



TUGAS AKHIR – RC 14-1501

**PERENCANAAN SISTEM DRAINASE
PERUMAHAN *THE GREENLAKE* SURABAYA**

RISKA WULANSARI
NRP. 3112 105 013

Dosen Pembimbing I
Dr. Ir. Edijatno, DEA

Dosen Pembimbing II
Yang Ratri Savitri, ST., MT

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT – RC 14-1501

**SYSTEM DRAINAGE PLANNING OF
THE GREENLAKE RESIDENCE SURABAYA**

RISKA WULANSARI
NRP. 3112 105 013

Lecturer I
Dr. Ir. Edijatno, DEA

Lecturer II
Yang Ratri Savitri, ST., MT

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE PERUMAHAN *THE GREENLAKE* SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Program Studi S-I Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

RISKA WULANSARI

NRP. 3112 105 013

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Dr. Ir. Edijatno, DEA (Pembimbing I)
2. Yang Ratri Savitri, ST., MT (Pembimbing II)



SURABAYA
APRIL, 2015

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE PERUMAHAN *THE GREENLAKE* SURABAYA

Nama Mahasiswa : Riska Wulansari
NRP : 3112 105 013
Jurusan : S1 Teknik Sipil FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ir. Edijatno, DEA
: 2. Yang Ratri Savitri, ST., MT

Abstrak

Perumahan The Greenlake terletak di Jl. Raya Wiyung-Menganti, Surabaya. Kawasan ini dahulu adalah daerah irigasi sehingga terdapat saluran cacing (saluran irigasi). Pada saat ini saluran irigasi dialihfungsikan sebagai saluran drainase perkotaan. Saluran itu adalah saluran Taman Citra 1. Dalam sistem drainase perumahan The Greenlake, saluran ini diharapkan mampu untuk menampung limpasan air wilayah utara. Untuk kawasan The Greenlake wilayah selatan, direncanakan long storage melalui saluran sekunder (site drain).

Langkah yang dilakukan untuk memecahkan masalah ini adalah perumusan masalah, perumusan metode yang digunakan dan pengumpulan data yang terdiri atas data hidrologi dan data hidrolika. Berdasar pada analisa data hidrologi yaitu data curah hujan didapatkan debit rencana. Selanjutnya, hasil perhitungan ini digunakan untuk merancang dimensi saluran dalam sistem drainase perumahan The Greenlake, termasuk perhitungan kapasitas long storage dan saluran Taman Citra 1.

Berdasar pada hasil perhitungan, dapat disimpulkan bahwa dimensi saluran tersier mempunyai dimensi lebar = kedalaman sebesar 0,50 meter; saluran sekunder 0,80 meter; saluran primer 1,00 meter. Fasilitas drainase yang dibutuhkan untuk long storage 1 meliputi dua buah pintu air dengan dimensi 1,20 meter x 2,00 meter dan satu buah pompa. Untuk long storage 2 meliputi satu buah pintu dengan dimensi 1,00 meter x 1,00 meter dan dua buah pompa. Normalisasi diperlukan pada beberapa penggal saluran Taman Citra 1 yaitu pada P4-P5, P7-P8, dan P8-P9.

Kata kunci : Perumahan The Greenlake Surabaya, Saluran Taman Citra 1, long storage



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

SYSTEM DRAINAGE PLANNING OF THE GREENLAKE RESIDENCE SURABAYA

Name : RiskaWulansari
NRP : 3112 105 013
Department : S1 Civil Engineering FTSP – ITS
Lecturer : 1. Dr. Ir. Edijatno, DEA
: 2. Yang Ratri Savitri, ST., MT

Abstract

The Greenlake Residence is located in Jl.Raya Wiyung – Menganti, Surabaya. This area used to be an irrigation areas so there is irrigation channel. At this time, the irrigation channel is converted as urban drainage channel. This channel is Taman Citra 1. In a drainage system The Greenlake Residence, this channel is expected to be able to accommodate discharge or run off of northern region. For the southern area of The Greenlake area, a long storage is planned through secondary channels (site drain).

Some steps are taken to solve this problem are as follow: the problem formulation, the methods used and data collections that consist of hydrology and hydraulics data. Based on the analysis of hydrological data, the design discharge can be obtained. Then, the results of this calculatiom is used to design the dimensions of the channel in The Greenlake drainage systems, including calculation of long storage and channel capacity of Taman Citra 1 channel.

Based on the results of calculation, it can be concluded that the dimensions of tertiary channels have a width equal to the depth of 0,50 meter; secondary channel of 0,80 meter, and primary channel of 1,00 meter. Drainage facilities required for long storage 1 are two doors with dimensions of 1,20 meter x 1.20 meter and one pump. For longstorage 2 consist of a single door with dimensions of 1,00 meters x 1,00 meters and two pumps. Normalization is needed in several section for Taman Citra 1 such as in P4-P5, P7-P8, and P8-P9 section.

Keywords : *The Greenlake Residence Surabaya , Taman Citra 1, long storage*



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan atas kehadiran Allah swt, karena hanya dengan limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul :

“PERENCANAAN SISTEM DRAINASE PERUMAHAN *THE GREENLAKE* SURABAYA”

Tugas Akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi pada kurikulum Program Studi S1 Teknik Sipil FTSP – ITS. Penyusunan Tugas Akhir yang saya kerjakan ini masih jauh dari kesempurnaan. Atas petunjuk dan bimbingan yang baik, untuk itu perkenankan saya mengucapkan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Budi Suswanto, selaku Kepala Program Studi S1 Teknik Sipil ITS.
2. Bapak Edijatno, selaku Dosen Teknik Penulisan Ilmiahbidang Hidro.
3. Ibu Yang Ratri Savitri, selaku Dosen Konsultasi
4. Ibu Fifi Sofia, selaku Dosen mata kuliah Drainase.
5. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmunya kepada saya.
6. Bapak Tri Joko Wahyu Adi, selaku Dosen Wali.
7. Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmunya kepada saya.
8. Bapak dan Ibu Karyawan S1 Teknik Sipil ITS.
9. Orang Tua dan Keluarga saya yang telah memberikan dukungan moril dan materi yang tak ternilai.
10. Rekan – rekan mahasiswa S1 Lintas Jalur Teknik Sipil ITS, khususnya angkatan 2012.

Saya menyadari sepenuhnya bahwa materi maupun cara penyajian Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, mengingat keterbatasan saya selaku penyusun yang masih dalam tahap pembelajaran. Untuk itu saya sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca, sebagai perbaikan dalam pengembangan penulisan dan penyusunan di masa yang akan datang.

Akhir kata, semoga Tugas Akhir saya ini dapat bermanfaat bagi para pembaca pada umumnya dan khususnya bagi saya.

Surabaya , 19 Maret 2015

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR GRAFIK	xvi
DAFTAR TABEL	xvii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Manfaat	4
1.6. Lokasi Studi	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 9

2.1 Perhitungan Curah Hujan	9
2.2 Distribusi Probabilitas	11
2.2.1 Metode Distribusi Probabilitas Gumbel	12
2.2.2 Metode Distribusi Probabilitas Normal	14
2.2.3 Metode Distribusi Probabilitas Log Normal ...	14
2.2.4 Metode Distribusi Probabilitas <i>Log Pearson III</i>	15
2.3 Uji Distribusi Probabilitas	18
2.3.1 Uji <i>Chi-Kuadrat</i>	19
2.3.2 Uji <i>Smirnov-Kolmogorov</i>	21

2.4	Intensitas Hujan	22
2.5	Perhitungan Debit Rencana Metode Rasional	23
2.6	Analisis Kapasitas Saluran	25
2.7	Tinggi Jagaan Saluran	28
2.8	Analisis Volume Limpasan	28
2.9	Storage (tampungan)	30
2.10	Profil muka air di dalam kawasan.....	32
2.11	Analisis Pintu Air.....	34
2.12	Analisis Pompa Air.....	37
BAB III METODOLOGI		39
3.1	Metode Perencanaan.....	39
3.1.1	Studi Literatur.....	39
3.1.2	Pengumpulan Data.....	39
3.1.3	Mengidentifikasi Permasalahan.....	40
3.1.4	Sistematika Penyelesaian Masalah	40
3.1.4.1	Konsep Penyelesaian	40
3.1.4.2	Analisis Hidrologi.....	42
3.1.4.3	Analisis Hidrolika.....	44
3.2	<i>Flow Chart</i> Metodologi.....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		47
4.1	Analisa Hidrologi	47
4.1.1	Perhitungan Curah Hujan	47
4.1.2	Perhitungan Hujan Rencana	48
4.1.2.1	Distribusi Normal	50
4.1.2.2	Distribusi Probabilitas Gumbel.....	51
4.1.2.3	Distribusi Probabilitas Log Normal	53
4.1.2.4	Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III	55
4.1.3	Uji Distribusi Probabilitas	56

4.1.3.1 Uji Chi Kuadrat.....	57
4.1.3.2 Uji Smirnov-Kolmogorov.....	63
4.1.4 Perhitungan Debit Banjir Rencana.....	65
4.1.4.1 Perhitungan Waktu Konsentrasi	65
4.1.4.2 Perhitungan Intensitas Hujan Rencana (I)	89
4.1.4.3 Koefisien Pengaliran (C)	93
4.1.4.4 Perhitungan Q Hidrologi.....	107
4.2 Perhitungan Q Hidrolika	110
4.3 Perhitungan Elevasi Lahan.....	125
4.4 Perhitungan Limpasan Perumahan <i>The Greenlake</i>	133
4.5 Perhitungan Profil Muka Air.....	162
4.5.1 Perhitungan Profil Muka Air <i>long storage 1</i> .	162
4.5.2 Perhitungan Profil Muka Air <i>long storage 2</i> .	165
4.6 Analisis Kapasitas Saluran Taman Citra 1.....	173
4.7 Analisis Pintu Air.....	179
4.7.1 Perencanaan Bukaan Pintu.....	179
4.8 Analisis Pompa Air	180
4.9 Operasional tampungan (<i>storage</i>).....	190
4.9.1 Operasional <i>long storage 1</i>	190
4.9.2 Operasional <i>long storage 2</i>	190
4.10 Normalisasi Saluran Taman Citra 1	191
4.11 Perhitungan Profil Muka Air di Hilir	193
BAB V KESIMPULAN	195
5.1 Kesimpulan	195
5.2 Saran	196
DAFTAR PUSTAKA	197
LAMPIRAN	199
BIODATA PENULIS	231



"Halaman ini sengaja dikosongkan"

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persyaratan parameter statistic suatu distribusi	11
Tabel 2.2 Nilai Reduced Variate (Y_t)	13
Tabel 2.3 Nilai Reduced Standart Deviation (Sn) dan Nilai Reduced Mean (Yn)	13
Tabel 2.4 Nilai Variabel reduksi Gauss.....	16
Tabel 2.5a Faktor Frekuensi KT untuk Distribusi log Pearson Type III (G atau Cs positif)	17
Tabel 2.5b Faktor Frekuensi KT untuk Distribusi log Pearson Type III (G atau Cs negatif)	18
Tabel 2.6 Tabel Parameter Chi-Kuadrat, χ^2_{cr}	20
Tabel 2.7 Nilai ΔP Kritis Smirnov - Kolmogorof.....	22
Tabel 2.8 Angka kekasaran permukaan lahan	24
Tabel 2.9 Koefisien Pengaliran	25
Tabel 2.10 Koefisien Kekasaran <i>Manning</i> “n” untuk Saluran.....	26
Tabel 2.11 Tinggi Jagaan Minimum untuk Saluran dari Tanah dan Pasangan	28
Tabel 4.1 Data Hujan.....	48
Tabel 4.2 Perhitungan parameter statistik	49
Tabel 4.3 Perhitungan hujan rencana dengan distribusi normal.....	51
Tabel 4.4 Nilai Reduced Mean (Yn)	52
Tabel 4.5 Nilai Reduced Standard Deviation (Sn)	52
Tabel 4.6 Perhitungan Hujan Rencana dengan Distribusi Gumbel	52

Tabel 4.7 Perhitungan Parameter Statistik Cara Logaritma	53
Tabel 4.8 Perhitungan Hujan Rencana dengan Distribusi Log Normal.....	55
Tabel 4.9 Perhitungan Hujan Rencana dengan Distribusi Log Pearson Type III.....	56
Tabel 4.10 Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi	56
Tabel 4.11 Perhitungan Persamaan Dasar Distribusi Normal untuk Chi Kuadrat.....	58
Tabel 4.12 Perhitungan Uji Chi Kuadrat Distribusi Normal	58
Tabel 4.13 Perhitungan Persamaan Dasar Distribusi Gumbel	59
Tabel 4.14 Perhitungan Uji Chi Kuadrat Distribusi Gumbel	60
Tabel 4.15 Perhitungan Persamaan Dasar Distribusi Log Normal.....	60
Tabel 4.16 Perhitungan Uji Chi Kuadrat Distribusi Log Normal.....	61
Tabel 4.17 Perhitungan Persamaan Dasar Distribusi Log Pearson Type III.....	61
Tabel 4.18 Perhitungan Uji Chi Kuadrat Distribusi Log Pearson Type III.....	62
Tabel 4.19 Rekapitulasi nilai X^2 dan X^2 kritis.....	62
Tabel 4.20 Uji Smirnov Kolmogorov Metode Distribusi Normal.....	63
Tabel 4.21 Tabel Luas di bawah Kurve Normal	64
Tabel 4.22 Perhitungan t_0 Untuk Masing-Masing Type Rumah.....	71
Tabel 4.23 Perhitungan t_0 Untuk Masing-Masing Jenis Hambatan.....	72
Tabel 4.24 Perhitungan Waktu Konsentrasi Periode Ulang 5 Tahun	82

Tabel 4.25 Perhitungan Intensitas Hujan (I).....	89
Tabel 4.26 Penentuan Koefisien Pengaliran Perumahan.....	93
Tabel 4.27 Perhitungan C rata-rata.....	94
Tabel 4.28 Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Rasional.....	107
Tabel 4.29 Perhitungan Tinggi Air Normal (hn).....	112
Tabel 4.30 Rekapitulasi Perencanaan Dimensi Saluran.....	120
Tabel 4.31 Elevasi Saluran Wilayah Utara.....	126
Tabel 4.32 Elevasi Saluran Wilayah Selatan.....	128
Tabel 4.33 Perhitungan Volume Limpasan yang menuju <i>long storage 1 / Saluran Taman Citra 1 [td = 28 menit]</i>	135
Tabel 4.34 Perhitungan Volume Limpasan yang menuju <i>long storage 1 / Saluran Taman Citra 1 [td =38 menit]</i>	141
Tabel 4.35 Perhitungan Volume Limpasan yang menuju <i>long storage 2 [td = 40 menit]</i>	148
Tabel 4.36 Perhitungan Volume Limpasan yang menuju <i>long storage 2 [td = 47 menit]</i>	156
Tabel 4.37 Perhitungan hn yang ada di <i>long storage 1</i>	164
Tabel 4.38 Perhitungan Panjang Pengaruh Profil Muka Air Saluran 67-67a.....	165
Tabel 4.39 Perhitungan Panjang Pengaruh Profil Muka Air Saluran 64-67.....	166
Tabel 4.40 Perhitungan Panjang Pengaruh Profil Muka Air Saluran 61-64.....	167

Tabel 4.41 Perhitungan Panjang Pengaruh Profil Muka Air	
Saluran 68-68a	169
Tabel 4.42 Perhitungan Panjang Pengaruh Profil Muka Air	
Saluran 65-68	170
Tabel 4.43 Analisis <i>fullbank</i> Saluran Taman Citra 1	175
Tabel 4.44 Dimensi dan Analisis Debit Limpasan Saluran Taman	
Citra 1	177
Tabel 4.45 Dimensi dan Analisis Debit Limpasan Saluran Taman	
Citra 1 + Perumahan <i>The Greenlake</i>	177
Tabel 4.46 Spesifikasi Pompa <i>Showfou</i> tipe SF	181
Tabel 4.47 Perhitungan Volume Limpasan yang menuju <i>long</i>	
<i>storage 1</i> dan yang dikeluarkan oleh pintu air, pompa	
1 [td = 38menit]	183
Tabel 4.48 Perhitungan Volume Limpasan yang menuju <i>long</i>	
<i>storage 2</i> dan yang dikeluarkan oleh pintu air, pompa	
[td = 47menit]	184
Tabel 4.49 Perhitungan Kapasitas <i>fullbank</i> Saluran Taman Citra 1	
setelah dinormalisasi	191
Tabel 4.50 Dimensi normalisasi dan Analisis Debit Limpasan	
Saluran Taman Citra 1 + Perumahan <i>The Greenlake</i>	192
Tabel 4.51 Dimensi dan Analisis Debit Limpasan di site drain	
(dari outlet 2)	194
Tabel 4.52 Dimensi dan Analisis Debit Limpasan di site drain	
(dari outlet 1)	194

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Pembangunan Perumahan <i>The GreenLake</i> Surabaya.....	5
Gambar 1.2 Siteplan rencana jaringan drainase kawasan perumahan <i>The GreenLake</i> Surabaya	7
Gambar 2.1 <i>Aritmatic Mean</i>	9
Gambar 2.2 <i>Thiessen Poligon</i>	10
Gambar 2.3 Penampang Persegi.....	27
Gambar 2.4 Penampang Trapesium.....	27
Gambar 2.5 Hidrograf Rasional $t_c = t_d$ kolam tampungan.....	29
Gambar 2.6 Hidrograf Rasional $t_c < t_d$ kolam tampungan.....	29
Gambar 2.7 Pengaliran secara gravitasi	30
Gambar 2.8 Pengaliran dengan bantuan pompa	31
Gambar 2.9 Sket perhitungan aliran tidak seragam, metode tahapan langsung	32
Gambar 2.10 Penampang aliran pada pintu air.....	35
Gambar 2.11 Grafik Koefisien K untuk aliran tenggelam.....	35
Gambar 2.12 Koefisien debit μ masuk permukaan pintu datar atau lengkung	36
Gambar 3.1 Sket skema aliran Perumahan <i>The Greenlake</i>	42
Gambar 3.2 <i>Flow Chart</i> Metodologi	45
Gambar 4.1 Denah Rumah type 15 x 8	66

Gambar 4.2 to Rumah type 15 x 8.....	66
Gambar 4.3 tc Rumah type 15 x 8.....	67
Gambar 4.4 tampak atas Rumah type 15 x 8.....	68
Gambar 4.5 Detail talang.....	68
Gambar 4.6 Brosur <i>Box Culvert</i>	119
Gambar 4.7 Sket <i>longstorage 1</i>	162
Gambar 4.8 Profil muka air <i>longstorage 1</i>	164
Gambar 4.9 <i>Catchment area</i> Saluran Taman Citra 1	173
Gambar 4.10 Situasi Saluran Taman Citra 1	174
Gambar 4.11 Pompa <i>Showfou</i> tipe SF.....	181
Gambar 4.12 Gambar Sket outlet <i>The Greenlake</i> dan batas hilir	193



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengembangan kawasan perumahan *The Greenlake* Surabaya terletak di Surabaya Barat dengan luas area $\pm 120.720 \text{ m}^2$, lahan kawasan tersebut merupakan daerah rendah dan datar yang berupa bekas lahan sawah. Kondisi saat ini adalah lahan kosong dengan urugan tanah. Saluran drainase di beberapa lokasi tepi jalan telah dipersiapkan untuk mengalirkan sementara limpasan air hujan. Dengan adanya rencana pembangunan kawasan perumahan tersebut, maka akan mempengaruhi kondisi sistem drainase disekitar perumahan dan juga mengakibatkan berkurangnya lahan terbuka yang berfungsi sebagai resapan air hujan. Oleh karena itu, sistem jaringan drainase yang ada di perumahan *The Greenlake* Surabaya perlu direncanakan dengan baik agar air hujan yang turun di kawasan perumahan tersebut tidak langsung dibuang ke rencana Saluran Sekunder melainkan ditampung terlebih dahulu di dalam kawasan. Selain itu, di kawasan perumahan ini terdapat saluran cacing (saluran irigasi) yang diperkenankan tetap difungsikan sebagai saluran kota, yaitu Saluran Taman Citra 1. (sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga & Pematusan)

Kondisi kawasan, dimana Saluran Taman Citra 1 seperti pada Gambar 1.2 Siteplan rencana jaringan drainase kawasan perumahan *The Greenlake* Surabaya. Saluran Taman Citra 1 membagi site plan perumahan menjadi

wilayah utara dan selatan. Wilayah utara direncanakan membuang limpasan permukaan di Saluran Taman Citra 1 dan untuk wilayah selatan direncanakan membuang limpasan permukaan di Rencana Saluran Sekunder (*site drain*). Kondisi eksisting Saluran Taman Citra 1 semakin ke hilir semakin kecil, dimana bagian hilir dinamakan Saluran Banjar Melati yaitu yang terdapat di Perumahan Safira dan Prambanan. Kondisi saluran tersebut tidak memungkinkan melakukan pelebaran lagi. Sehingga perlu perhitungan yang teliti terkait debit limpasan yang diperkenankan menuju Saluran Taman Citra 1 ini. Supaya tidak menggenangi wilayah dalam dan luar kawasan. Selain itu, wilayah selatan yang dipengaruhi besarnya limpasan permukaan pada suatu *catchment area* tersebut (lihat Gambar 1.2) dialirkan ke *long storage* dahulu. Hal ini berdasarkan, diberlakukannya peraturan yang menetapkan bahwa setiap adanya pembangunan harus diikuti dengan penyelesaian banjir disekitar wilayah tersebut (PERDA Kota Surabaya Nomor 3 Tahun 2007 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya), dengan kata lain bahwa setiap ada pengajuan ijin dari pengembang maka pengembang tersebut harus turut serta berpartisipasi dalam penyelesaian banjir di sekitar wilayah.

