



PROYEK AKHIR - RC 14-5501

PERENCANAAN SALURAN DRAINASE PRIMER GUNUNGSARI RUAS GUNUNGSARI-GREGES SAMPAI GUNUNGSARI-BALONG

DIEGA HANANDA ZIANTONO
NRP. 3112.030.005

PERMATA PRAMESWARI
NRP. 3112.030.052

Dosen Pembimbing
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
NIP. 19600517 198903 1 002

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



FINAL PROJECT - RC 14-5501

PLANNING PRIMARY DRAINAGE CHANNEL GUNUNGSARI SEGMENT GUNUNGSARI-GREGES TO SEGMENT GUNUNGSARI-BALONG

DIEGA HANANDA ZIANTONO
NRP. 3112.030.005

PERMATA PRAMESWARI
NRP. 3112.030.052

Counsellor lecturer
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
NIP. 19600517 198903 1 002

DEPARTEMEN OF DIPLOMA III CIVIL ENGINEERING PROGRAM
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute Of Technology
Surabaya 2015

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN SALURAN DRAINASE PRIMER GUNUNGSARI RUAS GUNUNGSARI-GREGES SAMPAI GUNUNGSARI-BALONG

TUGAS AKHIR TERAPAN

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya

Pada

Program Studi Diploma III Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Mahasiswa I



Diega Hananda Ziantono

3112.030.005

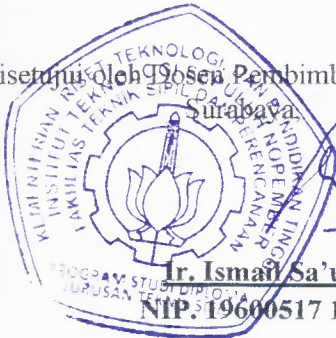
Mahasiswa II



Permata Prameswari

3112.030.052

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir Terapan :
Surabaya, Juli 2015



Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.

NIP. 19600517 198903 1 002

13
7 2015

**PERENCANAAN SALURAN DRAINASE PRIMER
GUNUNGSARI RUAS GUNUNGSARI-GREGES SAMPAI
RUAS GUNUNGSARI-BALONG**

Nama Mahasiswa 1 : Diega Hananda Ziantono
NRP : 3112030005
Nama Mahasiswa 2 : Permata Prameswari
NRP : 3112030052
Jurusan : D III Teknik Sipil FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Ismail Sa'ud, M.MT

ABSTRAK

Saluran Gunungsari awalnya adalah irigasi guna mengairi lahan seluas 700 Ha. Pada perkembangan kota saat ini wilayah Barat merupakan bukit-bukit, maka banjir akibat aliran permukaan dari daerah-daerah tinggi tersebut cukup besar sedangkan kapasitas saluran cukup kecil. Hal ini menyebabkan banjir ke wilayah tengah kota dan daerah rendah di wilayah Banyu Urip, Tandes. Saluran Primer Gunungsari adalah saluran yang hulunya melintas di sepanjang jalan Banyu Urip Surabaya dengan panjang saluran 3 km yang pada saat hujan deras di jalan tersebut sering terjadi banjir dikarenakan kapasitas saluran tidak cukup menampung debit aliran sehingga air meluber ke jalan. Selain itu kondisi Saluran Primer Gunung Sari banyak terdapat pengendapan sedimen dan di beberapa titik saluran ditumbuhi oleh tanaman liar sehingga mengganggu fungsi sebagai saluran pembawa (collector drain).

Untuk mengatasi kondisi tersebut, perlu adanya penataan ulang sistem drainase pada saluran Gunungsari ruas Gunungsari-Greges dan Gunungsari-Balong. Penataan sistem drainase ini

berupa perubahan sistem aliran dari Kali Simo bagian hulu dan Kali Balong bagian hulu yang melalui saluran Gunungsari. Hal ini bertujuan untuk memaksimalkan fungsi saluran Gunungsari sebagai collector drain dan juga mengatur debit dari Kali Simo bagian hulu dan Kali Balong bagian hulu dengan bangunan pintu air.

Dari hasil analisa, diketahui kapasitas tampungan Kali Simo bagian hilir dan saluran Gunungsari tidak mencukupi untuk menampung debit yang besar dari Kali Simo bagian hulu. Dan juga kapasitas tampungan Kali Balong bagian hilir tidak mencukupi untuk menampung debit dari Kali Balong bagian hulu. Maka dilakukan perubahan sistem aliran yang didukung dengan pembangunan bangunan pelengkap berupa pintu air.

