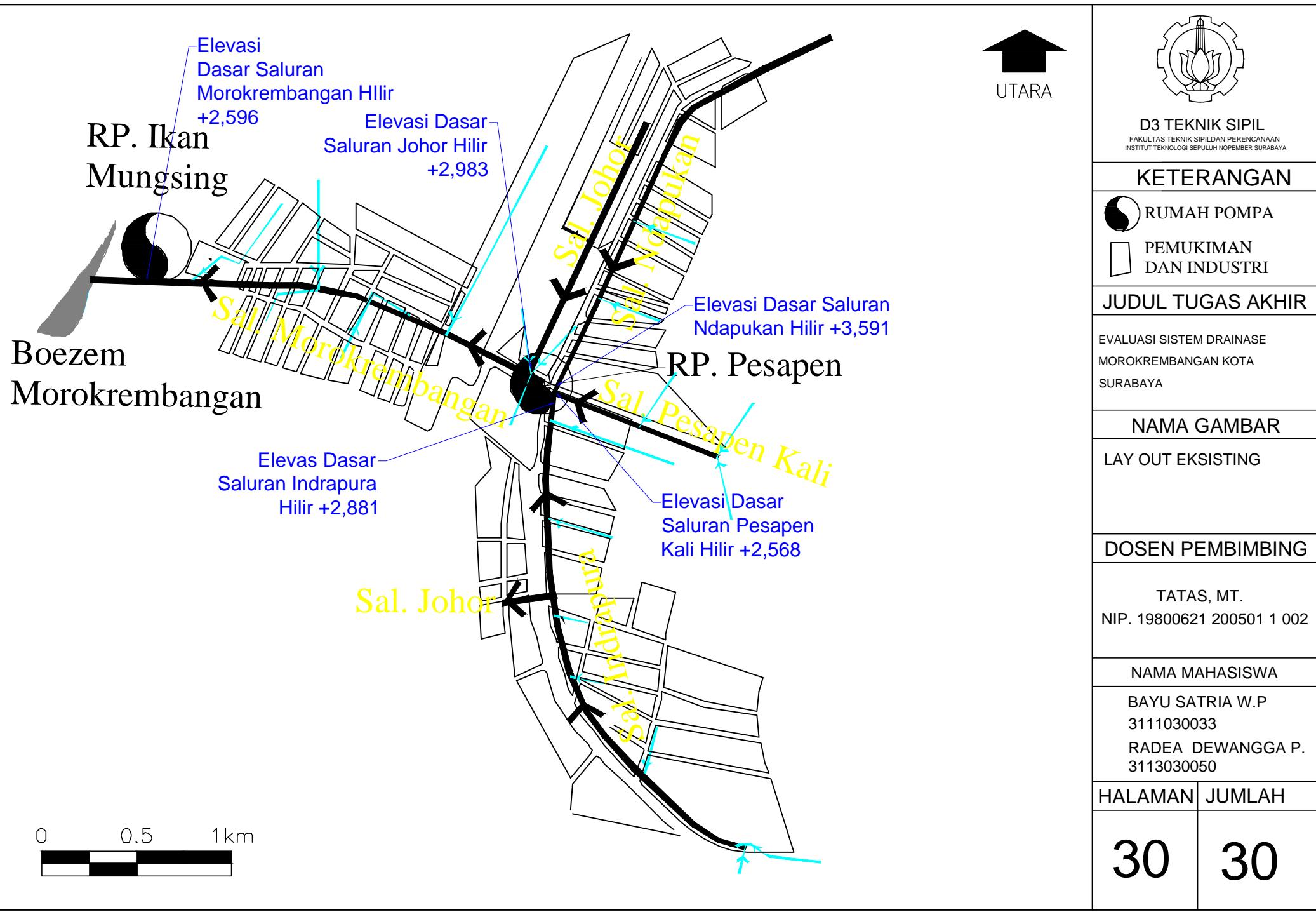
BAYU SATRIA W.P
3111030033
RADEA DEWANGGA P.
3113030050

HALAMAN JUMLAH

28 30







BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari analisis dan perhitungan yang telah dilakukan, dapat diambil disimpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan, debit banjir rencana yang melimpas di Saluran Sekunder Morokrembangan 4 periode ulang 5 tahun sebesar $21.13 \text{ m}^3/\text{detik}$.
2. Kapasitas eksisting Saluran Sekunder Morokrembangan 4 setelah di normalisasi dengan lebar saluran 3.937 m , kedalaman saluran 0.491 m , kemiringan dasar saluran 0.011 dan panjang saluran 160.69 m adalah $21.60 \text{ m}^3/\text{detik}$.
3. Kapasitas pompa air eksisting Ikan Mungsing sebesar $1.5 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan jumlah pompa banjir 1 unit.
4. Dengan 1 pompa berkapasitas $3 \text{ m}^3/\text{detik}$ belum bisa mengatasi masalah banjir di daerah Morokrembangan.

5.2 Saran

1. Untuk mencegah banjir di Saluran Sekunder Morokrembangan, maka direncanakan normalisasi saluran dan merencanakan volume kolam tampung di Rumah Pompa Ikan Mungsing.
2. Menambah 5 pompa berkapasitas $3 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan merubah dimensi bak tampung Rumah Pompa Ikan Mungsing dengan dimensi $P = 7 \text{ m}$, $L = 8 \text{ m}$, $T = 7 \text{ m}$ (Volume = 392 m^3).

“ Halaman ini sengaja dikosongkan ”

DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematusan. (2010). *Capacitas Pump* . Surabaya.
- Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematusan. (2015). *Data PSAW DPU Pengairan Jawa Timur* . Surabaya.
- Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematusan. (2011). *Surabaya Drainage Master Plan (SDMP)* . Surabaya.
- Harto, S. (1993). *Analisis Hidrologi*. Yogyakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Seyhan, Ersin. (1990). *Dasar-dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid I*. NOVA. Bandung.
- Suripin. (2003). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Semarang: ANDI.
- Triatmodjo, Bambang. (2008). *Hidrologi Terapan* . Beta Offset. Yogyakarta.
- Veroza, B. W., & Hernadi, R. (2015). *Pengaruh Perbaikan Kali Wonokromo Terhadap Performa Drainase Sumo*. Surabaya: Not Publisher.
- Wesli. (2008). *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: PT. Graha Ilmu.

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama Bayu Satria Wicaksana Purtono. Lahir pada tanggal 9 Mei 1993 di Tuban, merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Bhayangkari Tuban, SDN Kutorejo 1 Tuban, SMPN 3 Tuban, SMAN 4 Tuban. Tahun 2011 penulis mengikuti tes masuk Program Diploma III Teknik Sipil yang diselenggarakan oleh ITS Surabaya dan diterima di Jurusan DIII Teknik Sipil FTSP-ITS tahun 2011 Bidang Studi Bangunan Air dan terdaftar dengan NRP. 3111.030.033.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Radea Dewangga Putra. Lahir pada tanggal 26 Agustus 1994 di Tulungagung, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Dharmanita Kalidawir Kab. Tulungagung, SDN Tanjung 1 Kalidawir Kab. Tulungagung, SMPN 1 Kalidawir Kab. Tulungagung, SMKN 3 Boyolangu Kab. Tulungagung. Tahun 2013 penulis mengikuti tes masuk Program Diploma III Teknik Sipil yang diselenggarakan oleh ITS Surabaya dan diterima di Jurusan DIII Teknik Sipil FTSP-ITS tahun 2013 Bidang Studi Bangunan Air dan terdaftar dengan NRP. 3113.030.050.

Halaman ini sengaja dikosongkan