Dari kondisi eksisting diatas disimpulkan bahwa perlu perencanaan teliti supaya dapat diselesaikan masalah genangan atau banjir akibat alih fungsi lahan pada kawasan pembangunan perumahan *The Greenlake* Surabaya. Dan juga perlu ditinjau lebih teliti kemampuan dari sistem drainase untuk menampung limpasan air hujan dikawasan yang terkait perumahan *The Greenlake* Surabaya.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah garis besar pembagian sistem drainase?
2. Berapakah besar debit limpasan akibat perubahan tata guna lahan tersebut?
3. Berapakah besar dimensi saluran di kawasan tersebut?
4. Apa saja fasilitas drainase yang dibutuhkan?

1.3. Tujuan

Dengan adanya permasalahan di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui garis besar pembagian sistem drainase kawasan *The Greenlake* Surabaya.
2. Mendapatkan besar debit limpasan akibat perubahan tata guna lahan tersebut.
3. Mendapatkan besar dimensi saluran di kawasan tersebut
4. Mengetahui fasilitas drainase yang dibutuhkan pada kasus tersebut.

1.4. Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Outlet kawasan sampai Saluran Rencana Sekunder (*Site Drain*)
2. Tidak menghitung besarnya air limbah rumah tangga dan sedimentasi

3. Tidak menghitung anggaran biaya dan merencanakan teknis operasional
4. Data-data sekunder yang digunakan perencanaan diperoleh dari instansi terkait.

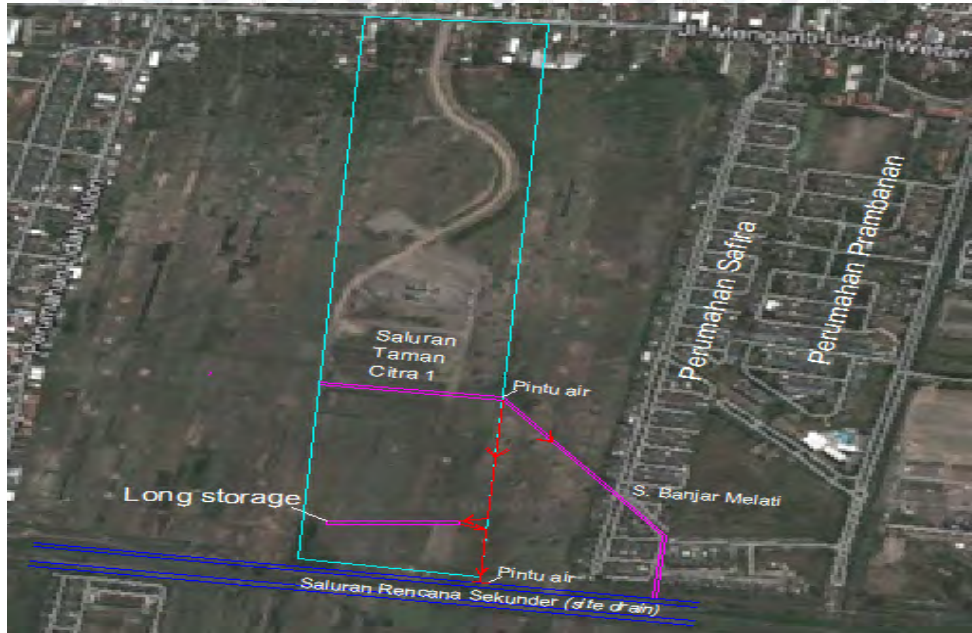
1.5. Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Perencanaan untuk sistem drainase kawasan perumahan *The Greenlake* Surabaya agar tidak menimbulkan genangan dan tidak memberikan dampak buruk terhadap sistem drainase saluran yang ada.
2. Untuk mengamankan kawasan bagian hilir karena bagian hilir pada saluran Taman Citra 1 memiliki dimensi yang lebih kecil.

1.6 Lokasi Studi

Studi ini dilaksanakan di proyek pembangunan perumahan *The Greenlake* Surabaya di Lidah, Surabaya. Sketsa peta situasi lokasi pembangunan perumahan tersebut dapat dilihat pada gambar 1.1 berikut ini.

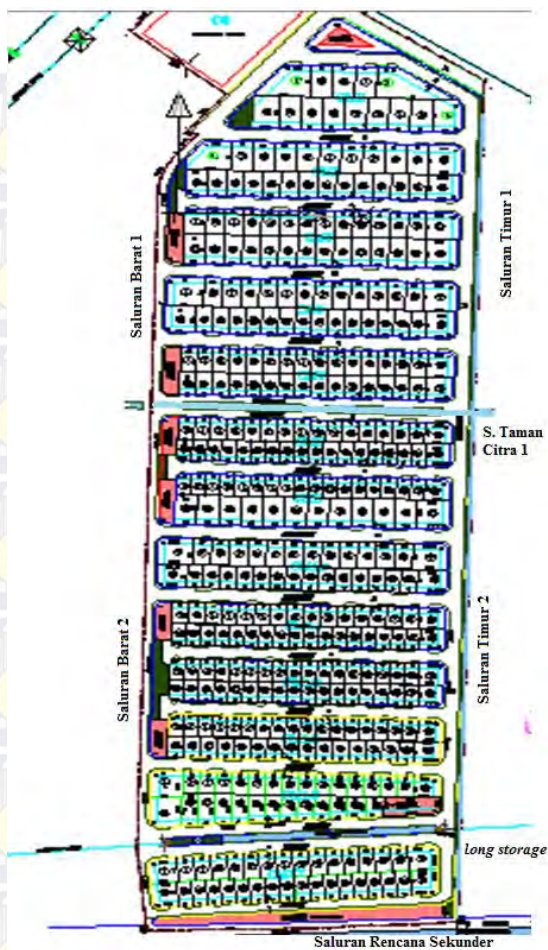


(Sumber : Google Earth, 2014)

Gambar 1.1. Lokasi Pembangunan Perumahan *The Greenlake* Surabaya.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



(Sumber :Data Proyek Perumahan The Greenlake Surabaya, 2013)

Gambar 1.2 Siteplan rencana jaringan drainase kawasan perumahan The Greenlake Surabaya



"Halaman ini sengaja dikosongkan"

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Di dalam pengolahan data untuk analisis sistem drainase pembangunan perumahan *TheGreenlake* Surabaya digunakan beberapa teori sebagai landasan perhitungan, ialah sebagai berikut:

1.1 Perhitungan Curah Hujan

Cara-cara perhitungan curah hujan daerah dari pengamatan curah hujan di beberapa titik adalah sebagai berikut:

1. Cara rata-rata Aljabar (*Aritmatic Mean*)

Cara ini adalah perhitungan rata-rata secara aljabar curah hujan di dalam dan disekitar daerah yang bersangkutan.

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n R_i \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

\bar{R} = curah hujan rata rata daerah pengaliran (mm)

n = jumlah stasiun hujan

R_i = curah hujan di stasiun hujan ke-i (mm)



Gambar 2.1 *Aritmatic Mean*

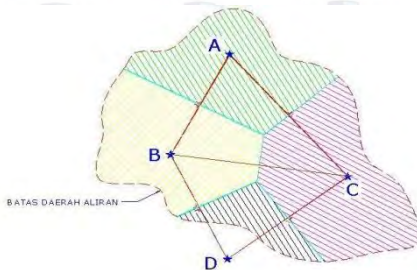
2. Cara *Thiessen*

Jika titik-titik pengamatan di dalam daerah itu tidak tersebar merata, maka cara perhitungan curah hujan rata-rata itu dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan. Curah hujan daerah itu dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\bar{R} = \frac{(A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + \dots + A_n \cdot R_n)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots \dots \dots (2.2)$$

dengan:

\bar{R} = curah hujan daerah
 R_1, R_2, \dots, R_n = curah hujan di tiap titik pengamatan dan n adalah jumlah titik-titik pengamatan
 A_1, A_2, \dots, A_n = bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan



Gambar 2.2 *Thiessen Poligon*
 (Sumber : Ir. Suyono Sosrodarsono, 2006)

Cara *Thiessen* ini memberikan hasil yang lebih teliti daripada cara aljabar rata-rata, maka perhitungan curah hujan yang dipakai adalah cara *Thiessen*.

2.2 Distribusi Probabilitas

Dalam analisis Frekuensi data hujan atau data debit guna memperoleh nilai hujan rencana atau debit rencana, dikenal beberapa distribusi probabilitas kontinu yang digunakan, yaitu : Gumbel, Normal, Log Normal, dan *Log Pearson Type III*.

Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing – masing jenis distribusi seperti pada tabel (2.1).

Tabel 2.1 Persyaratan parameter statistik suatu distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
2	Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$
3	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 15C_v^2 + 3$
4	<i>Log Pearson Type III</i>	selain dari nilai di atas

(Sumber : Bambang T, 2008)

Keterangan Tabel 2.1 :

- Koefisien Kepencengan (cs)
$$= \frac{n \sum_{i=1}^i (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^3} \dots\dots\dots (2.3)$$

- Koefisien Kurtosis (ck)
$$= \frac{n^2 \sum_{i=1}^i (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^3} \dots\dots\dots (2.4)$$

- \bar{X} = nilai rata – rata dari X
$$= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots\dots\dots (2.5)$$

- Standar Deviasi (s) = $\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$ (2.6)
- Xi = data hujan ataudebit ke = i
- n = jumlah data

Disamping dengan menggunakan persyaratan seperti tercantum dalam Tabel (2.1), guna mendapatkan hasil perhitungan yang menyakinkan, atau jika tidak ada yang memenuhi persyaratan pada Tabel (2.2) maka penggunaan suatu distribusi probabilitas biasanya diuji dengan metode *Chi – kuadrat* atau *Smirnov Kolmogorov*.

2.2.1. Distribusi Probabilitas Gumbel.

Jika data hujan yang dipergunakan dalam perhitungan adalah berupa sampel (populasi terbatas), maka perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Gumbel dilakukan dengan rumus – rumus berikut.

$$X_T = \bar{X} + S \times K \dots\dots\dots (2.7)$$

keterangan rumus :

X_T = hujan rencana atau debit dengan periode ulang T.

\bar{X} = nilai rata – rata dari data hujan (X)

s = standart Deviasi dari data hujan(X)

K = factor Frekuensi Gumbel : $K = \frac{Y_t \cdot Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (2.8)$

Y_t = reduced variate

$$= -\ln \left[-\ln \frac{T-1}{T} \right] \dots\dots\dots (2.9)$$

= nilai Y_t bisa ditentukan berdasar (Tabel 2.2)

S_n = *Reduced* standart deviasi (Tabel 2.3)

Y_n = *Reduced mean* (Tabel 2.3)

Tabel 2.2 Nilai *Reduced Variate* (Y_t)

Periode Ulang T (Tahun)	Y_t
2	0,3065
5	1,4999
10	2,2504
20	2,9702
25	3,1255
50	3,9010
100	4,6001

Tabel 2.3 Nilai *Reduced Standart Deviation* (S_n) dan Nilai *Reduced Mean* (Y_n)

N	S_n	Y_n	N	S_n	Y_n
10	0,9497	0,4952			
15	1,0210	0,5128	60	1,1750	0,5521
20	1,0630	0,5236	70	1,1850	0,5548
25	1,0910	0,5390	80	1,1940	0,5567
30	1,1120	0,5362	90	1,2010	0,5586
35	1,1280	0,5403	100	1,2060	0,5600
40	1,1410	0,5436	20	1,2360	0,5672
45	1,1520	0,5463	500	1,2590	0,5724
50	1,1610	0,5485	1000	1,2690	0,5745

(Sumber : Kamiana, 2010)

2.2.2 Distribusi Probabilitas Normal

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Normal, jika data dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan rumus – rumus berikut.

$$X_T = \bar{X} + K_T S \dots\dots\dots (2.10)$$

ketrerangan rumus :

X_T = Hujan rencana dengan periode ulang T tahun

\bar{X} = Nilai rata – rata dari data hujan (X) mm

s = Standart deviasi dari data hujan (X) mm

K_T = Faktor frekuensi, nilainya bergantung dari T (lihat Tabel 2.4) *variable Reduksi Gauss*

2.2.3 Distribusi Probabilitas Log Normal.

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas Log Normal, jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan rumus – rumus berikut.

$$\text{Log} X_T = \overline{\text{Log} X} + K_T x S \log_x \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan rumus :

$\text{Log} X_T$ = nilai logaritmis hujan rencana dengan periode ulang T.

$\overline{\text{Log} X}$ = nilai rata – rata dari

$$\log_x = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots\dots\dots (2.12)$$

$S \log_x$ = deviasi standar dari log

$$s_x = \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log x})^2}{n-1} \dots\dots\dots (2.13)$$

K_T = Faktor frekuensi, nilainya bergantung dari T (lihat Tabel 2.4)

2.2.4 Distribusi Probabilitas *Log Person Type III*

Perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas *Log Person Type III*, jika data yang dipergunakan adalah berupa sampel, dilakukan dengan rumus – rumus berikut.

$$\text{Log}X_T = \overline{\text{Log}X} + K_T x \text{Slog} \dots\dots\dots (2.14)$$

keterangan rumus :

$\text{Log}X_T$ = nilai logaritma hujan rencana dengan periode ulang T

$\overline{\text{Log}X}$ = nilai rata – rata dari

$$\text{Log} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots\dots\dots (2.15)$$

Slog_x = deviasi standart dari log x

$$\text{Slog} = \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log x})^2}{n-1} \dots\dots\dots (2.16)$$

K_T = Variabel standar, besarnya bergantung koefisien kepercengan (Cs atau G). (lihat Tabel 2.5 Faktor Frekuensi K_T untuk Distribusi *Log Pearson Type III* (G atau C_s positif))

Tabel 2.4 Nilai *Variabel reduksi Gauss*

No	Periode ulang, T (tahun)	K_r
1	1,001	-3,05
2	1,005	-2,58
3	1,010	-2,33
4	1,050	-1,64
5	1,110	-1,28
6	1,250	-0,84
7	1,330	-0,67
8	1,430	-0,52
9	1,670	-0,25
10	2,000	0
11	2,500	0,25
12	3,330	0,52
13	4,000	0,67
14	5,000	0,84
15	10,000	1,28
16	20,000	1,64
17	50,000	2,05
18	100,000	2,33
19	200,000	2,58
20	500,000	2,88
21	1000,000	3,09

(Sumber : Kamiana, 2010)

Tabel 2.5a Faktor Frekuensi K_T untuk
Distribusi *Log Pearson Type III* (G atau C_s positif)

G or C_s	Return period in years					
	2	5	10	25	50	100
	Exccedence probabilitas					
	0,5	0,2	0,1	0,04	0,02	0,01
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,9	-0,390	0,440	1,195	2,277	3,134	4,013
2,8	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,7	-0,376	0,479	1,224	2,272	3,097	3,932
2,6	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845
2,4	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,3	-0,341	0,555	1,274	2,248	2,997	3,753
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,1	-0,319	0,592	1,294	2,230	2,924	3,656
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605
1,9	-0,294	0,627	1,310	2,207	2,881	3,553
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,7	-0,268	0,660	1,324	2,179	2,815	3,444
1,6	-0,254	0,690	1,329	2,163	2,780	3,388
1,5	-0,240	0,690	1,333	2,146	2,743	3,330
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,3	-0,210	0,719	1,339	2,108	2,666	3,211
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,1	-0,180	0,745	1,341	2,066	2,585	3,087
1,0	-0,165	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,1	-0,017	0,836	1,382	1,785	2,107	2,400
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326

(Sumber : Kamiana, 2010)

Tabel 2.5b Faktor Frekuensi K_T untuk
Distribusi *Log Pearson Type III* (G atau C_s negatif)

G or C_S	Return period in years					
	2	5	10	25	50	100
	Exceedence probabilitas					
	0,5	0,2	0,1	0,04	0,02	0,01
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,761	2,000	2,252
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

(Sumber : Kamiana, 2010)

2.3. Uji Distribusi Probabilitas

Uji distribusi probabilitas dimaksudkan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Sebagaimana telah diuraikan sebelumnya, bahwa terdapat 2 metode pengujian distribusi probabilitas, yaitu Metode *Chi – Kuadrat* (χ^2) dan Metode *Smirnov – Kolmogorof*.

2.3.1. Metode Chi – Kuadrat (χ^2)

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan Metode Uji *Chi – Kuadrat* adalah sebagai berikut :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \dots \dots \dots (2.17)$$

Keterangan rumus :

χ^2 = Parameter *Chi – Kuadrat* terhitung.

E_i = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelas nya.

O_f = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama.

n = Jumlah sub kelompok.

Derajat nya atau derajat kepercayaan (α) tertentu yang sering diambil adalah 5%. Derajat kebebasan (Dk) dihitung dengan rumus :

$$DK = K - (p + 1) \dots \dots \dots (2.18)$$

$$K = 1 + 3,3 \log n \dots \dots \dots (2.19)$$

Keterangan rumus :

Dk = Derajat Kebebasan

P = banyaknya parameter, untuk uji *Chi- Kuadrat* adalah 2.

K = jumlah kelas distribusi

n = Banyaknya data

Selanjutnya distribusi probabilitas yang dipakai untuk menentukan curah hujan rencana adalah distribusi probabilitas yang mempunyai simpangan maksimum terkecil dan lebih kecil dari simpangan kritis, atau dirumuskan sebagai berikut :

$$\chi^2 < \chi^2_{cr}$$

Keterangan rumus :

χ^2 = parameter *Chi – Kuadrat* terhitung.

χ^2_{cr} = parameter *Chi – Kuadrat* kritis

Prosedur perhitungan dengan menggunakan metode *Chi – Kuadrat* sebagai berikut:

1. Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya
2. Menghitung jumlah kelas
3. Menghitung derajat kebebasan (Dk) dan χ^2_{cr}
4. Menghitung kelas distribusi
5. Menghitung interval kelas
6. Perhitungan nilai χ^2
7. Bandingan nilai χ^2 terhadap χ^2_{cr}

Tabel 2.6 Tabel Parameter *Chi-Kuadrat*, χ^2_{cr}

dk	α					
	derajat kepercayaan					
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025
1	0,000039	0,000157	0,00098	0,0039	3,841	5,024
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,448

(Sumber : Kamiana, 2010)

2.3.2. Metode *Smirnov – Kolmogorof*(secara analisis)

Pengujian distribusi probabilitas dengan Metode *Smirnov – kolmogorof* dilakukan dengan langkah- langkah perhitungan sebagai berikut :

1. Urutkan data (X_i) dari besar ke kecil atau sebaliknya.
2. Tentukan peluang teoritis masing – masing data yang sudah diurut tersebut $P(X_i)$, dengan rumus tertentu, rumus *Weibull*

misalnya :

$$P(X_i) = \frac{n+1}{i} \dots\dots\dots (2.20)$$

Keterangan rumus

n = jumlah data

i = nomor urut data (setelah diurut dari besar ke kecil atau sebaliknya).

3. Tentukan peluang teoritis masing – masing data yang sudah diurut tersebut $P'(X_i)$, berdasarkan persamaan distribusi probabilitas yang dipilih (Gumbel, Normal, dan sebagainya)

4. hitung selisih (ΔP_i) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap

$$- \Delta P_i = P(X_i) - P'(X_i) \dots\dots\dots (2.21)$$

Tentukan apakah $\Delta P_i < \Delta P$ kritis, jika “tidak “artinya Distribusi Probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya.

5. ΔP kritis (lihat tabel 2.7 Nilai ΔP Kritis *Smirnov – Kolmogorof*)

Tabel 2.7 Nilai ΔP Kritis *Smirnov - Kolmogorof*

N	α (derajat kepercayaan)			
	0,20	0,10	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	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N > 50	$\frac{107}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

(Sumber : Kamiana, 2010)

2.4. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Apabila yang tersedia hanya data hujan harian, dapat diestimasi dengan menggunakan rumus Mononobe seperti berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^2 / 3 \dots\dots\dots (2.22)$$

Dimana :

I = Intensitas Curah hujan (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

t = Durasi (lamanya) curah hujan (menit) atau (jam)

2.5. Perhitungan Debit Rencana Metode Rasional

Metode Rasional merupakan rumus yang tertua dan yang terkenal di antara rumus – rumus empiris. Metode Rasional dapat digunakan untuk menghitung debit puncak sungai atau saluran namun dengan daerah pengaliran yang terbatas.

Menurut Goldman (1986) dalam Suripin (2004), Metode Rasional dapat digunakan untuk daerah < 300 ha. Suripin (2004) menjelaskan penggunaan Metode Rasional pada daerah pengaliran dengan beberapa sub daerah pengaliran dapat dilakukan dengan pendekatan nilai C gabungan atau C rata-rata dan intensitas hujan dihitung berdasarkan waktu konsentrasi yang terpanjang.