Kata kunci : Drainase Gunungsari, normalisasi, analisa hidrologi hidrolika

**PLANNING PRIMARY DRAINAGE CHANNEL
GUNUNGSARI SEGMENT GUNUNGSARI-GREGES TO
SEGMENT GUNUNGSARI-BALONG**

Student Name 1 : Diega Hananda Ziantono
NRP : 3112030005
Student Name 2 : Permata Prameswari
NRP : 3112030052
Faculty : D III Teknik Sipil FTSP-ITS
Counsellor : Ir. Ismail Sa'ud, M.MT

ABSTRACT

Gunungsari channel originally irrigated a cover area of 700 hectares. Nowadays, the city's development in the western region are hills then flooding due to run off from the higher areas, while large enough channel capacity is quite small. This led to a flood downtown areas and low-lying areas in the Banyu Urip region, Tandes. The primary channels of Gunungsari is upstream channel passing along the Surabaya Banyu Urip 3 km long channel which at the time of heavy rain on the way due to frequent flooding the channel capacity is not enough to accommodate the flow of water spilling onto the street. In addition, Gunungsari's conditions Primary Channels has a lot of sediments and some profile of the channel were overgrown by wild plants that interfere with the function as a carrier channel (collector drain).

To overcome these conditions, redesigning the drainage system in the channel's segment of Gunungsari-Greges and Gunungsari-Balong are extremely needed. The restructuring of the drainage system such as redesigning channel's system from Kali Simo's upstream and Kali Balong's upstream which across

Gunungsari's channel. The main objective is to maximize the function of Gunungsari's channel as collector drain. Beside of that, it is controlling Kali Sumo and Kali Balong's flow rates on the upstream with flood gate building.

Based on the analysis, the storage capacity of Kali Sumo's upstream and Gunungsari Channel is insufficient to accommodate the large flowrates of Kali Simo's upstream. And also the storage capacity of Kali Balong's downstream is not sufficient to accommodate the flowrate of Kali Balong upstream. Finally, the flow system is changed and supported by the development of complementary buildings in the form of the floodgates.

Keyword : Gunungsari drainage, normalization, hydrological hidraulic analysis

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan hikmat yang diberikan, kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan dengan judul “PERENCANAAN SALURAN DRAINASE PRIMER GUNUNGSARI RUAS GUNUNGSARI-GREGES SAMPAI GUNUNGSARI-BALONG

Proyek akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan bagi seluruh mahasiswa dalam menempuh pendidikan pada program studi D III Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini, kami tidak lupa mengucapkan terima kasih atas bimbingan, arahan, serta bantuan dari :

1. Bapak Ir. Sigit Darmawan, M.EngSc, Ph.D. selaku Kepala Program Studi Diploma Teknik Sipil FTSP ITS,
2. Bapak Ir. Ismail Sa’ud, M.MT. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan,
3. Bapak Ir. Agung Budipriyatno, M.Eng, Ph.D. dan Ir. Boedi Wibowo, CES selaku dosen wali kami.
4. Seluruh Dosen dan Staf Pengajar pada Program Diploma III Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
5. Dinas Badan Kesatuan Bangsa dan Politik (Bakesbangpol), Surabaya
6. Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pematusan, Surabaya
7. Kedua orang tua kami yang selalu memberikan motivasi dan doa,
8. Rekan-rekan D III Teknik Sipil FTSP ITS serta semua pihak yang membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Kami menyadari akan ada kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini. Oleh karena itu, kami harapkan bimbingan dan arahan dari berbagai pihak sangat kami harapkan demi hasil yang lebih baik.

Akhir kata, kami ucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang senantiasa memberikan arahan dan bimbingan kepada kami. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat khususnya bagi kami umumnya bagi pembaca.