Rumus umum dari Metode Rasional adalah :

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (2.23)$$

Keterangan rumus :

Q = debit puncak limpasan permukaan (m³/det)

C = angka pengaliran (tanpa dimensi)

A = luas daerah pengaliran (km²)

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

Besarnya nilai t_c dapat dihitung dengan beberapa rumus :

$$t_c = t_0 + t_f \dots\dots\dots (2.24)$$

Dengan :

$$t_0 = 1,44 \times \left(n d x \frac{L}{\sqrt{s}} \right)^{0,467} \dots\dots\dots (2.25)$$

$$t_f = \frac{Ls}{60 \times V} \text{ (menit)} \dots\dots\dots (2.26)$$

Keterangan rumus :

t_c = waktu konsentrasi

t_0 = waktu yang dibutuhkan untuk mengalir di permukaan untuk mencapai inlet

t_f = waktu yang dibutuhkan untuk mengalir di sepanjang saluran

n = angka kekasaran permukaan lahan (lihat Tabel 2.8)

- s = kemiringan lahan
- L = panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m)
- Ls = panjang lintasan aliran di dalam saluran/sungai (m)
- V = kecepatan aliran di dalam sungai

Tabel 2.8 Angka kekasaran permukaan lahan

Tata Guna Lahan	N
Kedap air	0,02
Timbunan Tanah	0,10
Tanaman pangan/tegalan yang kasar dan lunak	0,20
padang rumput	0,40
tanah gundul yang kasar dengan runtunan	0,60
Hutan dan sejumlah semak belukar	0,80

(Sumber : Bambang T, 2008)

Koefisien pengaliran (C), didefinisikan sebagai nisbah antara puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan, perkiraan atau pemilihan nilai C secara tepat sulit dilakukan, karena koefisien ini antara lain bergantung dari:

1. Kehilangan air akibat infiltrasi, penguapan, tampungan permukaan.
2. Intensitas dan lama hujan.

Dalam perhitungan drainase permukaan, penentuan nilai C dilakukan melalui pendekatan yaitu berdasarkan karakter permukaan, sebagai contoh dapat dilihat pada Tabel 2.9

Kenyataan di lapangan sangat sulit menentukan daerah pengaliran yang homogen. Dalam kondisi yang demikian, maka nilai C dapat dihitung dengan cara berikut

$$C_{rata-rata} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots (2.27)$$

Tabel 2.9 Koefisien Pengaliran

Deskripsi Lahan/Karakter permukiman	Koefisien pengaliran (C)
business : <ul style="list-style-type: none"> • Perkotaan • Pinggiran 	0,70 – 0,95 0,50 – 0,70
Perumahan : <ul style="list-style-type: none"> • Rumah tinggal • Multiunit, terpisah • Multiunit,tergabung • Perkampungan • Apartemen 	0,30 – 0,50 0,40 – 0,60 0,60 – 0,75 0,25 – 0,40 0,50 – 0,70
Perkerasan : <ul style="list-style-type: none"> • Aspal dan beton • Batu bata,paving 	0,70 – 0,95 0,15 – 0,20
Halaman berpasir : <ul style="list-style-type: none"> • Datar (2 %) • Curam (7 %) 	0,05 – 0,10 0,15 – 0,20
Halaman tanah : <ul style="list-style-type: none"> • Datar 0 – 5% • Curam (7 %) 	0,13 – 0,40 0,18 – 0,22

(Sumber :Suripin, 2004)

2.6 ANALISIS KAPASITAS SALURAN

Dalam perencanaan drainase untuk mencari debit saluran digunakan rumus sebagai berikut, kapasitas saluran dihitung berdasarkan rumus :

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A \dots\dots\dots(2.28)$$

Keterangan :

Q = Debit saluran (m^3/dt)

n = Koefisien kekasaran *Manning* (lihat tabel 2.10)

R = Jari – jari hidrolis saluran (m)

S = Kemiringan saluran

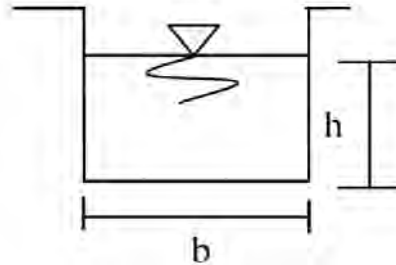
A = Luas penampang basah (m^2)

Tabel 2.10 Koefisien Kekasaran *Manning* “n” untuk Saluran

Tipe saluran dan jenis bahan	n (min)	n normal	n (maks)
1. Beton			
- Gorong-gorong lurus, bebas dari kotoran	0,010 0,011	0,011 0,013	0,013 0,014
- Gorong-gorong dengan lengkungan, sedikit kotoran	0,011 0,013	0,012 0,015	0,014 0,017
- Beton dipoles			
- Saluran pembuang dengan bak kontrol			
2. Tanah, lurus dan seragam			
- Bersih baru	0,016	0,018	0,020
- Bersih telah melapuk	0,018	0,022	0,025
- Berkerikil	0,022	0,025	0,030
- Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu	0,022	0,027	0,033
3. Saluran alam			
- Bersih lurus	0,025	0,030	0,033
- Bersih berkelok-kelok	0,033	0,040	0,045
- Banyak tanaman pengganggu	0,050 0,025	0,070 0,030	0,08 0,035
- Dataran banjir berumput pendek-tinggi	0,035	0,050	0,07
- Saluran di belukar			

(Sumber : Suripin, 2004)

Rumus Manning untuk saluran dengan model penampang persegi:



Gambar 2.3 Penampang Persegi

$$Q = V \times A \dots\dots\dots (2.29)$$

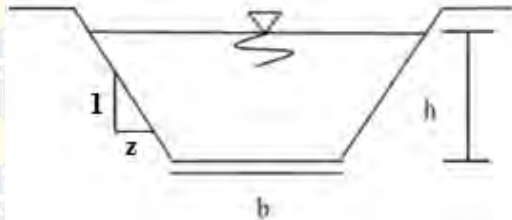
$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.30)$$

$$A = b \times h \dots\dots\dots (2.31)$$

$$R = A / P \dots\dots\dots (2.32)$$

$$P = b + 2.h \dots\dots\dots (2.33)$$

Rumus Manning untuk saluran dengan model trapesium :



Gambar 2.4 Penampang Trapesium

$$Q = V \times A \dots\dots\dots (2.34)$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.35)$$

$$A = (b + z.h).h \dots\dots\dots (2.36)$$

$$P = b + 2.h.\sqrt{z^2 + 1} \dots\dots\dots (2.37)$$

Keterangan :

Q = Debit saluran (m^3/dt)

V = Kecepatan aliran (m/dt)

A = Luas penampang basah (m^2)

P = Keliling basah (m)

R = Jari-jari hidrolis (m)

b = Lebar saluran (m)

h = Tinggi muka air (m)

z = Kemiringan talud

2.7 Tinggi Jagaan Saluran

Tinggi jagaan suatu saluran adalah jarak vertikal dari puncak tanggul sampai ke permukaan air pada kondisi perencanaan.

Ketentuan tinggi jagaan bisa dilihat pada Tabel 2.11

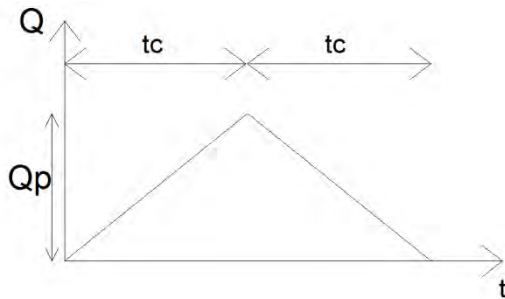
Tabel 2.11 Tinggi Jagaan Minimum untuk Saluran dari Tanah dan Pasangan

Komponen	Tinggi jagaan (m)
Saluran tersier	0,10 – 0,20
Saluran sekunder	0,20 – 0,40
Saluran primer	0,40 – 0,60
Saluran basin drainage	1,00

(Sumber : SDMP (Surabaya Master Plan Drainage) 2018)

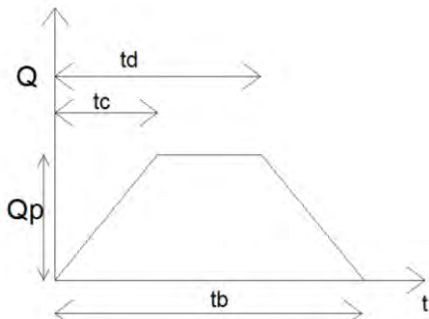
2.8 Analisis Volume Limpasan

Volume limpasan yang didapatkan dari kawasan perumahan *TheGreenlake* Surabaya wilayah utara akan dialirkan ke Saluran Taman Citra 1 dan wilayah selatan akan dialirkan ke *long storage*, untuk analisis volume limpasan tersebut menggunakan metode hidrograf rasional.



Gambar 2.5 Hidrograf Rasional $t_c = t_d$

Luas bidang segitiga = volume limpasan = $\frac{1}{2} \times 2.t_c \times Q_p$
 $Q_p = t_c \times Q_p \dots \dots \dots (2.38)$



Gambar 2.6 Hidrograf Rasional $t_c < t_d$

Luas bidang trapesium = volume limpasan
 = $\frac{1}{2} \times Q_p \times t_d \dots \dots \dots (2.39)$

Dimana :

- t_c = waktu konsentrasi (detik)
- Q_p = debit puncak aliran (m^3/det)
- t_d = durasi hujan

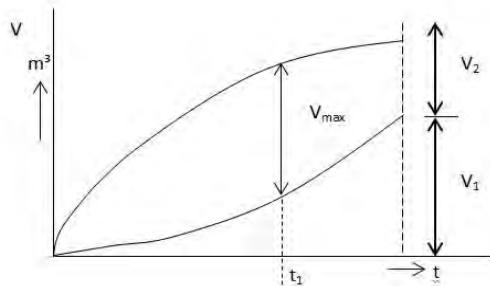
2.9 Storage(tampungan)

Perencanaan kolam tampungan pada kawasan perumahan *The Greenlake* Surabaya bertujuan untuk menampung limpasan yang terjadi pada kawasan perumahan agar tidak membebani kapasitas Saluran luar kawasan pada saat terjadi hujan. Agar kolam tampungan tidak menjadikan genangan pada kawasan perumahan, maka perlu adanya pintu air pada kolam tampungan. Besarnya debit yang keluar dari kolam tampungan menuju saluran luar kawasan diatur sesuai dengan kondisi eksisting yang masuk saluran luar kawasan.

Perhitungan kapasitas kolam tampungan berdasarkan waktu konsentrasi (t_c) dari sistem drainase yang bermuara di kolam tampungan. Intensitas hujan (I) yang tidak merata yang terjadi pada DAS kawasan perumahan, maka ditetapkan lamanya hujan (t_d), sehingga bentuk hidrograf pada kolam tampungan berbentuk trapesium.

Prinsip hidrolis kerja kolam tampungan meliputi hubungan antara *inflow* (I , aliran masuk ke kolam tampungan) dari saluran-saluran drainase, *outflow* (O , aliran keluar dari kolam tampungan) dan *storage* (V , tampungan dalam kolam tampungan) dapat digambarkan dalam sket berikut dibawah ini.

- a. Pengaliran secara gravitasi (tanpa pintu, pompa)



Gambar 2.7 Pengaliran secara gravitasi

Keterangan :

V = volume limpasan total (m^3)

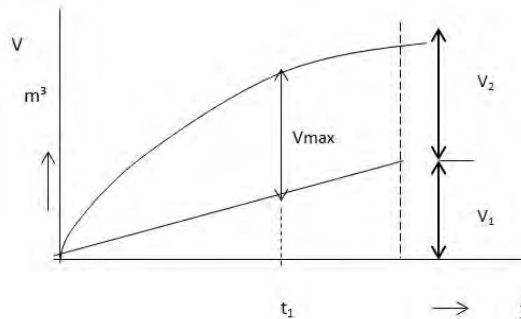
V_1 = volume yang dibuang secara gravitasi (m^3)

V_2 = volume akhir busem (m^3)

V_{max} = volume maksimum *storage* (m^3)

b. Pengaliran dengan pompa :

Air dari dalam *storage* dibuang dengan bantuan pompa dengan debit konstan.



Gambar 2.8 Pengaliran dengan bantuan pompa

Keterangan :

V = volume limpasan total (m^3)

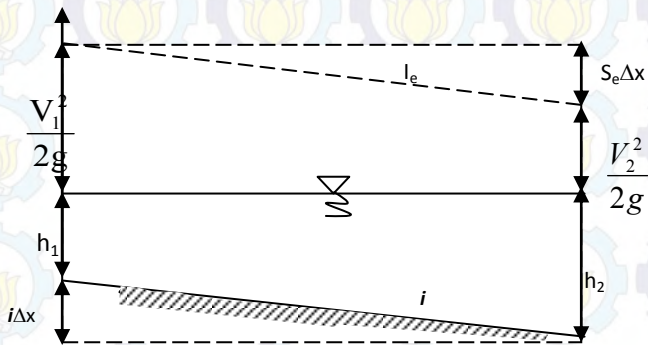
V_1 = volume yang dibuang dengan bantuan pompa dengan debit konstan (m^3)

V_2 = volume akhir *storage* (m^3)

V_{max} = volume maksimum *storage* (m^3)

2.10 Profil Muka Air di dalam Kawasan

Dalam alinyemennya kadang-kadang pada saluran terdapat perubahan pada alur atau gangguan pada aliran. Perubahan pada alur saluran misalnya perubahan kemiringan dasar, perubahan elevasi dasar (pada terjunan), atau perubahan penampang saluran. Gangguan pada aliran antara lain oleh adanya pintu air atau perubahan muka air di hilirnya. Akibat perubahan dan gangguan tersebut profil muka air berubah. Hal ini perlu diperhitungkan agar saluran tetap dapat mengalirkan air buangan dan tak terjadi peluapan, serta sebagai dasar untuk menentukan bangunan pelengkap/pertolongan. Metode yang digunakan untuk menggambarkan profil muka air adalah metode Tahapan Langsung.



Gambar 2.9 Sket aliran tidak seragam, metode tahapan langsung

Sumber : Hidrolika Saluran Terbuka, Anggraheni 2005.

Cara tahapan langsung yang diuraikan di sini merupakan tahapan langsung yang sederhana untuk diterapkan pada aliran di dalam saluran prismatis. Ciri dari perhitungan profil aliran dengan cara tahapan langsung adalah pembagian panjang saluran menjadi penggal-penggal pendek dan perhitungan yang dilakukan tahap demi tahap dari suatu ujung/akhir dari suatu penggal ke penggal yang lain. Persamaan energi dari penampang 1 ke penampang 2 dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$i_b \Delta x + h_1 + \frac{\alpha_1 \bar{u}_1^2}{2g} = h_2 + \frac{\alpha_2 \bar{u}_2^2}{2g} + i_f \Delta x \dots \dots \dots (2.40)$$

Tinggi energi spesifik pada penampang 1 dan penampang 2 adalah :

$$E_1 = h_1 + \frac{\alpha_1 \bar{u}_1^2}{2g} \dots \dots \dots (2.41)$$

$$E_2 = h_2 + \frac{\alpha_2 \bar{u}_2^2}{2g} \dots \dots \dots (2.42)$$

Dengan memasukkan dua persamaan tersebut ke dalam persamaan pertama maka didapat persamaan :

$$i_b \Delta x + E_1 = E_2 + i_f \Delta x \dots \dots \dots (2.43)$$

atau :

$$\Delta x = \frac{E_2 - E_1}{i_b - i_f} = \frac{\Delta E}{i_b - i_f} \dots \dots \dots (2.44)$$

Apabila di ambil asumsi $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$

$$E = h + \frac{\alpha \bar{u}^2}{2g} \dots \dots \dots (2.45)$$

Dimana :

H = Kedalaman aliran (m).

\bar{u} = Kecepatan rata-rata aliran (m/dt).

α = Koefisien pembagian kecepatan atau koefisien energi.

i_b = Kemiringan dasar saluran.

i_f = Kemiringan garis energi.

Apabila persamaan Manning digunakan :

$$i_f = \frac{n^2 \bar{u}^2}{R^3} \dots\dots\dots(2.46)$$

Apabila persamaan Chezy yang digunakan :

$$i_f = \frac{\bar{u}^2}{C^2 R} \dots\dots\dots(2.47)$$

2.11 Analisis Pintu Air

Dalam perencanaan *long storage* terdapat pintu air untuk mengatur debit air yang keluar menuju ke saluran sekunder (site drain), perencanaan lebar dan besar bukaan pintu air pada *long storage* dihitung menggunakan rumus 2.28 aliran bebas (tak tenggelam) seperti dibawah ini.

$$Q = K \cdot \mu \cdot a \cdot B \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_1} \dots\dots\dots(2.48)$$

Dimana :

Q = debit (m^3/dt)

K = faktor untuk aliran tenggelam (lihat Gambar 2.10)

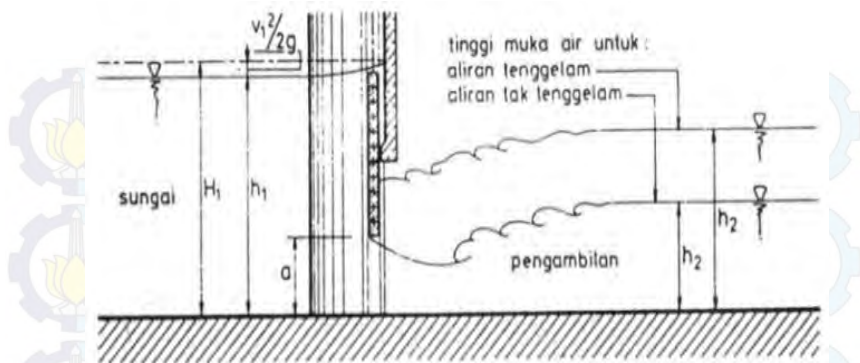
μ = koefisien debit (lihat Gambar 2.11)

a = bukaan pintu (m)

B = lebar pintu (m)

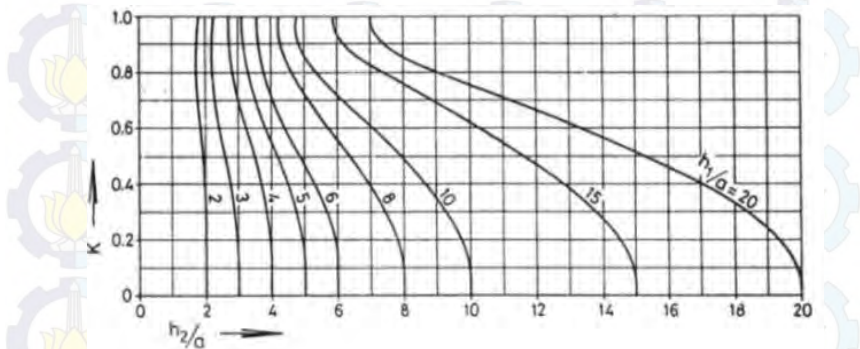
g = percepatan gravitasi

h_1 = kedalaman air di depan pintu (m)



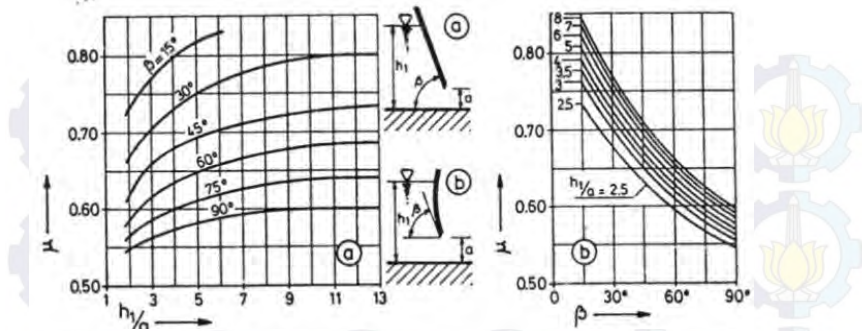
(Sumber :KP-04, 1986)

Gambar 2.10 Penampang aliran pada pintu air



(Sumber :KP-04, 1986)

Gambar 2.11 Grafik Koefisien K untuk aliran tenggelam



(Sumber :KP-04, 1986)

Gambar 2.12 Koefisien debit μ masuk permukaan pintu datar atau lengkung

Dalam perencanaan Tugas Akhir ini direncanakan memakai pintu angkat vertical

2.12 Analisis Pompa Air

Pompa berfungsi untuk membantu mengeluarkan air dari *long storage* pada saat air tidak dapat mengalir secara gravitasi karena air di pembuangan lebih tinggi dibandingkan di saluran.

Analisis pompa yang dilakukan menentukan kapasitas pompa yang dibutuhkan dan operasional pompa untuk memompa air dari kawasan ke luar kawasan pada waktu muka air diluar kawasan tinggi.

Untuk pompa drainase pada umumnya digunakan jenis pompa turbin seperti pompa aliran (*axial flow*) atau pompa aliran semi aksial (*mix flow*) untuk tinggi tekanan yang lebih rendah dan sedang dengan kapasitas yang besar dan pompa volut (*volute pump*) untuk tekanan yang tinggi.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi penggunaan pompa antara lain :

1. Debit air.
2. Pengoperasian pompa.
3. Kapasitas pompa.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1. Metode Perencanaan

Metode perencanaan disusun untuk mempermudah pelaksanaan perencanaan, guna memperoleh pemecahan masalah sesuai dengan tujuan perencanaan yang telah ditetapkan yaitu prosedur kerja yang sistematis, teratur dan tertib sehingga dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

3.1.1 Studi Literatur

Analisis teori-teori dari berbagai literatur mengenai perencanaan saluran dan permasalahan-permasalahan yang berkaitan dengan perencanaan drainase serta data-data yang mendukung dari berbagai media yang berhubungan dengan sistem drainase yang terdapat di Perumahan *The Greenlake* Surabaya.

3.1.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dari data primer dan sekunder.

1. Data primer

Teknik pengumpulan data dengan melakukan peninjauan lapangan langsung, meliputi:

- *Site Plan* kawasan perumahan
- Kondisi wilayah daerah pengaliran (DAS)
- Kendala dan masalah yang sering terjadi di daerah studi

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh tanpa melakukan pengamatan secara langsung atau data yang sudah ada yang diberikan oleh instansi terkait.

Dengan demikian data yang dimaksud adalah :

- Peta topografi

Untuk mengetahui lokasi yang akan ditinjau, serta untuk mengetahui kondisi topografi di sekitar lokasi dan pengukuran situasi rencana lokasi.

- Data curah hujan
Data curah hujan dengan lokasi stasiun hujan di Stasiun Hujan Kebon Agung
- Data pengukuran, diantaranya yaitu:
 1. Rencana Saluran Sekunder
 2. Beberapa titik situasi di kawasan Perumahan *The Greenlake*

3.1.3. Mengidentifikasi Permasalahan

Dari data yang sudah didapatkan, maka secara tidak langsung sudah diketahui beberapa sebab permasalahannya. Dari sebab dugaan sementara tersebut, maka dapat direncanakan langkah-langkah untuk menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan solusi berdasarkan teori dan studi literatur yang sudah ditetapkan.

3.1.4 Sistematika Penyelesaian Masalah

Penyusunan penyelesaian masalah berdasarkan perencanaan sistem drainase, yaitu meliputi :

3.1.4.1 Konsep Penyelesaian

Langkah-langkah penyelesaian:

1. Merencanakan jaringan drainase kawasan
2. Pembagian sistem drainase kawasan Perumahan *The Greenlake* Surabaya di bagi menjadi 2 wilayah:
3. Wilayah utara
 - Wilayah utara - Saluran Taman Citra 1- [pintu air] - S. Banjar Melati (S. di Perum Safira dan Perum Prambanan) – Rencana Saluran Sekunder (*Site Drain*)

Batas wilayah utara : - Saluran Timur 1
 -Saluran Barat 1

Pembuangan ke Saluran Taman Citra 1 (*long storage 1*)

(lihat pada Gambar 1.1 dan Gambar 1.2)

a. Wilayah selatan

- Wilayah selatan – Saluran Timur 2 – *long storage 2* - Rencana Saluran Sekunder (*Site Drain*)

Batas wilayah selatan : - Saluran Timur 2
 - Saluran Barat 2
 - Fasum

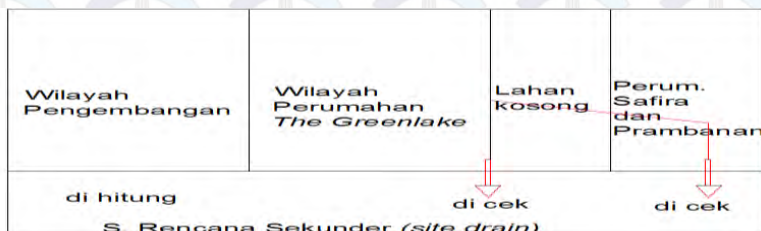
Pembuangan akhir kawasan adalah ke Rencana Saluran Sekunder (*Site Drain*)

(lihat pada Gambar 1.1 dan Gambar 1.2)

4. Pembuangan akhir seluruh kawasan

- Outlet 1 : Pembuangan ke Saluran Taman Citra 1 - Rencana Saluran Sekunder.
- Outlet 2 : Pembuangan ke Rencana Saluran Sekunder.

Luas daerah pengalirannya adalah area perumahan *The Greenlake* yang dibahas dalam Tugas Akhir ini



Gambar 3.1 Sket skema aliran Perumahan *The Greenlake*

5. Bangunan pertolongan

- Untuk pembuangan dari Saluran Taman Citra 1 : menuju S. Banjar Melati menggunakan pintu air atau pompa
- Untuk pembuangan dari *Long storage 2* menuju Rencana Saluran Sekunder menggunakan pintu air atau pompa

3.1.4.2 Analisis Hidrologi

Dalam perencanaan sistem drainase data-data hidrologi yang digunakan untuk merencanakan dan menentukan debit banjir rencana dengan periode ulang tertentu, sehingga dimensi saluran dapat direncanakan.

a. Perhitungan curah hujan rata-rata.

Perhitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan mengolah data-data hujan yang sudah didapat dari masing-masing stasiun penakar hujan.

b. Menentukan curah hujan harian maksimum rencana

Dari data curah hujan maksimum yang diambil dari beberapa stasiun penakar hujan, kita dapat memperkirakan hujan rencana untuk masing-masing periode waktu.

c. Uji kesesuaian distribusi

Pengujian ini dipakai untuk mengetahui apakah suatu data jenis sebaran yang dipilih setelah penggambarannya pada beberapa probabilitas, perlu dilakukan pengujian lebih lanjut. Pengujian dilakukan dengan 2 cara, yaitu:

Uji *Chi Kuadrat*, Pengujian ini digunakan untuk menguji apakah distribusi pengamatan dapat disamai dengan baik oleh distribusi teoritis.

Uji *Smirnov Kolmogorov*, pengujian ini dilakukan dengan menggambarkan probabilitas untuk tiap data distribusi teoritis dan empiris

d. Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran merupakan perbandingan antara jumlah air yang mengalir di suatu daerah akibat turunnya hujan dengan jumlah hujan yang turun di daerah tersebut. Faktor penting yang mempengaruhi besarnya koefisien pengaliran ini adalah tata guna lahan. Untuk menentukan koefisien pengaliran rata-rata digunakan rumus sebagai berikut :

$$C_{\text{rata-rata}} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

e. Perhitungan debit banjir rencana

Perhitungan ini digunakan sebagai dasar untuk merencanakan tingkat pengamanan bahaya banjir pada suatu kawasan dengan kemungkinan terjadinya banjir terbesar.

f. Kapasitas efektif tampungan

Kapasitas efektif Saluran Taman Citra 1 max 3 m dengan tinggi jagaan $w = 0,5$ m

3.1.4.3 Analisis Hidrolika

- Analisis Hidraulis Pintu Air dan Pompa *Portable*

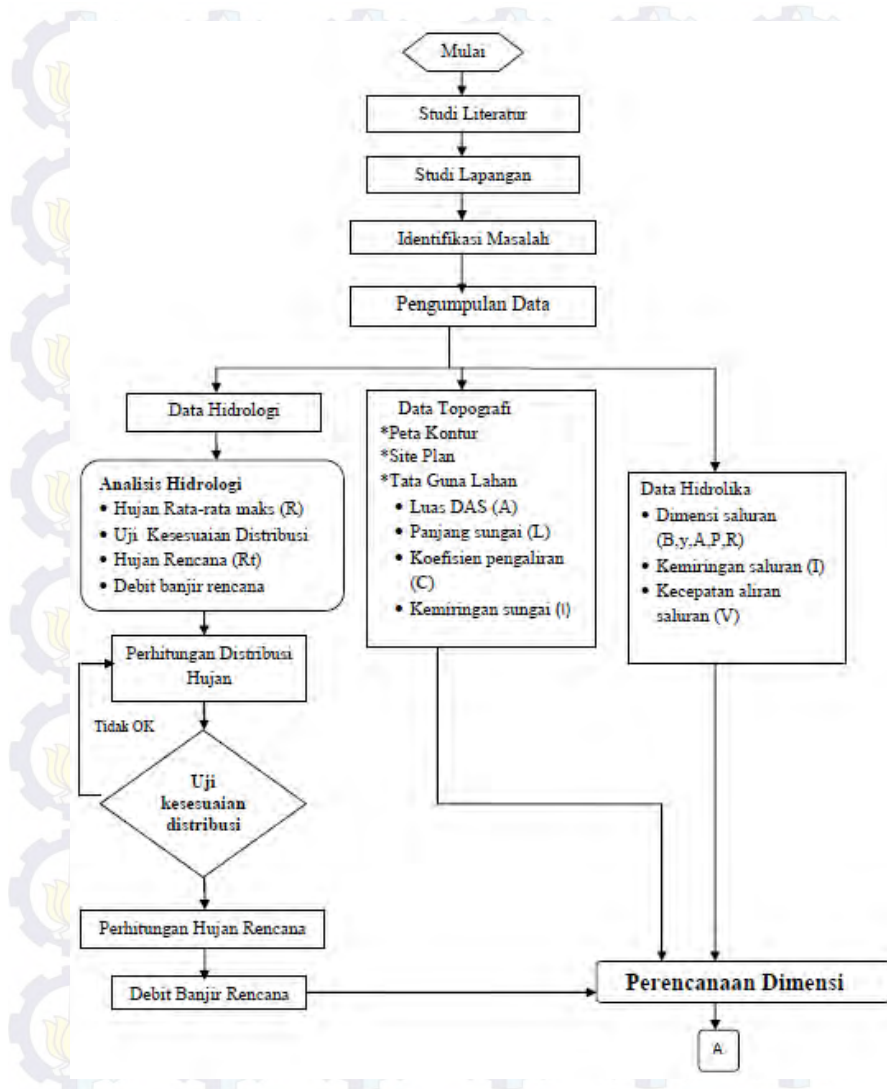
Pada Tugas Akhir ini digunakan bangunan pertolongan berupa pintu air, agar mampu melimpahkan air ke hilir menuju Rencana Saluran Sekunder (*site drain*) tanpa melebihi kapasitas saluran luar kawasan. Pompa *Portable* digunakan untuk pengosongan *long storage*.

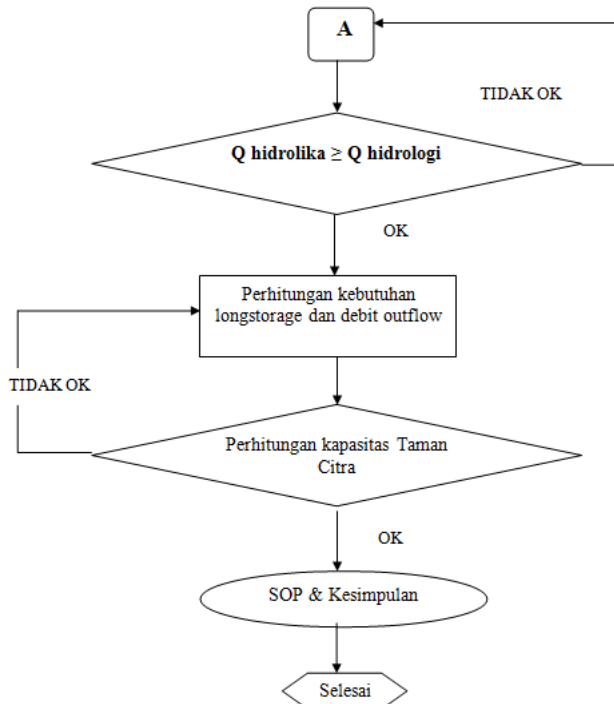
Adapun, pintu air di Saluran Taman Citra 1 digunakan untuk mengontrol debit *outflow* wilayah utara. Pintu air ini, terdapat di Saluran Taman Citra 1 (kawasan perumahan *The Greenlake* ujung timur sebelum menuju S. Banjar Melati. Debit *outflow* dikontrol dengan bukaan pintu yang telah ditentukan dalam perhitungan dan dalam kondisi tertentu pintu dapat saja ditutup.

- Perencanaan *long storage* 2 (selatan) hal yang dilakukan meliputi:

Penentuan lokasi tampungan *long storage*, volume tampungan serta kapasitas tampungan yang dibutuhkan

3.2 Flow Chart Metodologi





BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari uraian secara umum dan perhitungan secara teknis pada bab-bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa :

1. a. Perumahan *The Greenlake* dibagi 2 wilayah.
Wilayah utara membuang ke *long storage 1* (Saluran Taman Citra 1) dan wilayah selatan membuang ke *long storage 2*.
- b. Distribusi curah hujan yang memenuhi syarat adalah Distribusi Normal. Untuk hujan rencana Periode ulang
 - 2 tahun $\rightarrow R_2 = 98,25 \text{ mm}$
 - 5 tahun $\rightarrow R_5 = 109,41 \text{ mm}$
 - 10 tahun $\rightarrow R_{10} = 115,26 \text{ mm}$
- c. Perhitungan debit banjir rencana (Q) Perumahan *The Greenlake* dan luar kawasannya menggunakan hujan rencana periode ulang 5 tahun
2. Debit inflow yang terdapat di Saluran Taman Citra 1 =
 - $0,65 \text{ m}^3/\text{dt}$ (td= 28 menit)
 - $0,71 \text{ m}^3/\text{dt}$ (td= 38 menit)
 Debit inflow yang terdapat pada *longstorage 2* =
 - $1,06 \text{ m}^3/\text{dt}$ (td= 40 menit)
 - $1,27 \text{ m}^3/\text{dt}$ (td= 47 menit)
3. Dimensi Saluran Tersier = $b \times h = 0,5 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$
Dimensi Saluran Sekunder = $b \times h = 0,8 \text{ m} \times 0,8 \text{ m}$
Dimensi Saluran Primer = $b \times h = 1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$
4. Fasilitas drainase yang dibutuhkan untuk Perumahan ini adalah:
 - Dua buah pintu air dengan dimensi $1,20 \text{ m} \times 2,00 \text{ m}$ pada *long storage 1* dan satu buah pintu air dengan dimensi $1,00 \text{ m} \times 1,00 \text{ m}$ pada *long storage 2*

- pompa dengan kapasitas $1,5 \text{ m}^3 / \text{menit}$, untuk *long storage 1* dibutuhkan satu buah pompa. Untuk *long storage 2* dibutuhkan dua buah pompa.

5.2 Saran

Dari beberapa penampang pada Saluran Taman Citra 1 perlu dilakukan normalisasi salurannya. Potongan saluran yang perlu dilebarkan yaitu potongan :

- P4-P5 dengan dimensi normalisasi $5,8 \text{ m} \times 0,52 \text{ m}$ dan kapasitas debit $1,85 \text{ m}^3/\text{det}$.
- P7-P8 dengan dimensi normalisasi $3 \text{ m} \times 0,8 \text{ m}$ dan kapasitas debit $2,77 \text{ m}^3/\text{det}$.
- P8-P9 dengan dimensi normalisasi $3,5 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ dan kapasitas debit $2,74 \text{ m}^3/\text{det}$.

Perhitungan ini untuk limpasan hujan $t_d = 38$ menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Chow, V.T., 1997. **Hidrolika Saluran Terbuka**. Jakarta. Erlangga.
- Kamiana, I Made. 2010. **Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air**. Palangkaraya. Graha Ilmu.
- Maryono, Agus. 2001. **Hidrolika Terapan**. Yogyakarta. Pradnya Paramita.
- Pengairan, Dirjen. 1986. **Kriteria Perencanaan-02**. Jakarta. Departemen Pekerjaan Umum.
- Pengairan, Dirjen. 1986. **Kriteria Perencanaan-04**. Jakarta. Departemen Pekerjaan Umum.
- Sofia, Fifi. 2006. **Modul Ajar Drainase**. Surabaya. Teknik Sipil ITS.
- Sosrodarsono, Ir. Suyono. 2006. **Hidrologi Untuk Pengairan**. Jakarta. PT Pradnya Paramita.
- Sosrodarsono, Dr. Suyono. 1987. **Bendungan Type Urugan**. Jakarta. PT Pradnya Pratama.
- Sujatno, Edi. 2008. **Modul Ajar Hidrologi**. Surabaya. Teknik Sipil ITS.
- Surabaya, P. 2012. **Surabaya Drainage Master Plan 2012-2018**. Surabaya.
- Suripin. 2004. **Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan**. Yogyakarta. Andi.
- Wesli. 2008. **Drainase Perkotaan**. Yogyakarta. Graha Ilmu.

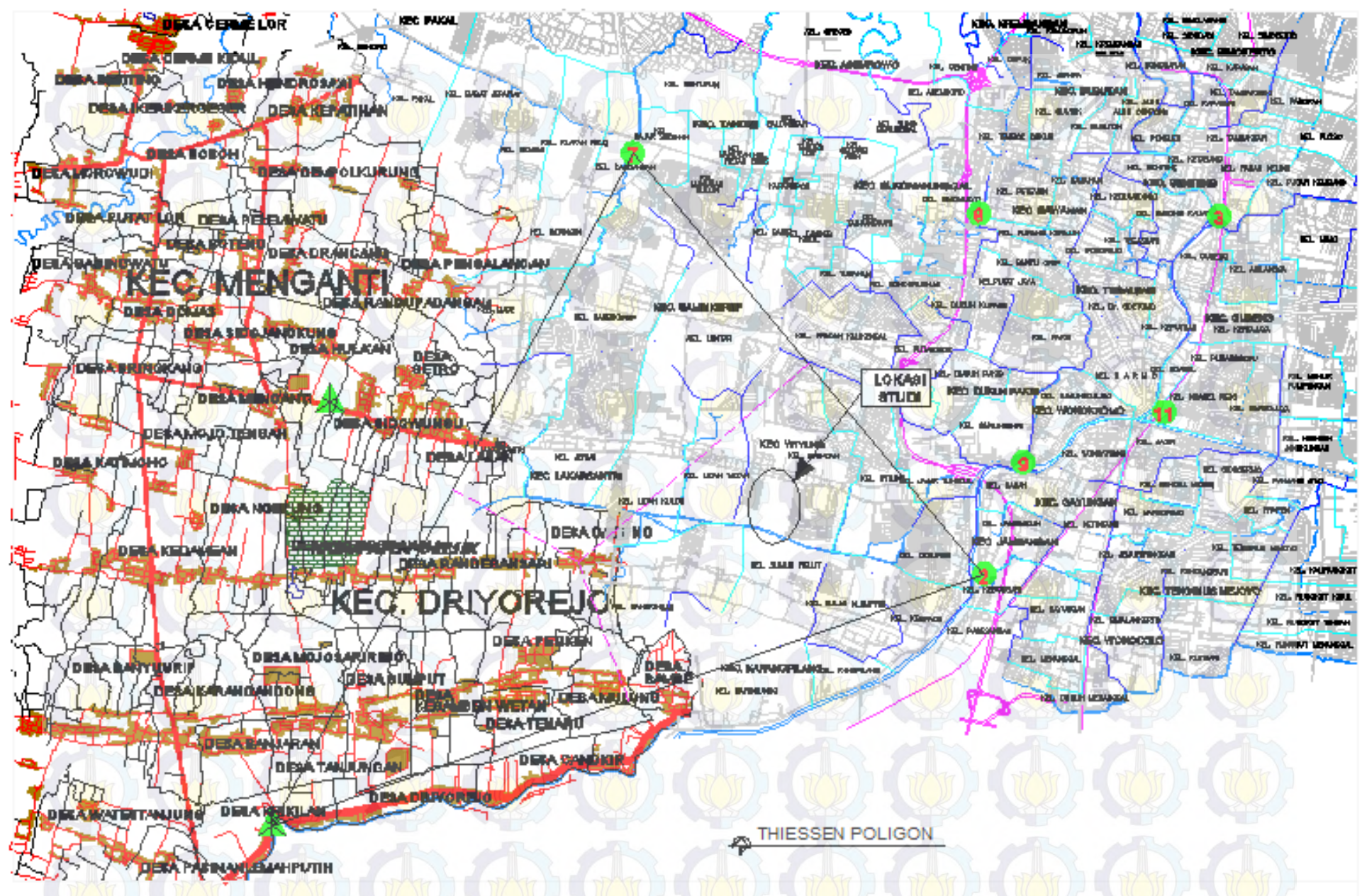


BIODATA PENULIS

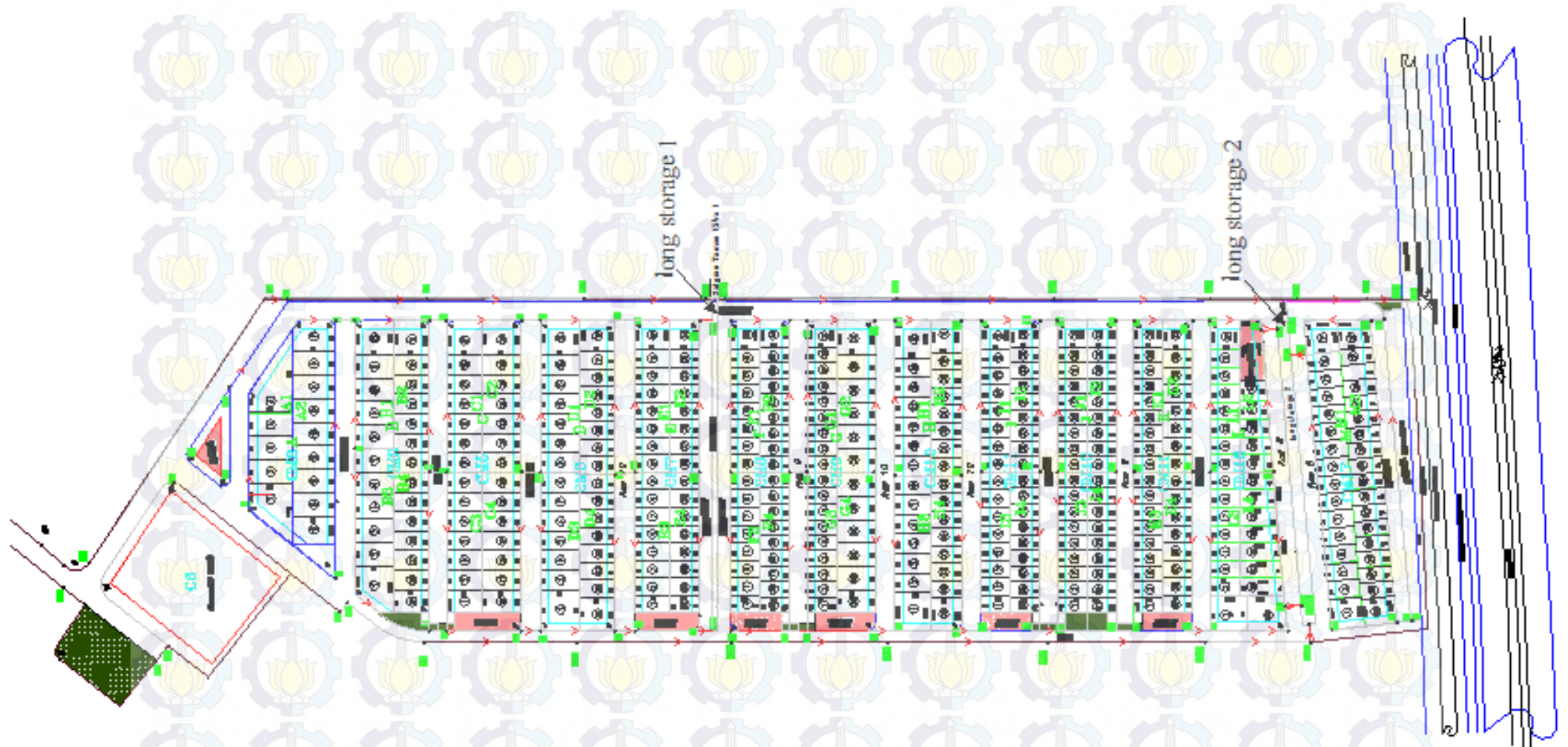


Penulis dengan nama lengkap Riska Wulansari dilahirkan di Lumajang, 20 Februari 1991, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis yang saat ini berdomisili di Gresik telah menempuh pendidikan formal di TK Raudlatul Athfal Muslimat NU Labruk Kidul (Lumajang), SDN 2 Kebonsari (Lumajang), SMPN 1 Tulangan (Sidoarjo), kemudian SMAN 1 Krian (Sidoarjo), Diploma III ITS (Surabaya), diterima di jurusan Teknik Sipil dan mengambil bidang studi Bangunan Gedung.