Surabaya, 7 Juli 2014

Tim Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| KATA PENGANTAR..... | v |
| DAFTAR ISI..... | vii |
| DAFTAR TABEL..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR..... | xv |
| BAB I..... | 1 |
| PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 3 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.4 Tujuan..... | 3 |
| 1.5 Manfaat..... | 4 |
| 1.6 Lokasi..... | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1 Sistem Pematusan atau Drainase Rayon Tandes..... | 5 |
| 2.2 SDMP (<i>Surabaya Drainage Master Plan</i>) 2018..... | 5 |
| BAB III METODOLOGI..... | 9 |
| 3.1 Langkah Penyusunan..... | 9 |
| 3.1.1 Persiapan..... | 9 |
| 3.1.2 Survey Lapangan..... | 9 |
| 3.1.3 Studi Literatur..... | 9 |
| 3.1.4 Pengumpulan Data..... | 35 |

| | | |
|--------------------------------------|--|----|
| 3.1.5 | Pengolahan data..... | 35 |
| 3.2 | Diagram Alir (Flow Chart)..... | 37 |
| BAB IV ANALISA DAN PERENCANAAN | | 39 |
| 4.1 | Analisa Curah Hujan | 39 |
| 4.1.1 | Curah Hujan Rencana | 39 |
| 4.2 | Analisa Distribusi Frekuensi..... | 42 |
| 4.2.1 | Perhitungan Metode Distribusi Gumbel..... | 42 |
| 4.2.2 | Perhitungan Metode Distribusi Log Pearson Type III | 49 |
| 4.3 | Uji Kecocokan Distribusi Hujan..... | 53 |
| 4.3.1 | Uji Kecocokan Chi-Kuadrat | 53 |
| 4.3.2 | Uji Smirnov – Kolmogorov | 56 |
| 4.4 | Pemilihan Hujan Rencana | 58 |
| 4.5 | Analisis Waktu Konsentrasi | 59 |
| 4.5.1 | Perhitungan T_o | 60 |
| 4.5.2 | Perhitungan T_f | 63 |
| 4.5.3 | Perhitungan T_c | 66 |
| 4.6 | Analisis Intensitas Hujan | 68 |
| 4.6.1 | Intensitas Hujan Periode 5 Tahun | 68 |
| 4.6.4 | Perhitungan Debit rencana..... | 71 |
| 4.7 | Analisis Hidrolika..... | 74 |
| 4.7.1 | Perhitungan Full Bank Capacity | 74 |

| | |
|--|-----|
| 4.7.2 Perbandingan Kapasitas Saluran Eksisting dengan Debit Rencana | 80 |
| 4.8 Penanganan Genangan | 82 |
| 4.8.1 Perencanaan Sistem Aliran | 83 |
| 4.8.2 Perencanaan Dimensi Saluran dengan Normalisasi Saluran | 88 |
| 4.8.3 Pengecekan Kapasitas Saluran Kali Greges | 92 |
| 4.8.4 Pengecekan Saluran Gunungsari (<i>box culvert</i>) | 97 |
| 4.8.5 Perencanaan Pintu Air | 101 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 111 |
| 5.1 Kesimpulan | 111 |
| 5.2 Saran | 112 |
| DAFTAR PUSTAKA | 113 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 3. 1 Parameter untuk mencari tinggi curah hujan..... | 11 |
| Tabel 3. 2 Parameter statistik | 14 |
| Tabel 3. 3 Nilai variabel reduksi Gauss | 15 |
| Tabel 3. 4 Reduced Mean (Y_n) | 17 |
| Tabel 3. 5 Standart Deviation (S_n) | 18 |
| Tabel 3. 6 nilai k setiap nilai C_s (koefisien Skewness) | 20 |
| Tabel 3. 7 <i>Variabel Reduced Gauss</i> | 22 |
| Tabel 3. 8 Nilai Chi-Kuadrat..... | 23 |
| Tabel 3. 9 Nilai Kritis D_0 untuk uji Smirnov-Kolmogorov | 25 |
| Tabel 3. 10 Koefisien Aliran | 27 |
| Tabel 3. 11 Kecepatan aliran rata-rata untuk saluran alam | 29 |
| Tabel 3. 12 Koefisien penyebaran hujan (β) | 30 |
| Tabel 3. 13 Koefisien Manning dari tiap jenis material saluran.. | 31 |
| | |
| Tabel 4. 1 Data hujan kawasan Banyu Urip, Tandes | 40 |
| Tabel 4. 2 Perhitungan hujan harian rata-rata | 41 |
| Tabel 4. 3 Perhitungan hujan harian rata-rata (lanjutan) | 42 |
| Tabel 4. 4 Perhitungan Standart Deviasi | 44 |
| Tabel 4. 5 Perhitungan distribusi frekuensi metode gumbel | 46 |
| Tabel 4. 6 Perhitungan faktor frekuensi | 48 |
| Tabel 4. 7 Hasil perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan metode distribusi gumbel | 49 |
| Tabel 4. 8 Perhitungan parameter statistik distribusi Log Pearson Type III..... | 51 |
| Tabel 4. 9 Nilai K untuk metode distribusi Log Pearson Type III dengan $C_s=-0,3$ | 52 |
| Tabel 4. 10 Perhitungan hujan rencana dengan metode distribusi Log Pearson Type III..... | 52 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4. 11 Rekapitulasi perhitungan Ck dan Cs distribusi frekuensi | 53 |
| Tabel 4. 12 Pembagian sub grup | 54 |
| Tabel 4. 13 Hasil perhitungan uji kecocokan Chi Kuadrat untuk metode distribusi Log Pearson Type III | 56 |
| Tabel 4. 14 Hasil perhitungan uji kecocokan Smirnov-Kolmogrov Log Pearson Type III..... | 57 |
| Tabel 4. 15 Curah hujan rencana terpilih | 59 |
| Tabel 4. 16 Perhitungan To saluran primer Greges (Simo)..... | 61 |
| Tabel 4. 17 Perhitungan To saluran primer Balong..... | 62 |
| Tabel 4. 18 Perhitungan Tf saluran primer Greges (Simo) | 64 |
| Tabel 4. 19 Perhitugn Tf saluran primer Balong | 65 |
| Tabel 4. 20 Perhitungan Tc saluran primer Greges (Simo)..... | 66 |
| Tabel 4. 21 Perhitungan Tc saluran primer Balong..... | 67 |
| Tabel 4. 22 Perhitungan intensitas hujan periode ulang 5 tahun untuk saluran primer Greges (Simo) | 69 |
| Tabel 4. 23 Perhitungan intensitas hujan periode ulang 5 tahun untuk saluran primer Balong | 70 |
| Tabel 4. 24 Perhitungan debit rencana 5 tahun untuk saluran primer Greges (Simo) | 72 |
| Tabel 4. 25 Perhitungan debit rencana 5 tahun saluran primer Balong | 73 |
| Tabel 4. 26 Perhitungan kapasitas eksisting saluran primer Greges (Simo)..... | 77 |
| Tabel 4. 27 Perhitungan kapasitas eksisting saluran primer Balong | 78 |
| Tabel 4. 28 Perhitungan kapasitas eksisting saluran primer Balong (Lanjutan) | 79 |
| Tabel 4. 29 Perbandingan debit rencana periode ulang 5 tahun saluran primer Greges (Simo)..... | 80 |

| | |
|---|----|
| Tabel 4. 30 Perbandingan debit rencana periode ulang 5 tahun saluran primer Balong | 81 |
| Tabel 4. 31 Perhitungan debit rencana 5 tahun saluran primer Greges (Simo) | 84 |
| Tabel 4. 32 Perhitungan debit rencana 5 tahun untuk saluran primer Balong..... | 85 |
| Tabel 4. 33 Perbandingan debit rencana dan debit eksisting periode ulang 5 tahun saluran primer Greges (Simo)..... | 86 |
| Tabel 4. 34 Perbandingan debit rencana dan debit eksisting periode ulang 5 tahun saluran primer Balong..... | 87 |
| Tabel 4. 35 Perbandingan debit rencana periode ulang 5 tahun saluran primer Greges (Simo) setelah normalisasi | 89 |
| Tabel 4. 36 Perbandingan debit rencana periode ulang 5 tahun saluran primer Balong setelah normalisasi..... | 91 |
| Tabel 4. 37 Perhitungan kapasitas eksisting saluran Kali Greges | 94 |
| Tabel 4. 38 Perhitungan debit rencana 5 tahun Kali Greges | 95 |
| Tabel 4. 39 Perbandingan debit rencana 5 tahun Kali Greges..... | 96 |
| Tabel 4. 40 Perbandingan Qrencana dan Qsaluran pada saluran Gunungsari | 99 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|-----|
| Gambar 1.1 Lokasi Saluran Gunungsari Ruas Greges sampai Balong | 4 |
| Gambar 3. 1 Dimensi saluran segi empat..... | 32 |
| Gambar 3. 2 Dimensi saluran trapesium | 33 |
| Gambar 3. 3 Dimensi saluran lingkaran | 34 |
| Gambar 3. 4 Flow Chart..... | 37 |
| Gambar 4. 1 Letak patok yang ditinjau pada saluran Gunungsari (<i>box culvert</i>) | 97 |
| Gambar 4. 2 Letak pintu air pada Saluran Simo bagian hilir. .. | 101 |
| Gambar 4. 3 Letak pintu air pembagi pada Saluran Simo menuju Saluran Gunungsari..... | 104 |
| Gambar 4. 4 Letak pintu air pada Kali Balong..... | 107 |