Setelah itu, melanjutkan ke program Sarjana Lintas Jalur Teknik Sipil ITS (Surabaya). Penulis mengambil konsentrasi bidang Hidroteknik. Penulis pernah aktif dalam beberapa kegiatan seminar yang diselenggarakan oleh kampus ITS. Penulis juga pernah aktif dalam beberapa kegiatan organisasi kampus diantaranya LDJ JMAA sebagai Kepala Departemen Keputrian Periode 2010-2011, staf Departemen Pendidikan HIMA Periode 2010-2011. Selain itu, penulis juga aktif dalam berbagai kepanitiaan beberapa kegiatan yang ada selama menjadi mahasiswa.



JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA	SKALA	NO. GAMBAR	JML. GAMBAR
THIESSEN POLIGON	Dr. Ir. EDIJATNO, DEA YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.	RISKA WULANSARI (3112.105.013)	TANPA SKALA	1	26



JUDUL GAMBAR

SITE PLAN PERUMAHAN THE GREENLAKE SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. EDIJATNO, DEA
YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.

MAHASISWA

RISKA WULANSARI
(3112.105.013)

SKALA

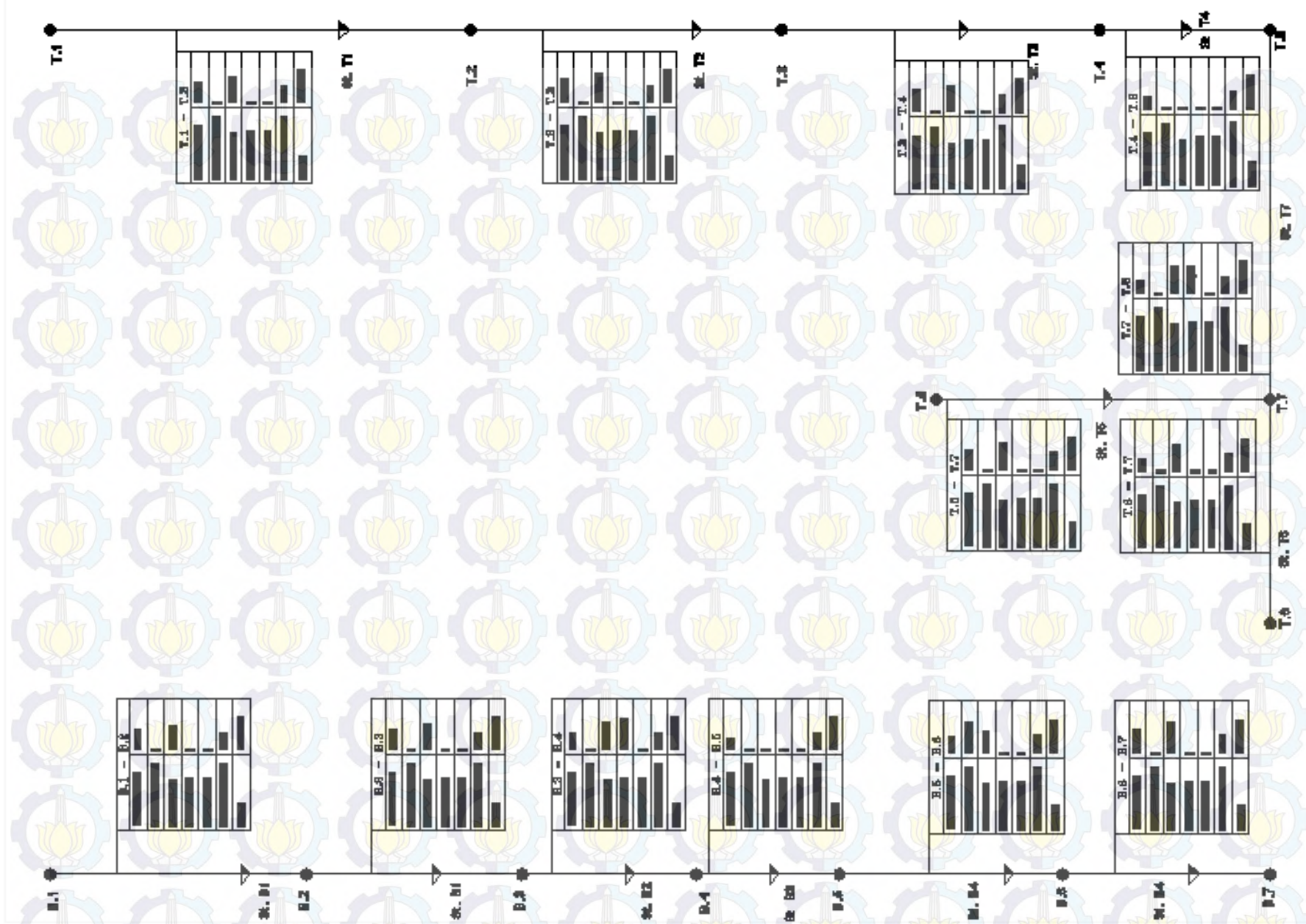
TANPA SKALA

NO. GAMBAR

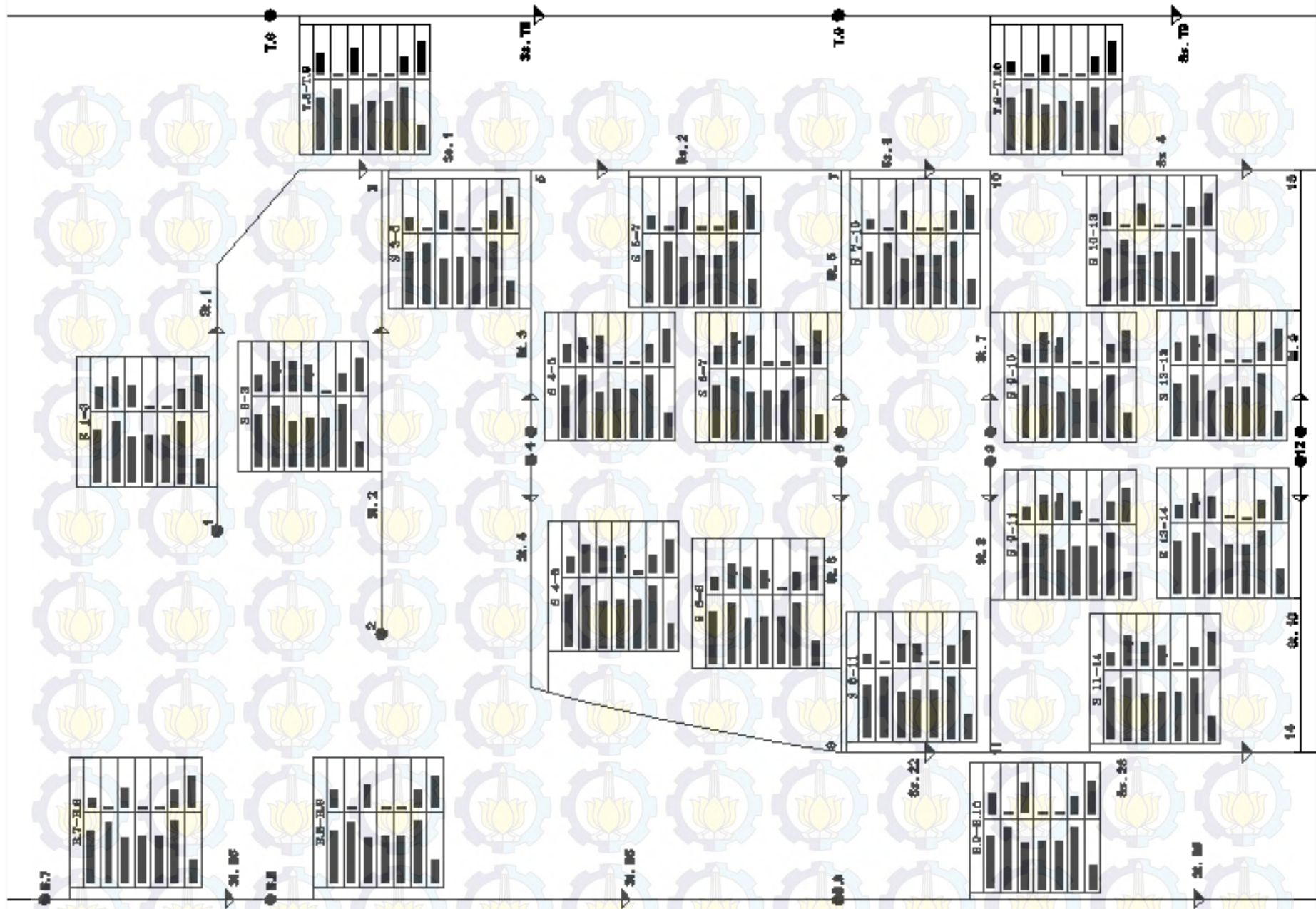
2

JML. GAMBAR

26



JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA	SKALA	NO.GAMBAR	JML.GAMBAR
SKEMA JARINGAN DRAINASE PERUMAHAN THE GREENLAKE	Dr. Ir. EDIJATNO, DEA YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.	RISKA WULANSARI (3112.105.013)	TANPA SKALA	3	26



JUDUL GAMBAR

SKEMA JARINGAN
DRAINASE PERUMAHAN
THE GREENLAKE

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. EDIJATNO, DEA
YANG RATRI SAMTRI, ST. MT.

MAHASISWA

RISKA WULANSARI
(3112.105.013)

SKALA

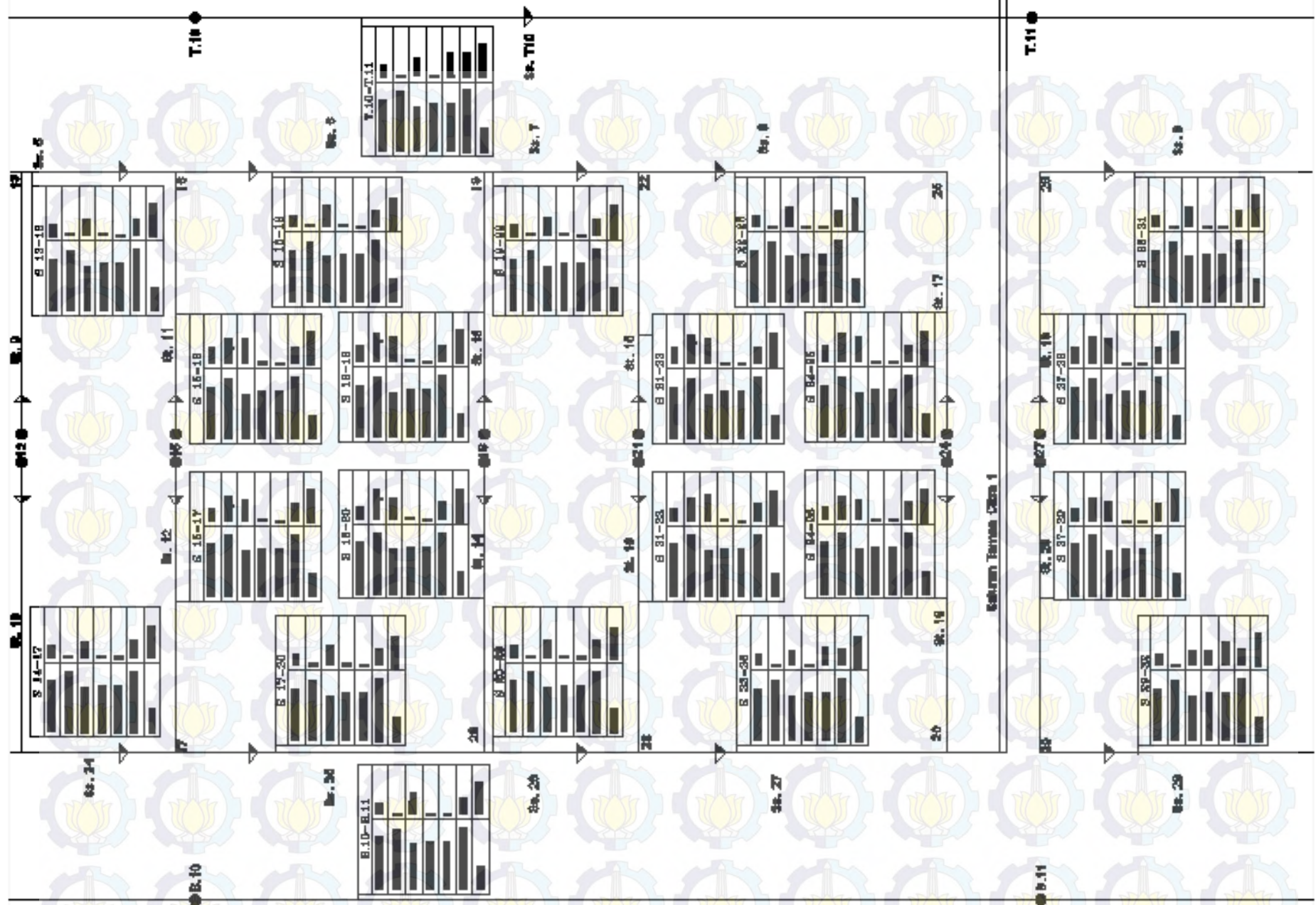
TANPA SKALA

NO. GAMBAR

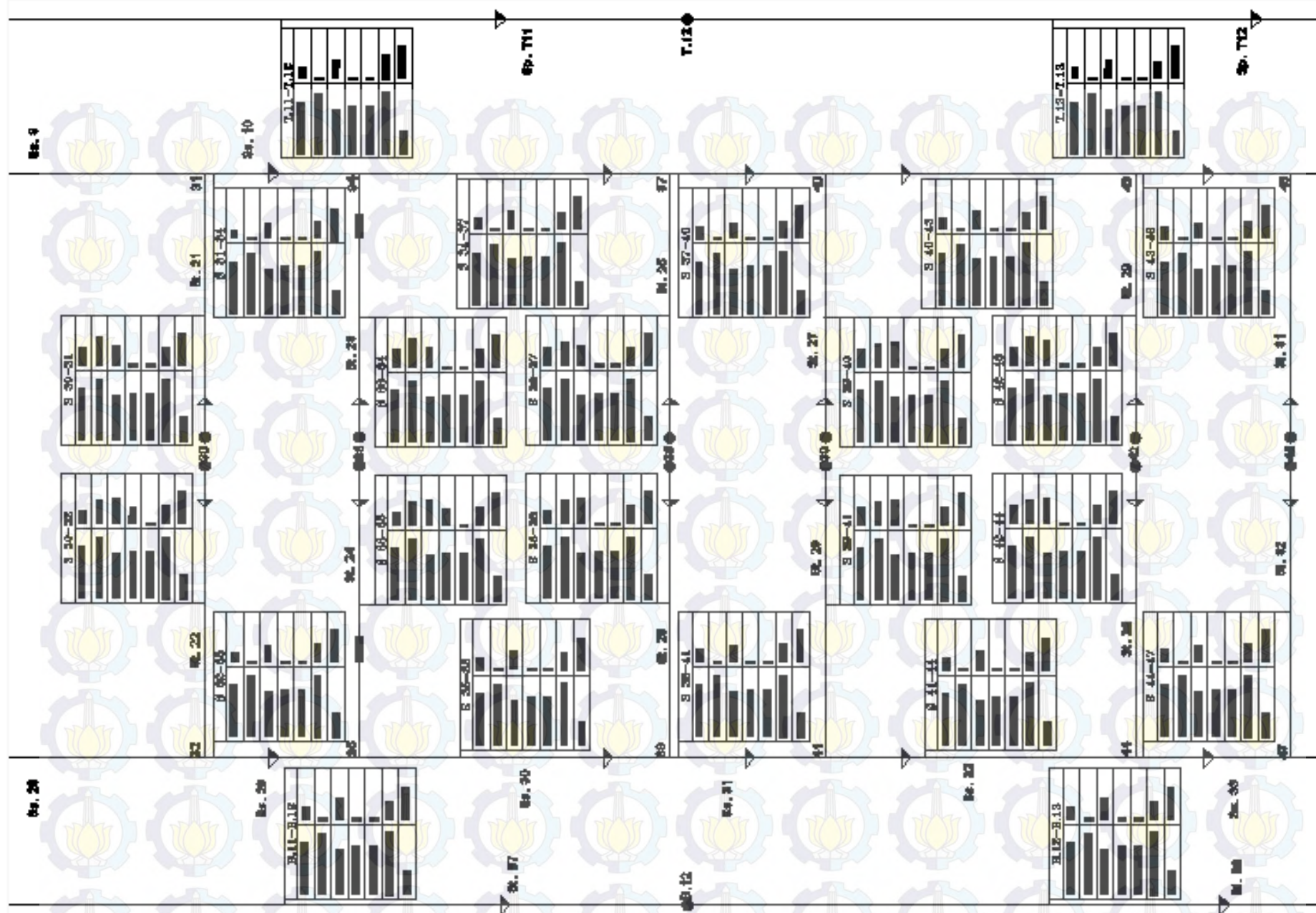
4

JML. GAMBAR

26



JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA	SKALA	NO. GAMBAR	JML. GAMBAR
SKEMA JARINGAN DRAINASE PERUMAHAN THE GREENLAKE	Dr. Ir. EDIJATNO, DEA YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.	RISKA WULANSARI (3112.105.013)	TANPA SKALA	5	26



JUDUL GAMBAR

SKEMA JARINGAN
DRAINASE PERUMAHAN
THE GREENLAKE

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. EDUATNO, DEA
YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.

MAHASISWA

RISKA WULANSARI
(3112.105.013)