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Upaya pengelolaan saluran drainase pada dasarnya bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan masyarakat. Kota Surabaya telah melakukan kegiatan pembangunan drainase dari sektor perkotaan. Perkembangan fisik yang meningkat sangat pesat mengakibatkan berubahnya fungsi guna lahan, sehingga semakin memperkecil kapasitas lahan sebagai fungsi resapan penampung air hujan.

Kondisi alam yang berbeda tiap tahunnya terutama pada musim hujan, mengakibatkan masalah yang sering terjadi saat ini adalah banjir. Banjir adalah peristiwa tergenangnya suatu wilayah oleh air, baik air hujan, air sungai, maupun air pasang yang meluap karena sungai atau selokan tidak mampu menahan aliran air. Sehingga dampak yang ditimbulkan dari banjir adalah rusaknya sarana prasarana, hilangnya harta benda, dan kemacetan lalu lintas. Salah satunya Kota Surabaya yang mempunyai topografi rendah, sehingga rentan terjadi banjir atau genangan yang diakibatkan karena Kota Surabaya berada di ketinggian antara 0 – 10 meter di atas permukaan laut. Khususnya wilayah Surabaya Barat terutama kawasan Tandes, Banyu Urip yang merupakan sistem drainase Gunungsari sering terjadi genangan banjir karena kapasitas saluran eksisting tidak bisa menampung debit air yang masuk dan juga banyak saluran drainase yang mengalami kerusakan. Penyebab terjadinya banjir yang sering terjadi di perkotaan antara lain penyumbatan aliran sungai ataupun selokan seperti tertutupnya saluran oleh sampah dan sedimen, kerusakan pada saluran drainase, sedikitnya daerah resap, dan pendirian rumah di sepanjang sungai.

Sistem drainase Gunungsari berjumlah 4.431 Ha. Area tersebut tersebar diantara 10 kecamatan antara lain Kecamatan Dukuh Pakis, Sawahan, Sambi Kerep, Sukomanunggal, Tegalsari, Wonokromo, Benowo, Tandes, Lakarsantri, dan Pakal (*Surabaya Drainage Master Plan*, 2018). Saluran Gunungsari awalnya adalah irigasi guna mengairi lahan seluas 700 Ha. Pada perkembangan kota saat ini wilayah Barat merupakan bukit-bukit, maka banjir akibat aliran permukaan dari daerah-daerah tinggi tersebut cukup besar sedangkan kapasitas saluran cukup kecil. Hal ini menyebabkan lubernya air banjir ke wilayah tengah kota dan daerah rendah di wilayah Banyu Urip, Tandes. Saluran Primer Gunungsari adalah saluran yang hulunya melintas di sepanjang jalan Banyu Urip Surabaya dengan panjang saluran 3 km yang pada saat hujan deras di jalan tersebut sering terjadi banjir dikarenakan kapasitas saluran tidak cukup menampung debit aliran sehingga air meluber ke jalan. Selain itu kondisi Saluran Primer Gunung Sari banyak terdapat pengendapan sedimen dan di beberapa titik saluran ditumbuhi oleh tanaman liar sehingga mengganggu fungsi sebagai saluran pembuang. Jalan Banyu Urip merupakan salah satu titik di Kota Surabaya yang selalu mengalami banjir pada saat musim hujan dikarenakan kondisi saluran yang tidak bisa menampung debit hujan, apalagi jalan tersebut termasuk salah satu jalan yang dilewati oleh pengendara antar Kota Gresik-Surabaya sehingga menimbulkan kemacetan.

Proyek pembangunan *box culvert* bertujuan untuk menanggulangi banjir juga untuk mengatasi kemacetan yang terjadi di sepanjang jalan itu. Proyek ini dibagi menjadi 3 paket yaitu paket 1 STA P.55+50 – STA P.70+62, paket 2 STA P.70+62 – STA P.77+12 (saluran Gunungsari-Greges KA), dan paket 3 STA P.78+50 – STA P.105+50 (Saluran Gunungsari-Balong KA).

Untuk itu, yang dikaji dalam Tugas Akhir ini adalah perencanaan saluran drainase. Maka diperlukan kesimpulan hasil

pengaruh dari pembangunan *box culvert* pada proyek Banyu Urip, Tandes terhadap Kali Greges dan Kali Balong.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas, maka kami mencoba untuk merumuskan beberapa permasalahan yang terjadi antara lain :

- a. Berapa debit rencana yang mengalir pada Saluran Primer Gunungsari?
- b. Bagaimana pengaruh proyek pembangunan *box culvert* Banyu Urip, Tandes terhadap drainase Greges?
- c. Bagaimana pengaruh proyek pembangunan *box culvert* Banyu Urip, Tandes terhadap drainase Balong?

1.3 Batasan Masalah

- a. Perhitungan analisa hidrologi untuk mencari besar debit rencana yang terjadi.
- b. Perhitungan kapasitas eksisting Kali Greges.
- c. Perhitungan kapasitas eksisting Kali Balong.
- d. Evaluasi *box culvert* Saluran Primer Gunungsari.
- e. Catchment area saluran Gunungsari ruas Gunungsari-Greges sampai Gunungsari-Balong.

1.4 Tujuan

- a. Mengetahui debit rencana 5 tahun pada Saluran Primer Gunungsari.
- b. Mengetahui pengaruh pembangunan proyek *box culvert* terhadap drainase Greges.
- c. Mengetahui pengaruh pembangunan proyek *box culvert* terhadap drainase Balong.

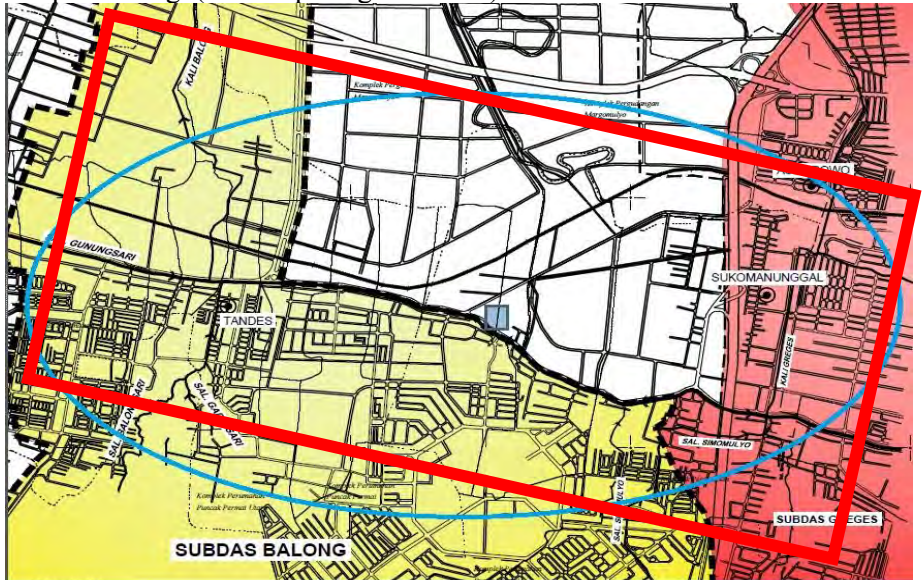
1.5 Manfaat

Manfaat dari penulisan Laporan Proyek Akhir ini adalah mengatasi banjir pada kawasan Banyu Urip, Tandes dan

mengoptimalkan fungsi Saluran Primer Gunungsari sebagai *collector* drain terhadap drainase Greges dan drainase Balong.

1.6 Lokasi

Lokasi yang ditinjau sepanjang Sungai Gunungsari ruas Greges sampai Balong. (terlihat pada gambar 1.1)



Gambar 1.1 Lokasi Saluran Gunungsari Ruas Greges sampai Balong

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pematusan atau Drainase Rayon Tandes

Rayon ini berada pada kawasan Barat-Utara Kota Surabaya. Perkembangan kawasan terbangun di Rayon Tandes sangat pesat, yang ditandai dengan banyaknya pengembang *real estate* yang berkaliber nasional. Hal tersebut tentunya akan berpengaruh terhadap sistem pematusan yang ada di wilayah Rayon Tandes. Salah satu saluran primer di wilayah Rayon Tandes ini adalah Saluran Primer Gunungsari. Awalnya, saluran ini adalah saluran irigasi dan telah berubah fungsi menjadi pematusan. *Outlet* saluran Gunung Sari terdapat pada :