SKALA

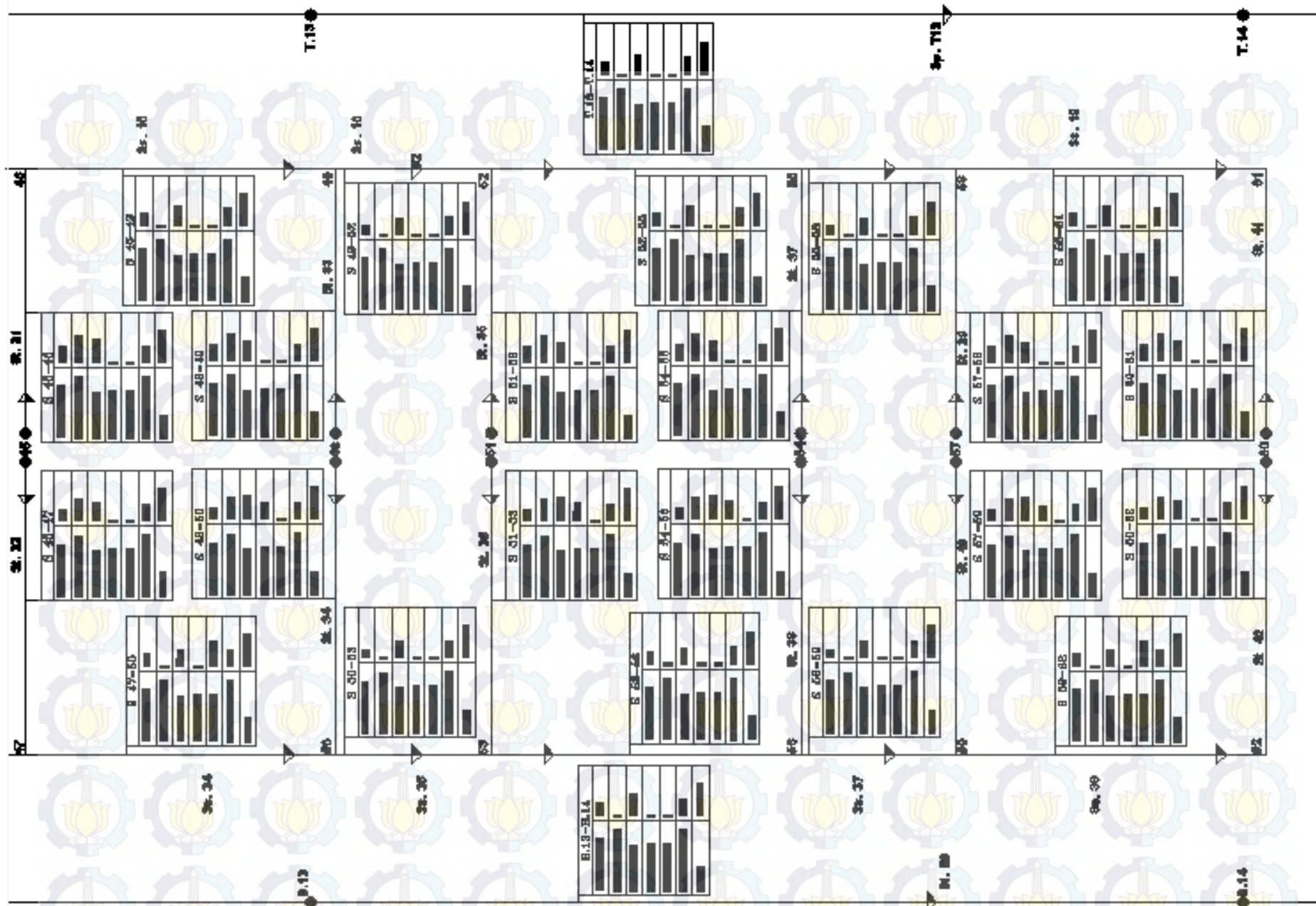
TANPA SKALA

NO. GAMBAR

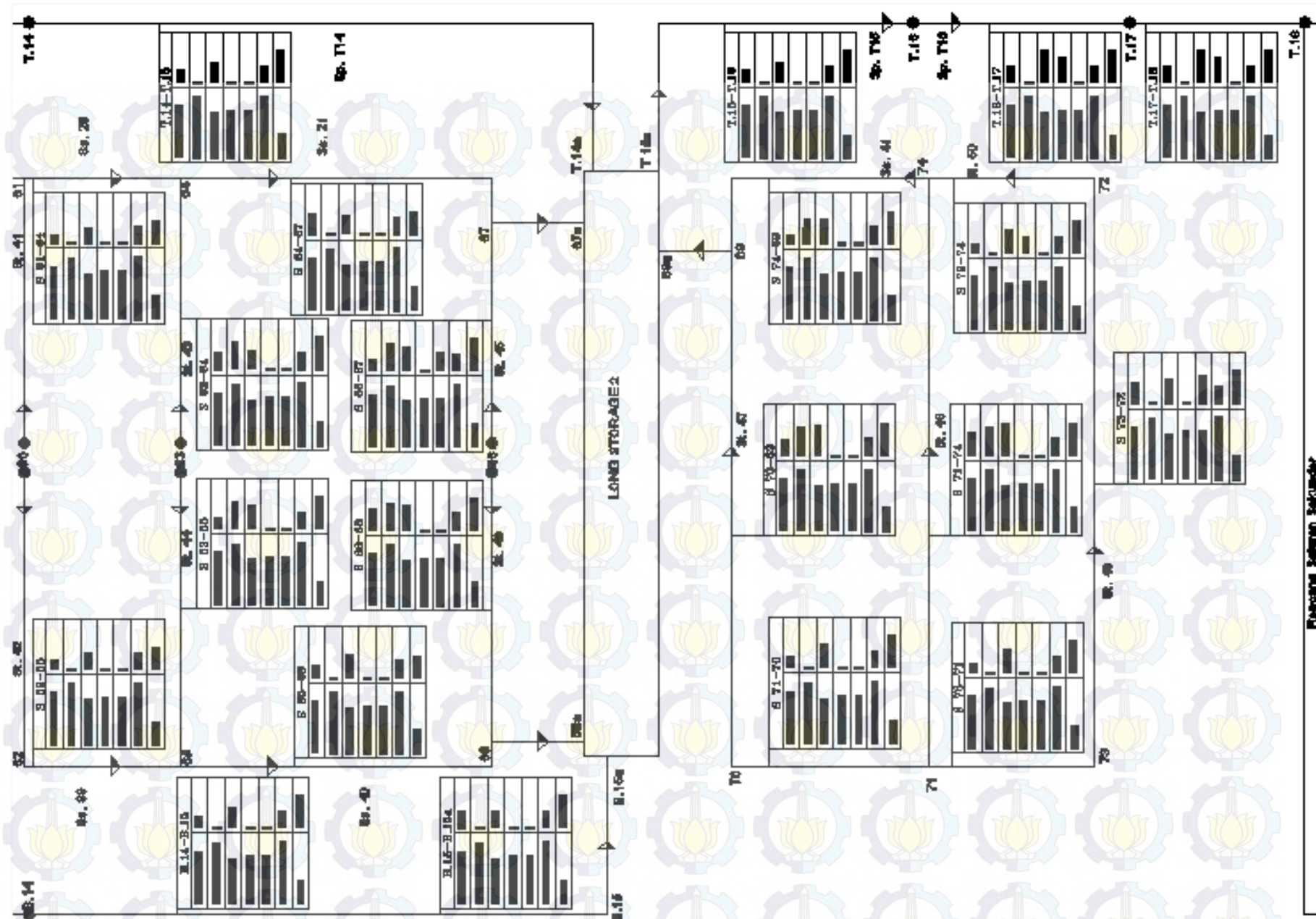
6

JML. GAMBAR

26



JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA	SKALA	NO. GAMBAR	JML. GAMBAR
SKEMA JARINGAN DRAINASE PERUMAHAN THE GREENLAKE	Dr. Ir. EDUATNO, DEA YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.	RISKA WULANSARI (3112.105.013)	TANPA SKALA	7	26



JUDUL GAMBAR

SKEMA JARINGAN
DRAINASE PERUMAHAN
THE GREENLAKE

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. EDIJATNO, DEA
YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.

MAHASISWA

RISKA WULANSARI
(3112.105.013)

SKALA

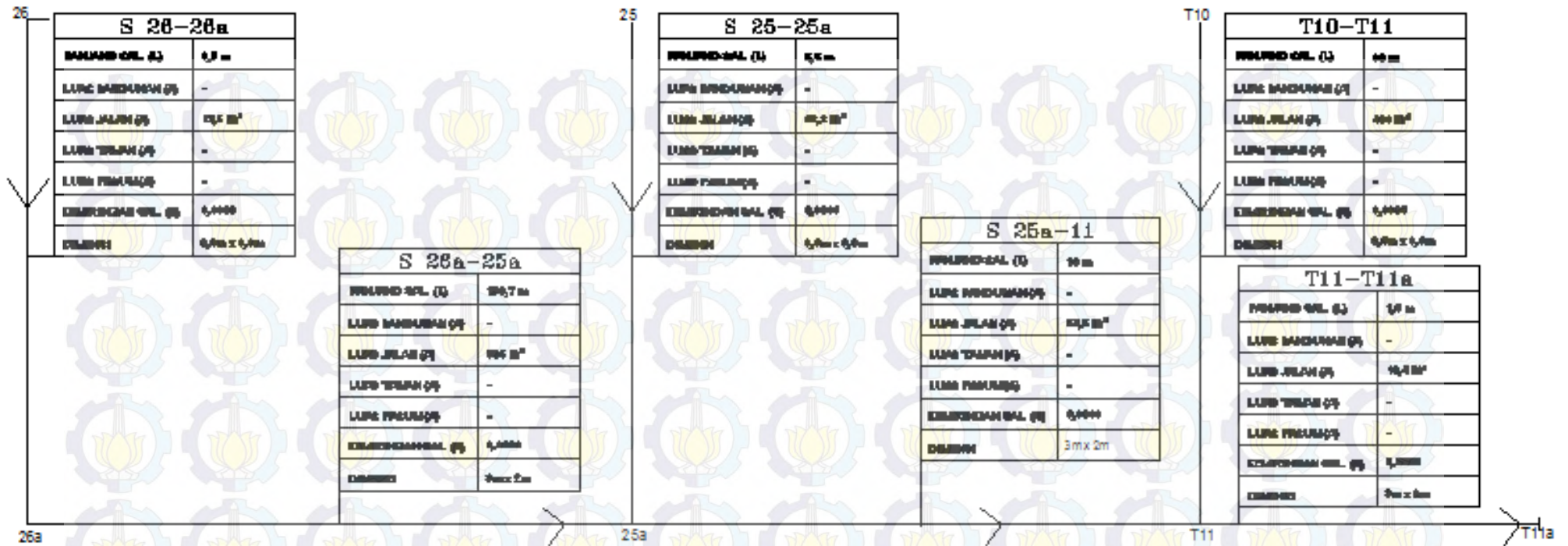
TANPA SKALA

NO.GAMBAR

8

JML.GAMBAR

26



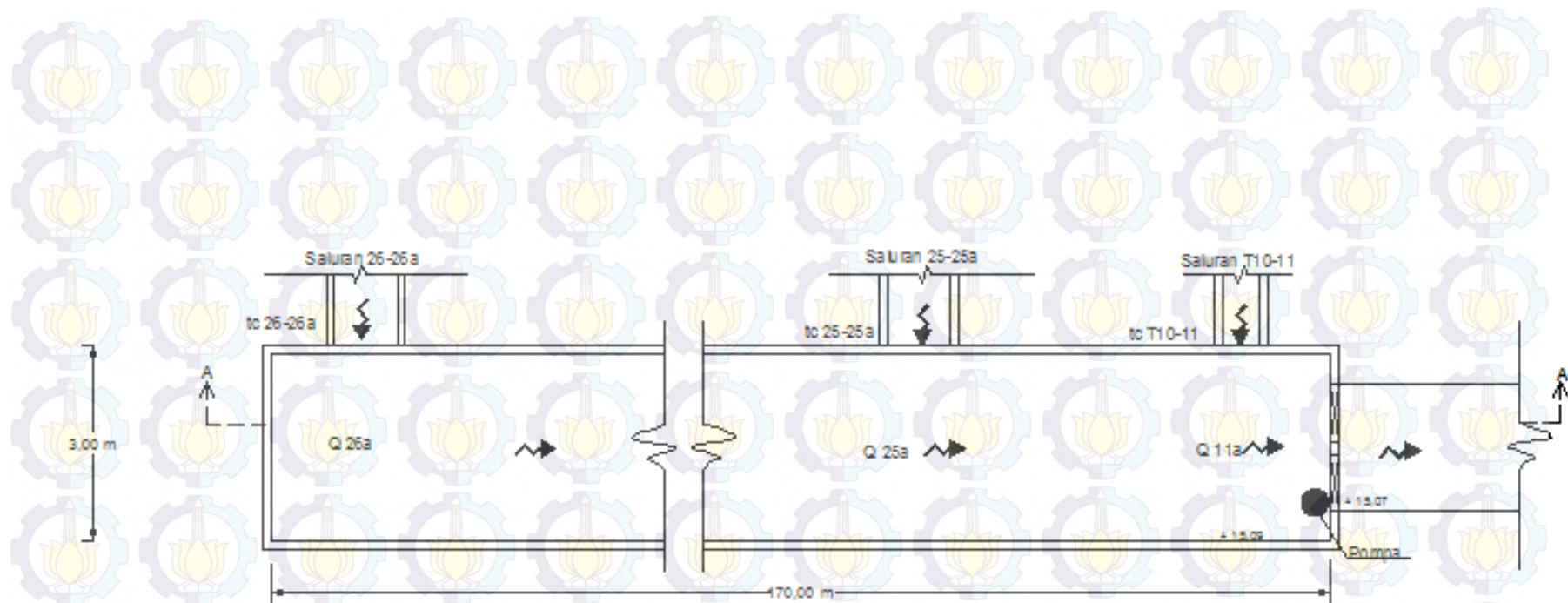
SKEMA ALIRAN LONG STORAGE 1 (SAL. TAMAN CITRA 1)



PROFIL MUKA AIR LONG STORAGE 1 (SAL. TAMAN CITRA 1)



JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA	SKALA	NO. GAMBAR	JML. GAMBAR
1. SKEMA ALIRAN LS. 1 2. PROFIL M.A. LONG STORAGE 1	Dr. Ir. EDIJATNO, DEA YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.	RISKA WULANSARI (3112.105.013)	TANPA SKALA	9	26



DENAH LONG STORAGE 1 (SAL. TAMAN CITRA 1)



JUDUL GAMBAR

DOSEN PEMBIMBING

MAHASISWA

SKALA

NO. GAMBAR

JML. GAMBAR

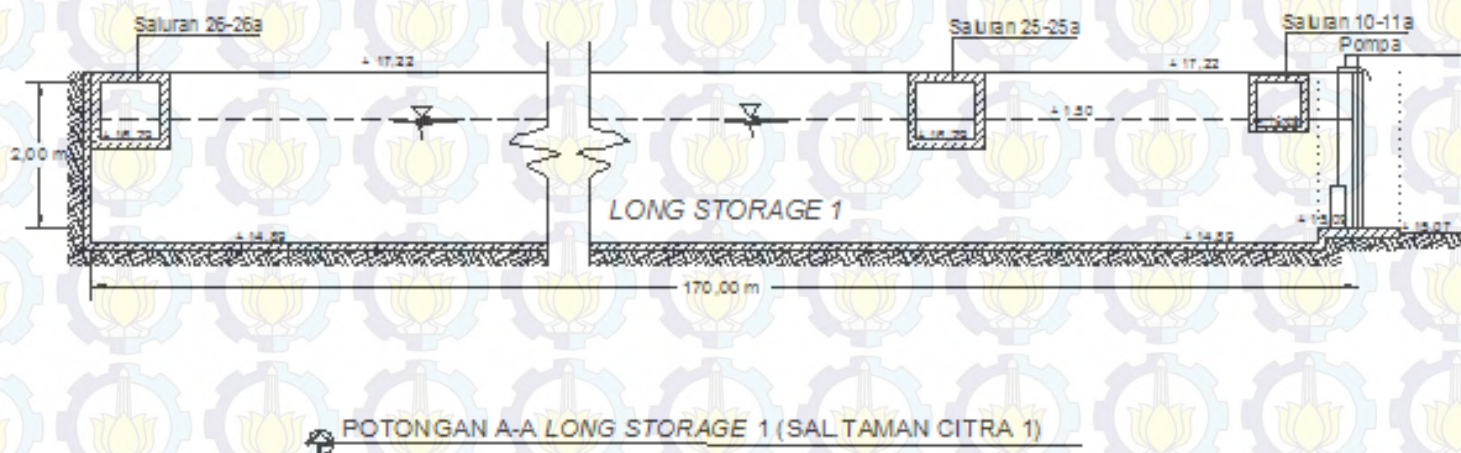
DENAH LONG STORAGE 1

Dr. Ir. EDJATNO, DEA
YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.RISKA WULANSARI
(3112.105.013)

TANPA SKALA

10

26



JUDUL GAMBAR

DOSEN PEMBIMBING

MAHASISWA

SKALA

NO. GAMBAR

JML. GAMBAR

POTONGAN A-A
LONG STORAGE 1

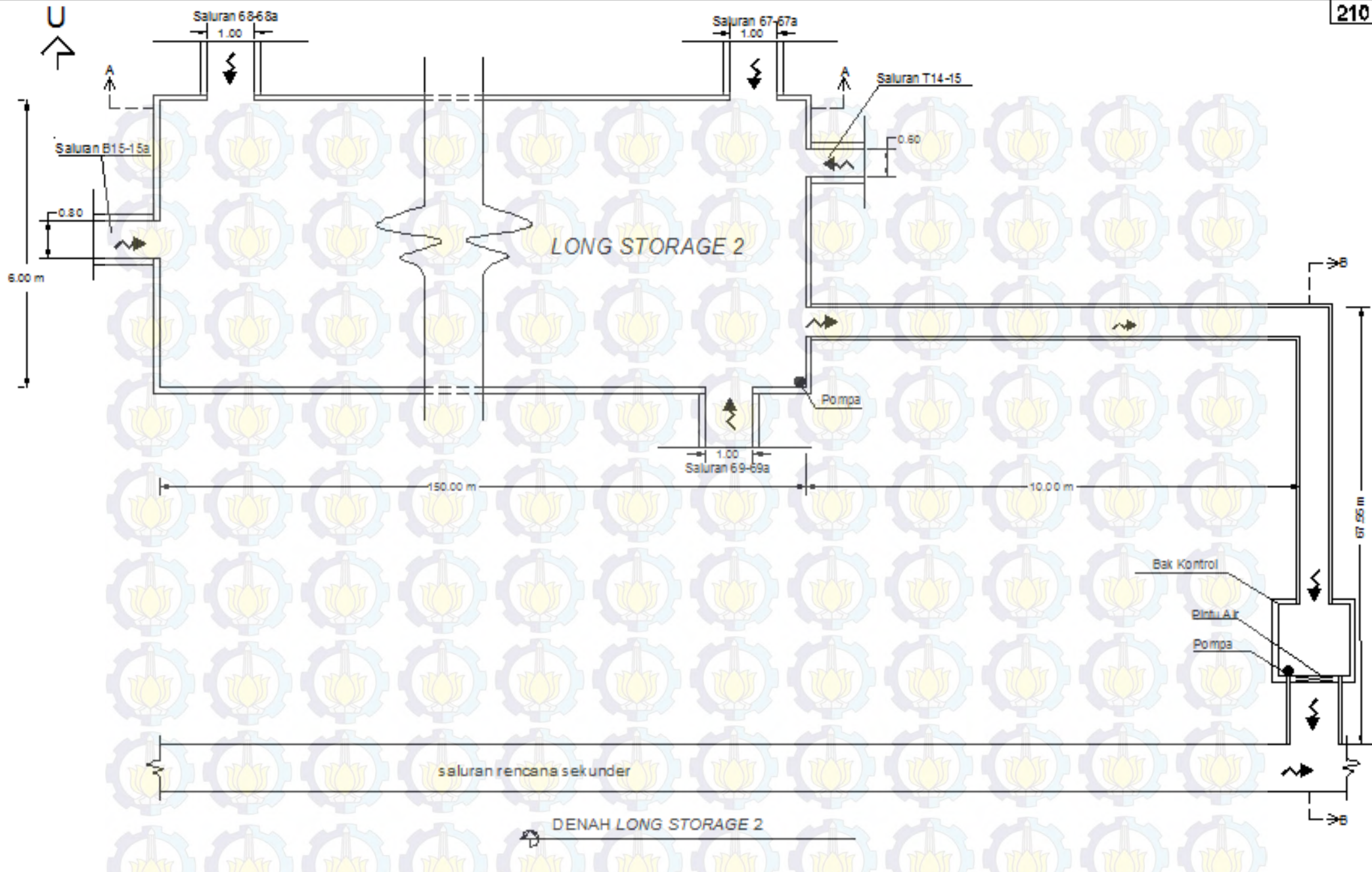
Dr. Ir. EDIJATNO, DEA
YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.

RISKA WULANSARI
(3112.105.013)

TANPA SKALA

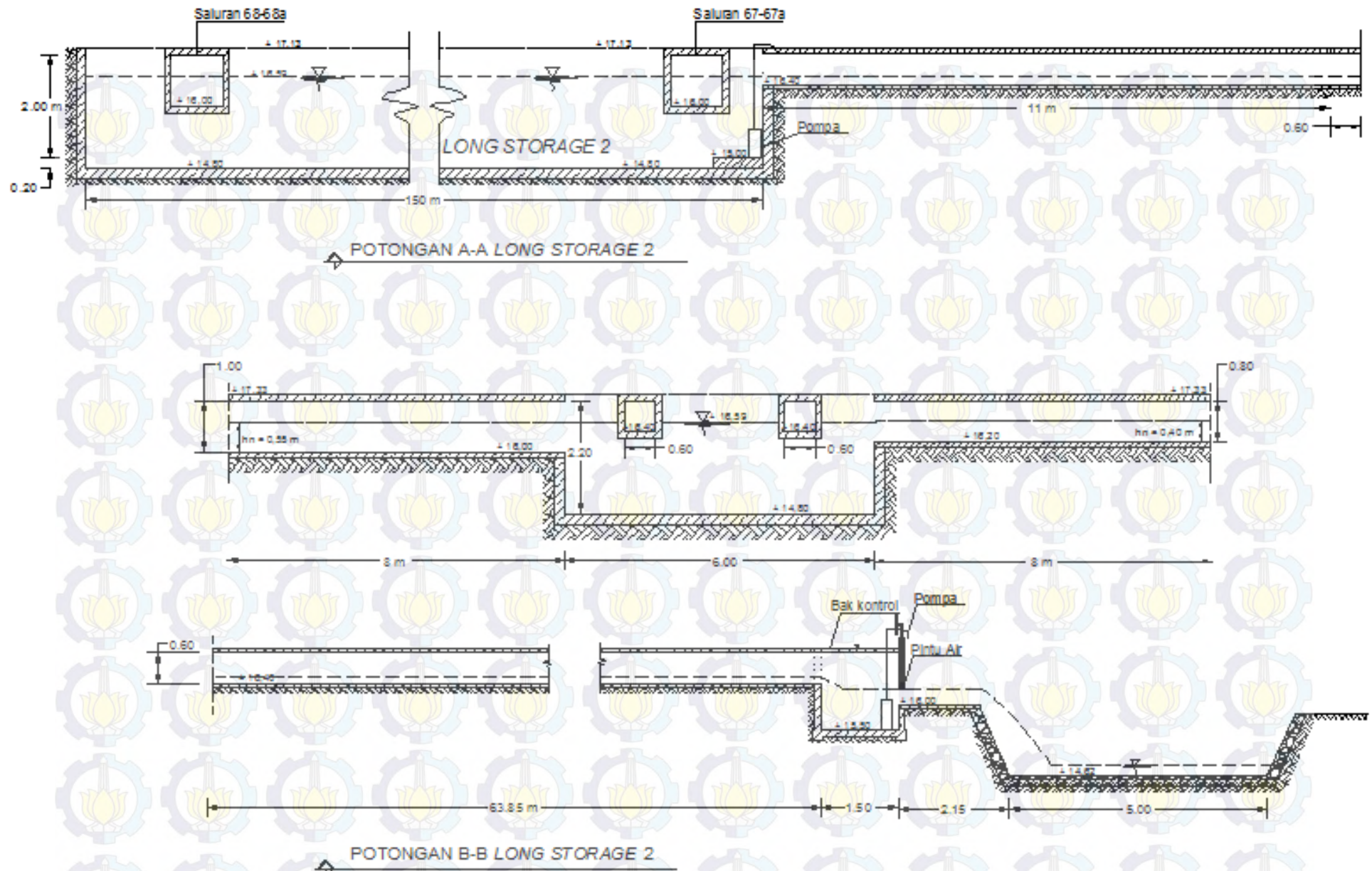
11

26

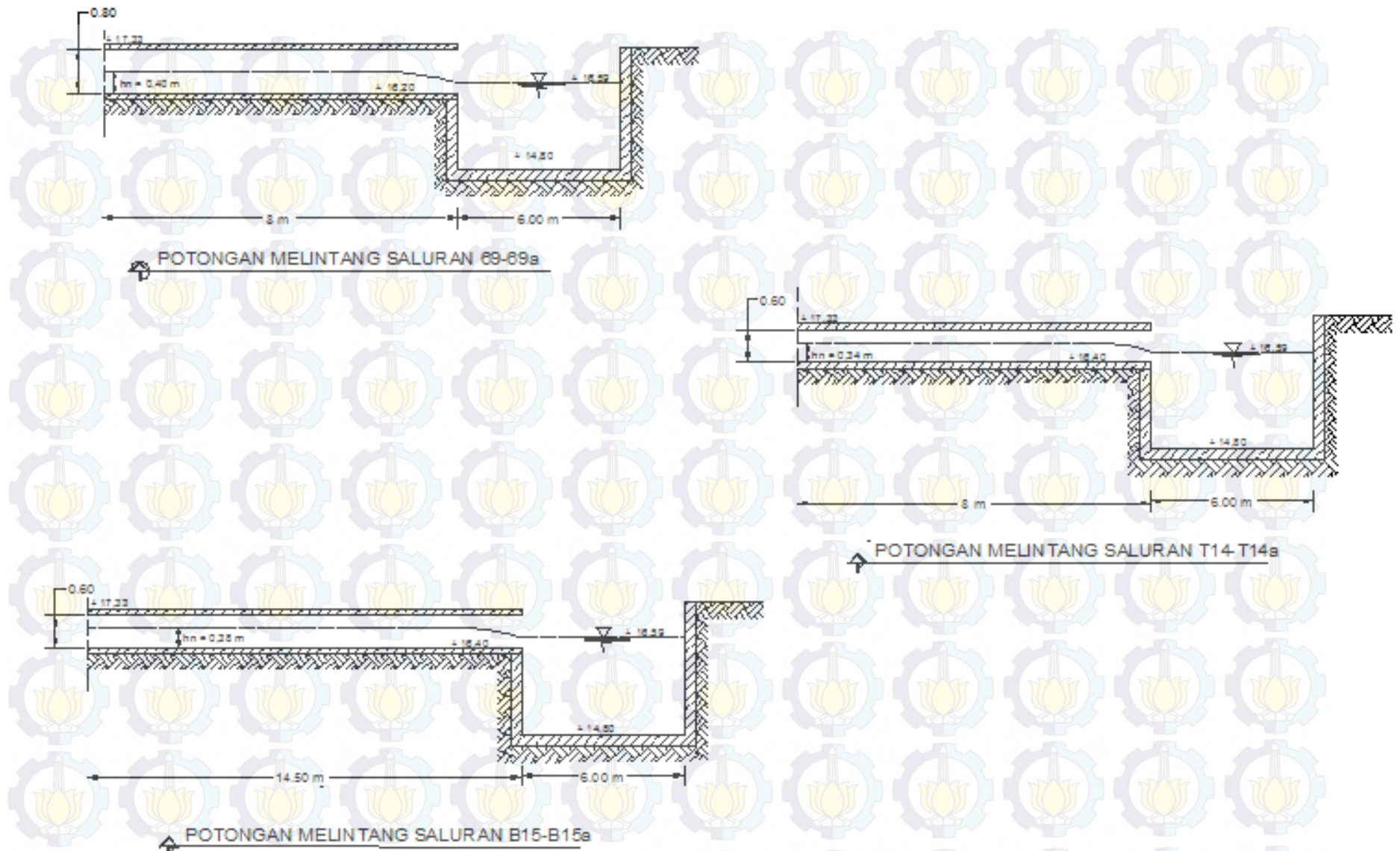


DENAH LONG STORAGE 2

	JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIM BING	MAHASISWA	SKALA	NO. GAM BAR	JML. GAM BAR
	DENAH LONG STORAGE 2	Dr.Ir. EDIJATNO, DEA YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.	RISKA WULANSARI (3112.105.013)	TANPA SKALA	12	26



JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIM BING	MAHASISWA	SKALA	NO.GAMBAR	JML GAMBAR
1. POTONGAN A-A 2. POTONGAN B-B LONG STORAGE 2	Dr.Ir. EDIJATNO, DEA YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.	RISKA WULANSARI (3112.105.013)	TANPA SKALA	13	26



JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG :
SALURAN 69-69A
SALURAN B15-15A
SALURAN B14-14A

DOSEN PEMBIMBING

Dr.Ir. EDIJATNO, DEA
YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.

MAHASISWA

RISKA WULANSARI
(3112.105.013)

SKALA

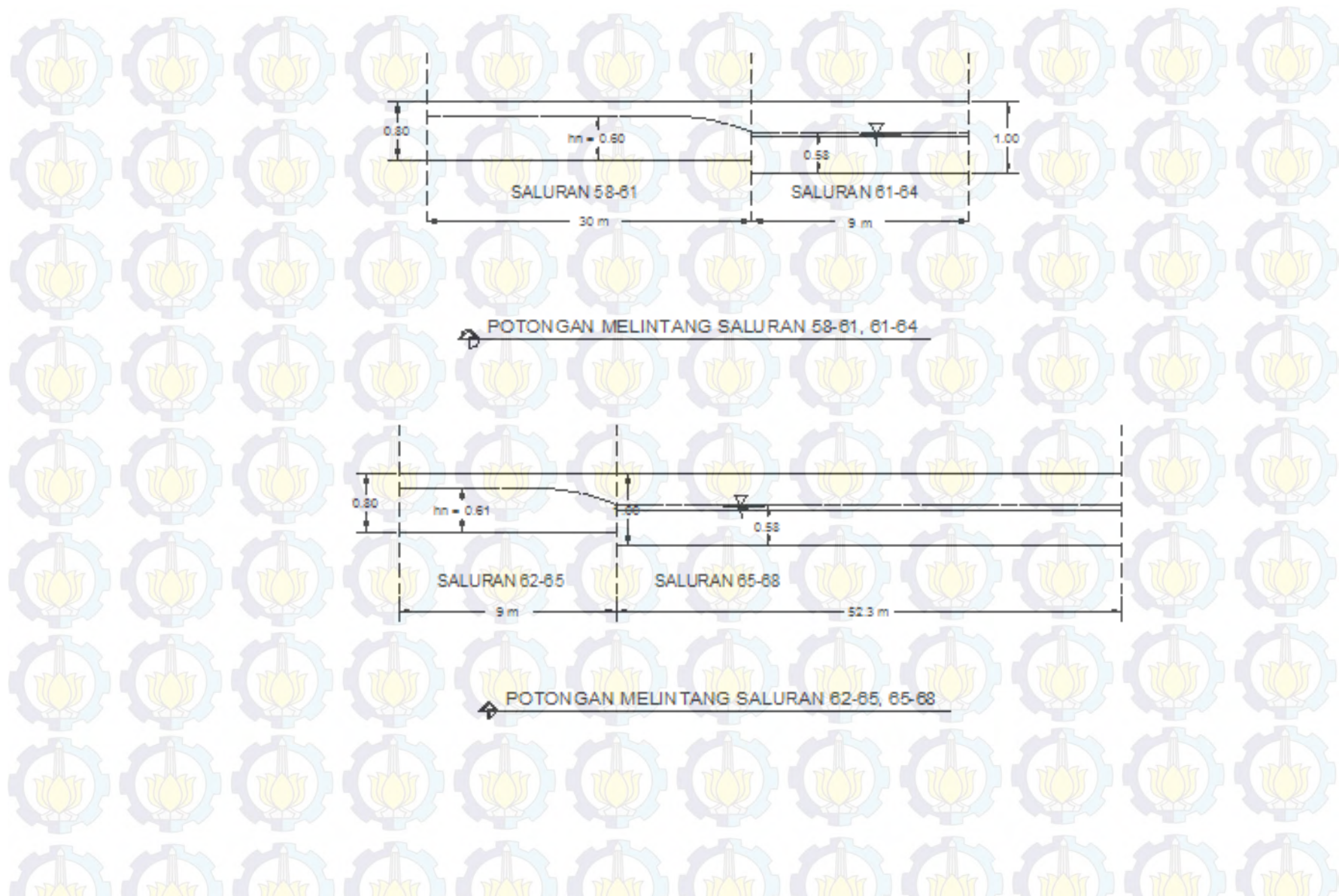
TANPA SKALA

NO.GAMBAR

14

JML.GAMBAR

26



JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG :
SALURAN 58-61,61-64
SALURAN 62-65,65-68

DOSEN PEMBIMBING

Dr.Ir. EDIJATNO, DEA
YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.

MAHASISWA

RISKA WULANSARI
(3112.105.013)

SKALA

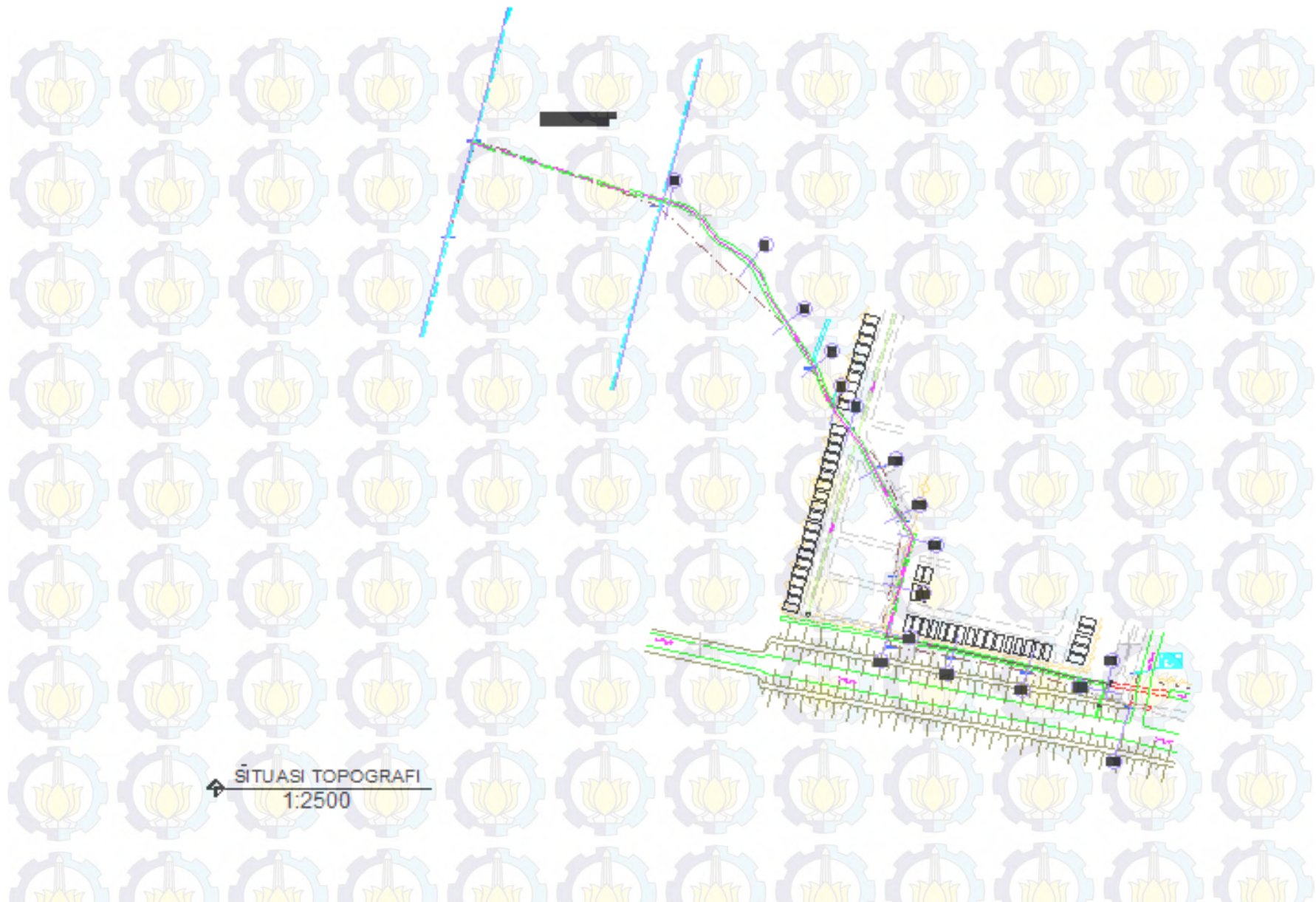
TANPA SKALA

NO.GAMBAR

15

JML.GAMBAR

26



JUDUL GAMBAR

DOSEN PEMBIMBING

MAHASISWA

SKALA

NO. GAMBAR

JML. GAMBAR

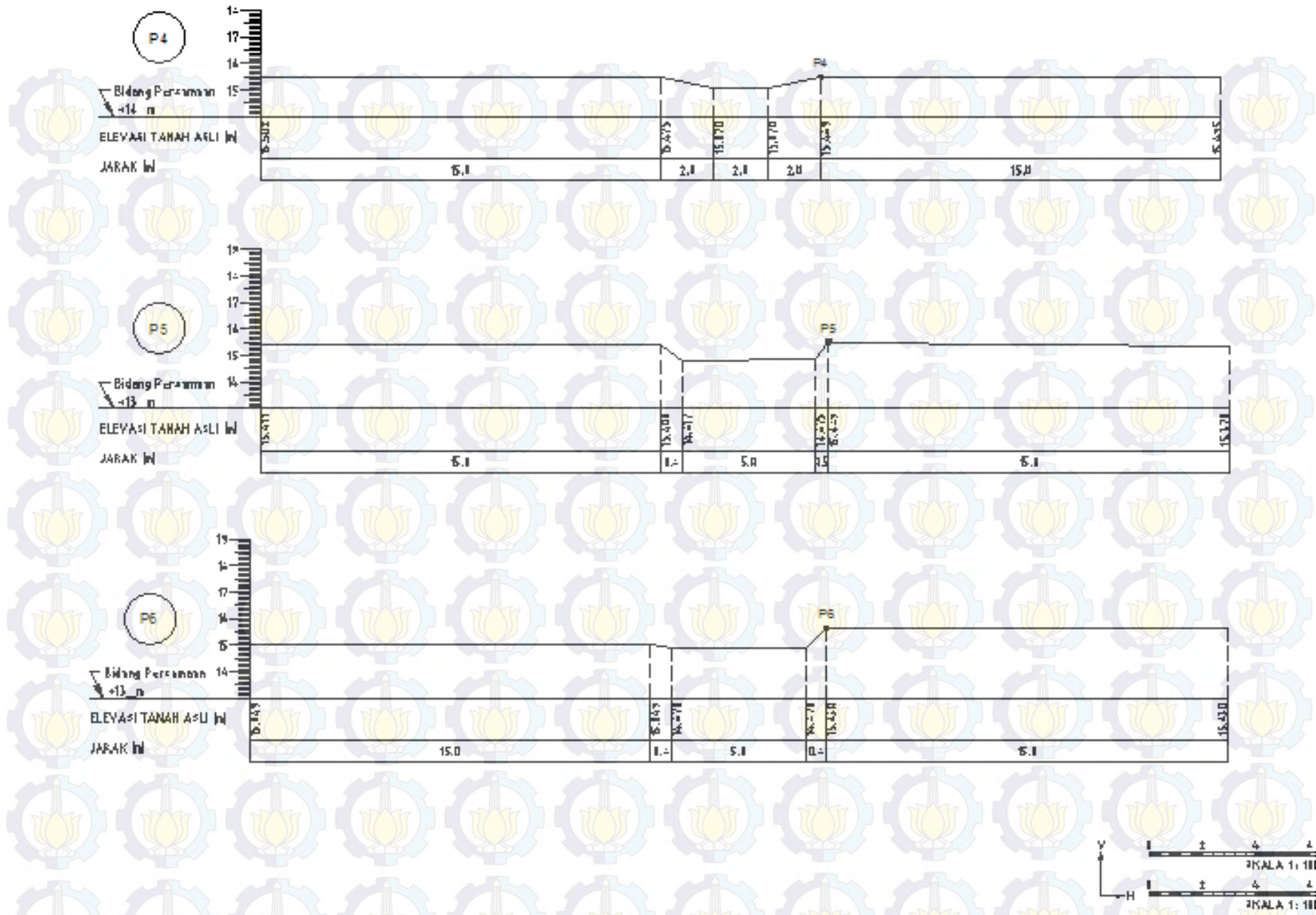
SITUASI TOPOGRAFI

Dr. Ir. EDIJATNO, DEA
YANGRATRI SAVITRI, ST. MT.RISKA WULANSARI
(3112.105.013)

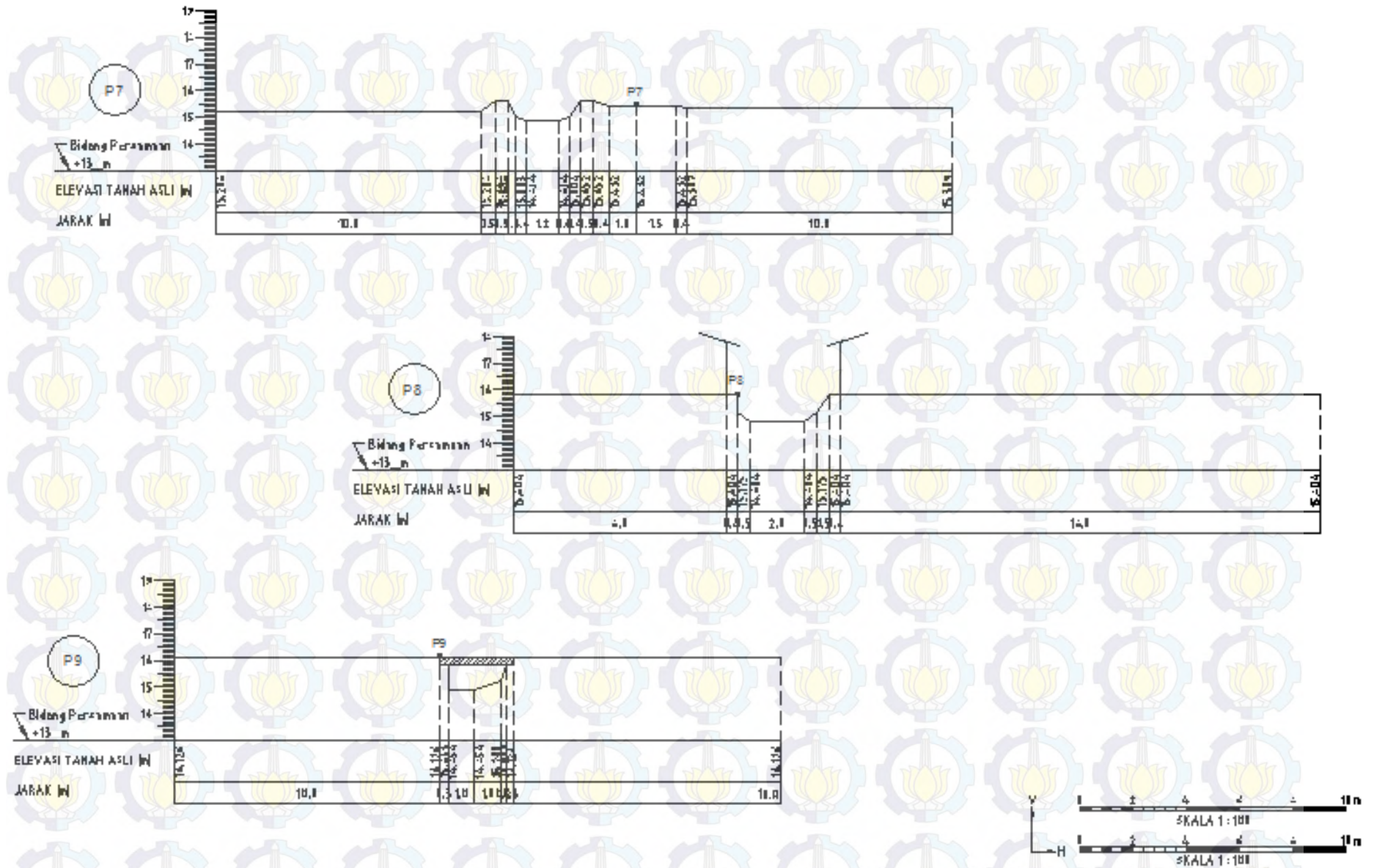
1:2500

16

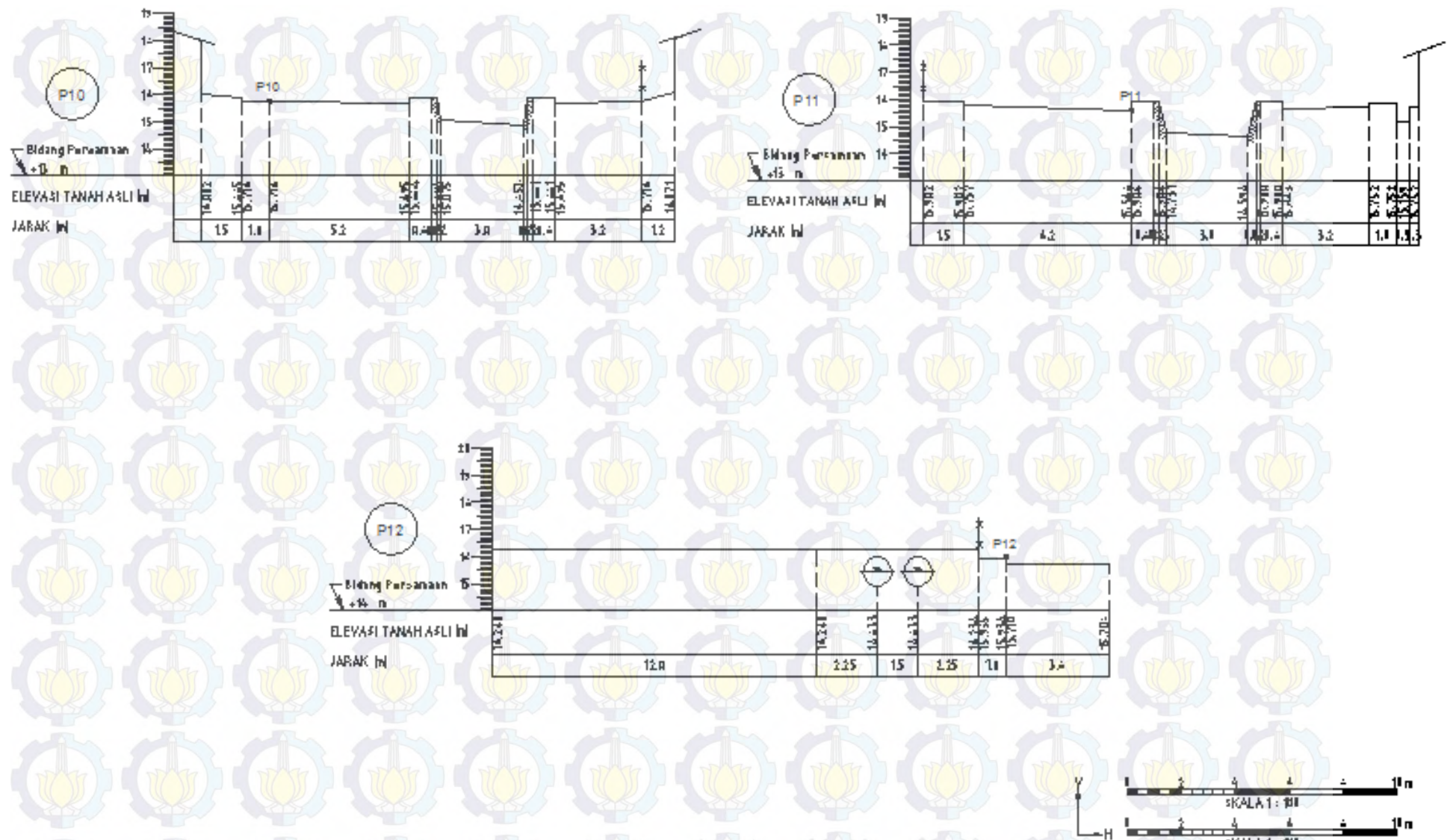
26



JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA	SKALA	NO.GAMBAR	JML.GAMBAR
POTONGAN MELINTANG P4, P5, P6	Dr.Ir. EDIJATNO, DEA YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.	RISKA WULANSARI (3112.105.013)	1:100	17	26



	JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA	SKALA	NO. GAMBAR	JML. GAMBAR
	POTONGAN MELINTANG P7, P8, P9	Dr. Ir. EDIJATNO, DEA YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.	RISKA WULANSARI (3112.105.013)	1:100	18	26



JUDUL GAMBAR

DOSEN PEMBIMBING

MAHASISWA

SKALA

NO. GAMBAR

JML. GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
P10, P11, P12

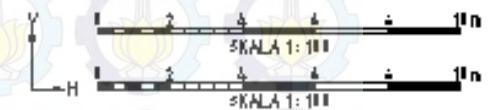
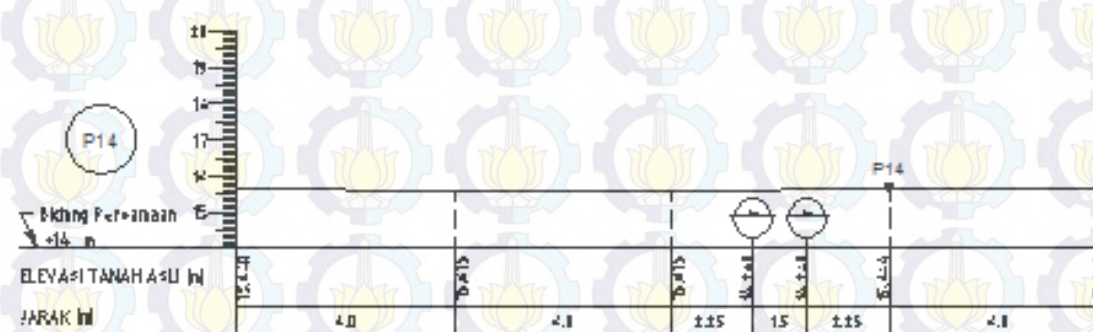
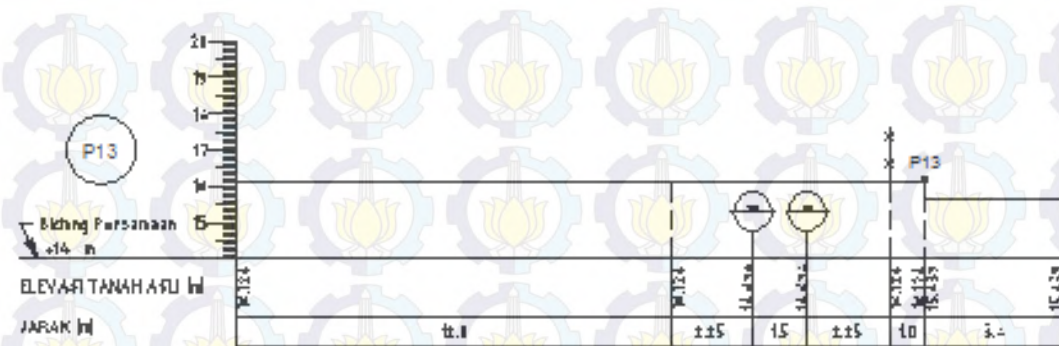
Dr. Ir. EDIJATNO, DEA
YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.

RISKA WULANSARI
(3112.105.013)

1:100

19

26



JUDUL GAMBAR

DOSEN PEMBIMBING

MAHASISWA

SKALA

NO. GAMBAR

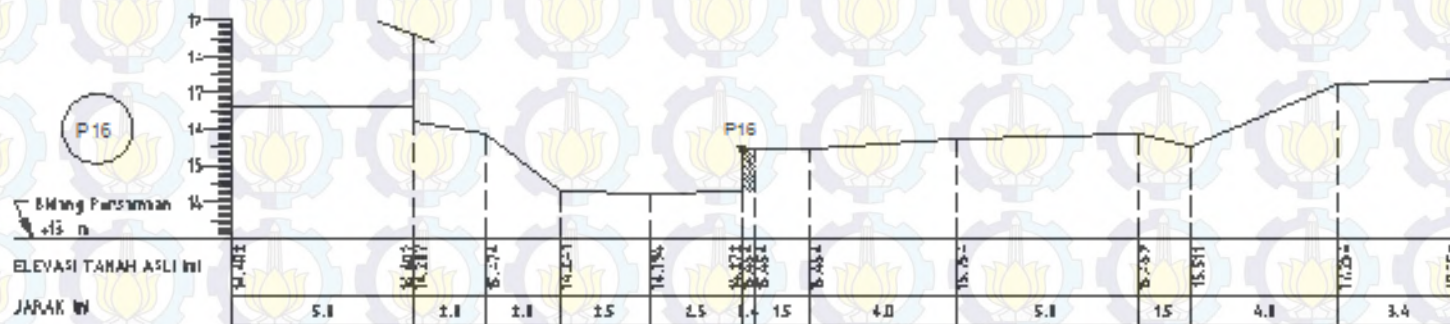
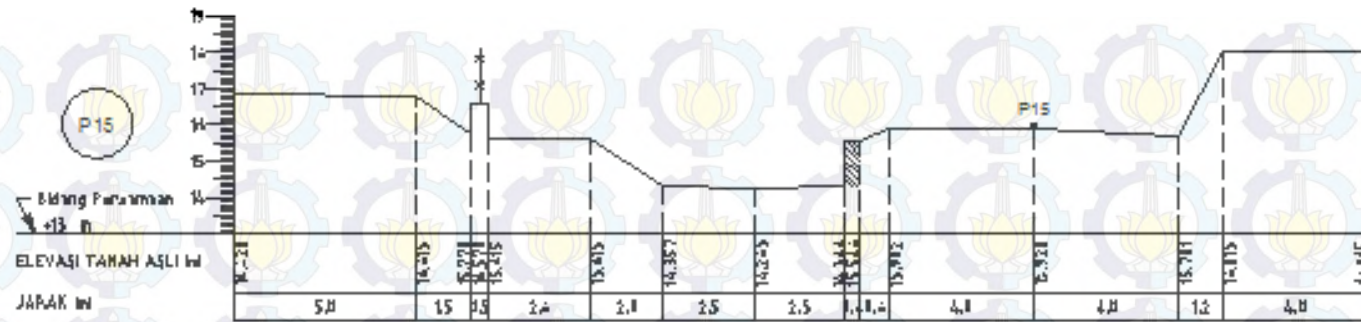
JML. GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
P13, P14Dr. Ir. EDIJATNO, DEA
YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.RISKA WULANSARI
(3112.105.013)

1:100

20

26



JUDUL GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
P15, P16

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. EDIJATNO, DEA
YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.

MAHASISWA

RISKA WULANSARI
(3112.105.013)

SKALA

1:100

NO. GAMBAR

21

JML. GAMBAR

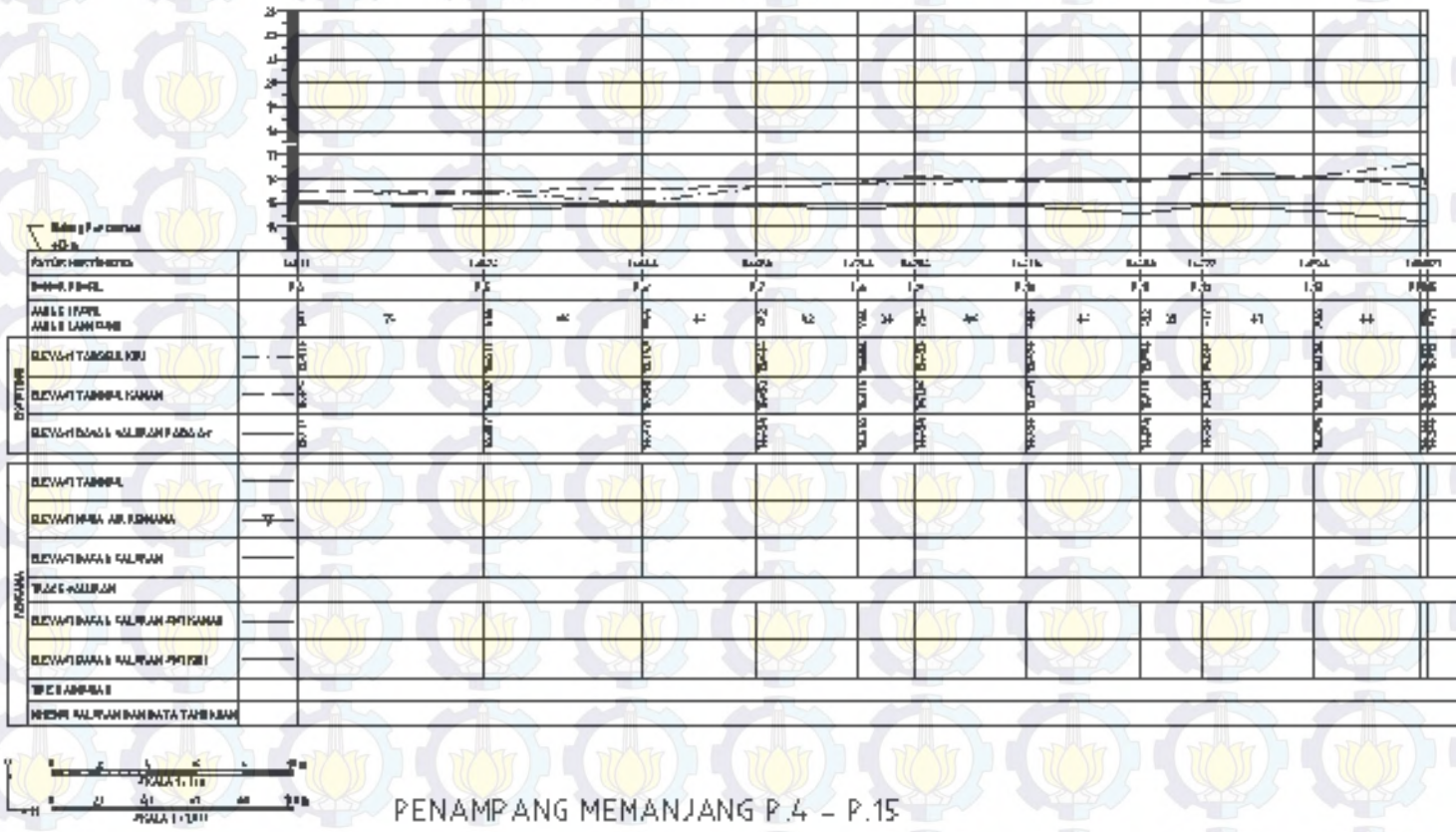
26



PENAMPANG MEMANJANG P.1 - P.4



JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	MAHASISWA	SKALA	NO. GAMBAR	JML. GAMBAR
POTONGAN MEMANJANG P0 - P4	Dr.Ir. EDIJATNO, DEA YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.	RISKA WULANSARI (3112.105.013)	1:100	22	26



PENAMPANG MEMANJANG P.4 - P.15



JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIM BING	MAHASISWA	SKALA	NO. GAMBAR	JML. GAMBAR
POTONGAN MEMANJANG P.4 - P.15	Dr.Ir. EDIJATNO, DEA YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.	RISKA WULANSARI (3112.105.013)	1:100	23	26



PENAMPANG MEMANJANG P.15 - P.19



JUDUL GAMBAR

DOSEN PEMBIMBING

MAHASISWA

SKALA

NO. GAMBAR

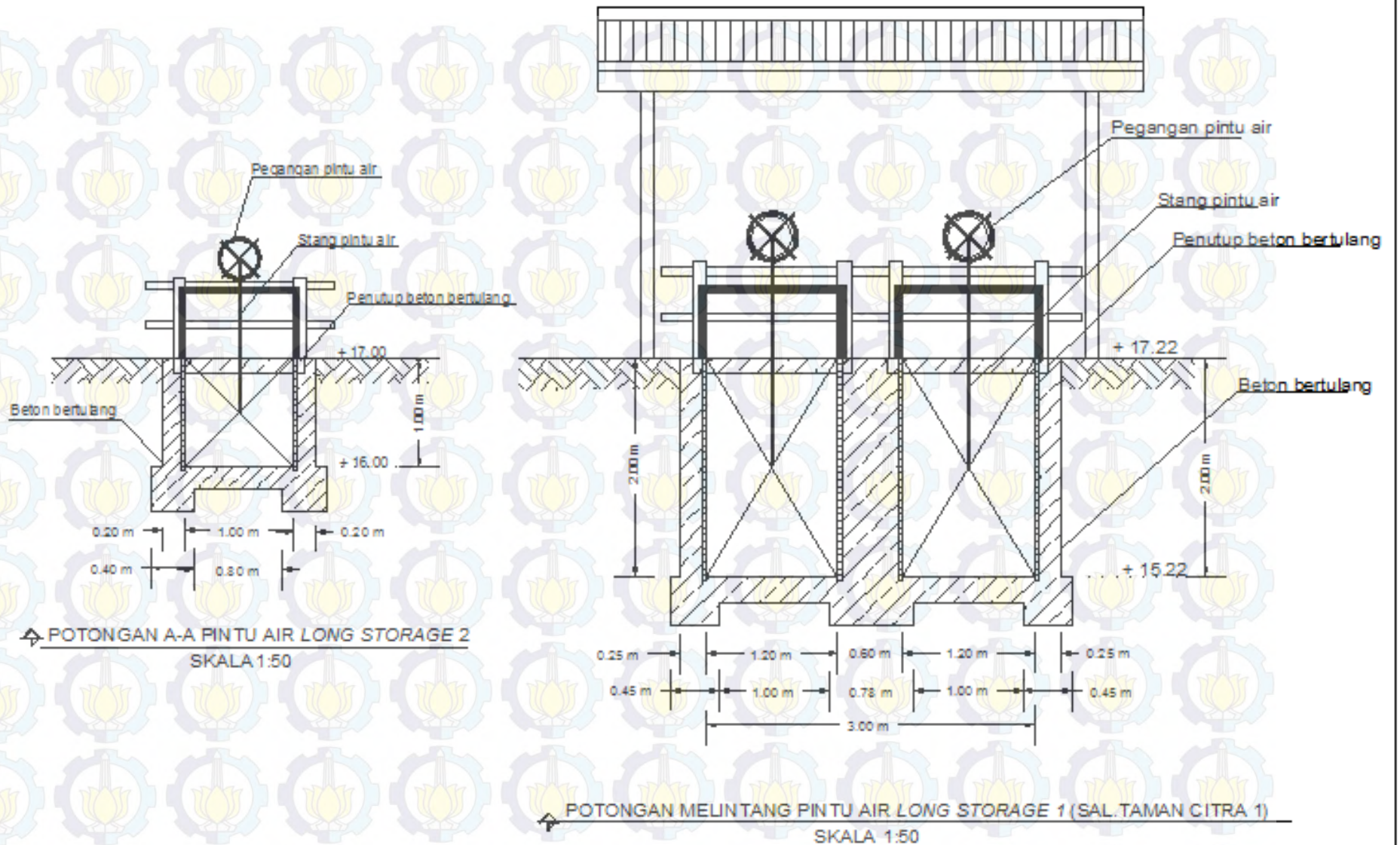
JML. GAMBAR

POTONGAN MEMANJANG
P15 - P19Dr. Ir. EDIJATNO, DEA
YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.RISKA WULANSARI
(3112.105.013)

1:100

24

26



JUDUL GAMBAR

DOSEN PEMBIMBING

MAHASISWA

SKALA

NO. GAMBAR

JML GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
PINTU AIR LONG STORAGE 1
PINTU AIR LONG STORAGE 2

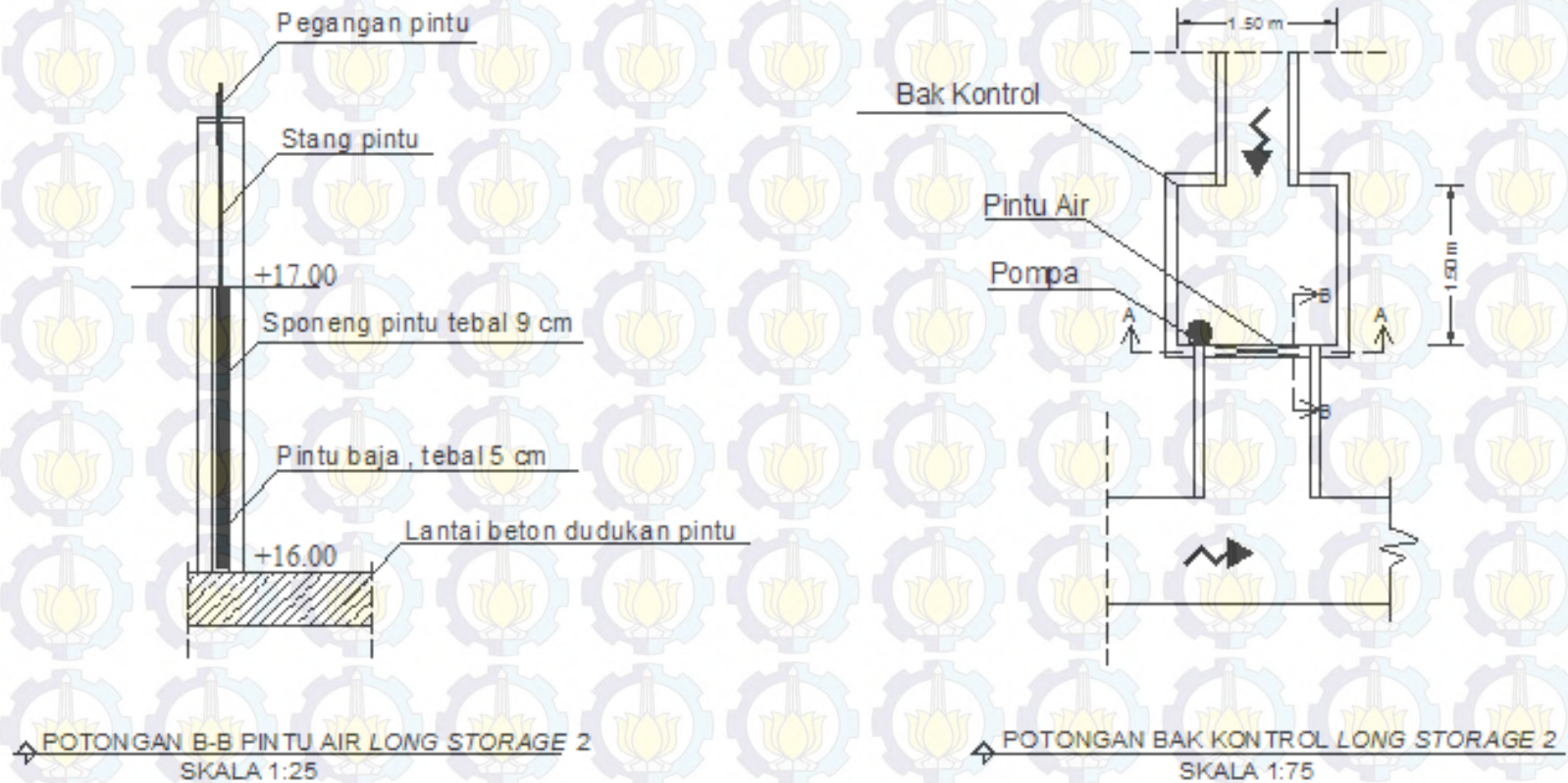
Dr. Ir. EDIJATNO, DEA
YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.

RISKA WULANSARI
(3112.105.013)

1:50
1:50

25

26



JUDUL GAMBAR

DOSEN PEMBIMBING

MAHASISWA

SKALA

NO. GAMBAR

JML. GAMBAR

POTONGAN B-B PINTU
AIR LONG STORAGE 2
POTONGAN BAK KONTROL
LONG STORAGE 2

Dr. Ir. EDIJATNO, DEA
YANG RATRI SAVITRI, ST. MT.

RISKA WULANSARI
(3112.105.013)

1:25
1:75

26

26