1. Pintu air Kali Petemon (eks pintu air irigasi);
2. Pintu air Kali Simo (eks pintu air irigasi dan siphon);
3. Saluran Margomulyo (pintu air baru);
4. Kali Balong (eks pintu air irigasi, sudah rusak/hilang);

Daerah pematusan Rayon Tandes memiliki luas sebesar 10.721,19 Ha, yang meliputi Surabaya bagian tengah, barat sampai ke utara, dengan batas wilayah sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Selat Madura;
- Sebelah Timur : Jalan Tol, Saluran Gunungsari dan Rayon Genteng;
- Sebelah Selatan : Rayon Wiyung;
- Sebelah Barat : Kabupaten Gresik.

2.2 SDMP (*Surabaya Drainage Master Plan*) 2018

1. Peningkatan saluran pematusan primer
 - a. Peningkatan Saluran Gunungsari, yang dibagi arah alirannya sesuai dengan kondisi alirannya yang mengalir ke rencana saluran Diversi Gunungsari, Kali Balong, Kali Kandangan, Kali Sememi, dan ke Kali Lamong. Pada tahap awal diusulkan peningkatan saluran Gunungsari di ruas Pintu Kali Petemon-Pintu Kali Simo (yang merupakan DAS saluran rencana saluran Diversi Gunungsari) dengan

menggunakan *box culvert* selebar 8 meter yang bisa berfungsi sebagai jalan di atasnya, dimasa mendatang *box culvert* ini bisa ditambah menjadi 2 (dua) cell karena lebar rencana saluran Gunungsari di ruas ini adalah sekitar 18 (delapan belas) meter. Rencana pekerjaan untuk saluran Gunungsari ini terbagi dalam beberapa sub sistem yaitu:

- i. Sub Sistem Gunungsari-Greges, dengan rencana pekerjaan :
 - Membongkar bangunan siphon di Simomulyo karena rawan sampah yang menyebabkan buntu dan akhirnya terjadi banjir.
 - Membangun pintu air di Saluran Primer Gunungsari pada batas antara sub sistem Greges dan sub sistem Balong, karena desain saluran Gunungsari direncanakan sesuai dengan *catchment area* yang berasal dari sub sistem Gunungsari–Greges saja.
 - Peningkatan Saluran Primer Gunungsari sesuai debit banjir yang harus dialirkan, agar pembangunan saluran tidak banyak menggusur permukiman warga, maka dapat menggunakan badan jalan sebagai saluran namun berupa saluran tertutup (gorong-gorong) dari plat beton dan dibagian atasnya bisa dimanfaatkan sebagai jalan. Dengan cara seperti ini diperoleh dua keuntungan yaitu lebar saluran bisa terpenuhi sesuai dengan yang diinginkan dan badan jalan juga semakin lebar sehingga kemacetan dapat teratasi.
 - Pada saluran-saluran sekunder yang tidak memenuhi kapasitas rencana perlu di desain ulang;
 - Peningkatan gorong-gorong dan jembatan sesuai desain saluran rencana;

- ii. Sub Sistem Gunungsari – Balong, dengan rencana pekerjaan :
- Membangun pintu air di Saluran Primer Gunungsari pada batas antara sub sistem Balong dengan sub sistem Greges di bagian Timur dan antara sub sistem Kandangan di bagian Barat, karena desain saluran Gunungsari direncanakan sesuai dengan *catchment area* yang berasal dari sub sistem Gunungsari – Balong saja.
 - Peningkatan Saluran Primer Balong (Kali Balong) dengan lebar sesuai rencana (lihat pada sub bab Dimensi dan Elevasi Rencana) dan tebing saluran dari *sheetpile*.
 - Pada saluran-saluran sekunder yang tidak memenuhi kapasitas rencana perlu di desain ulang.
 - Pada bagian hilir Kali Balong setelah pertemuan dengan Saluran Margomulyo perlu dilengkapi dengan pintu air pasang surut, pompa banjir dan boezem kecil. Sarana tersebut berfungsi untuk mencegah terjadinya air balik yang akan masuk ke Saluran Margomulyo dan saluran Gunungsari. Penempatan bangunan tersebut juga harus memperhatikan kepentingan nelayan yang menggunakan Kali Balong sebagai jalur perahu ke arah hulu.
 - Pada kawasan hulu sub sistem Gunungsari – Balong perlu dibangun waduk, lokasi rencana waduk ini berada pada pertemuan Saluran Lontar dengan Saluran Balongsari yang kondisinya merupakan daerah cekungan.
 - Peningkatan gorong-gorong dan jembatan sesuai desain saluran rencana.
 - Peningkatan Kali Balong, di hulu dilengkapi dengan waduk pada pertemuan saluran Lontar dan Balongsari. Di hilir dilengkapi dengan pintu air, pompa banjir, dan boezem.

2. Peningkatan saluran pematuan sekunder
 - a. Peningkatan saluran sekunder yang berada di kawasan berelevasi tinggi di sistem pematuan Gunungsari.
 - b. Peningkatan saluran sekunder di kawasan berelevasi rendah pantai Barat dan menggunakan pompa masuk ke saluran primernya.

BAB III METODOLOGI

Dalam bab ini akan ditulis langkah – langkah yang dipakai pada penyusunan Tugas Akhir yang berjudul ”Perencanaan Saluran Drainase Primer Gunungsari Ruas Gunungsari-Greges sampai Gunungsari-Balong” sehingga dapat dicantumkan dalam bentuk *flow chart*. (terlihat pada gambar 3.4).

Langkah – langkah yang dipakai adalah sebagai berikut:

3.1 Langkah Penyusunan

Dalam bab ini akan ditulis langkah-langkah yang digunakan dalam penyusunan Perencanaan Saluran Drainase Primer Gunungsari Ruas Gunungsari-Greges dan Gunungsari-Balong. Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

3.1.1 Persiapan

Persiapan dilakukan untuk mendukung kelancaran penyusunan Laporan Proyek Akhir ini, diantaranya :

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

3.1.2 Survey Lapangan

Survey lapangan dilakukan bertujuan untuk melihat secara langsung kondisi eksisting dari jaringan drainase yang ada (terlihat pada gambar 3.6 sampai 3.13) dengan mengacu pada peta skema jaringan yang ada sudah ada. (terlihat pada gambar 3.5)

3.1.3 Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan dasar teori yang tepat. Studi literatur antara lain adalah buku atau referensi yang mendukung untuk penyusunan tugas akhir “Perencanaan Saluran Drainase Primer Gunungsari Ruas Gunungsari-Greges sampai Gunungsari-Balong”.

3.1.3.1 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 dipakai 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.

1. Analisa Data Hujan

Data hujan yang diperoleh dari alat penakar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (*point rainfall*). Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat, maka untuk kawasan yang luas, satu alat penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar yang ada di dalam dan/atau disekitar kawasan tersebut. Ada tiga cara untuk menganalisa tinggi hujan. Cara-cara tersebut adalah rata-rata Aljabar, Poligon Thiessen, dan Isohyet. Adapun ketentuan-ketentuan yang harus digunakan dalam menentukan cara yang akan dipakai dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3. 1 Parameter untuk mencari tinggi curah hujan

| Parameter | Kondisi | Cara Yang Dapat Digunakan |
|----------------------|------------------------------|------------------------------------|
| Jumlah Stasiun Hujan | Cukup | Aljabar, Poligon Thiessen, Isohyet |
| | Terbatas | Rata-rata Aljabar, Poligon Thiesen |
| | >50000km ² | Isohyet |
| Luas DAS | 501-5000km ² | Poligon Thiessen |
| | <500km ² | Rata-rata Aljabar |
| | Pegunungan | Poligon Thiesen |
| Kondisi Topografi | Dataran | Aljabar |
| | Berbukit dan Tidak Beraturan | Isohyet dan Poligon Thiessen |

(Sumber: Suripin, 2006, 31-32)

Jadi metode yang dipakai untuk menghitung tinggi curah hujan yaitu metode Aljabar/Aritmatika karena dilihat dari kondisi topografi yang datar dan luas DAS kurang dari 500 km².

- Metode Aritmatika

Tinggi rata-rata hujan didapat dengan mengambil nilai rata-rata hitung (*arithmetic mean*) pengukuran hujan di stasiun hujan di dalam area tersebut, rumusan digunakan adalah sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i \dots \dots \dots (3.1)$$

Dimana:

- \bar{R} = Curah hujan daerah.
 R_i = Tinggi hujan masing-masing stasiun.
 n = Jumlah stasiun hujan.

(Sumber: Suripin, 2003;27)

2. Paramater Dasar Statistik

- Nilai Rata-Rata Tinggi Hujan

Tinggi rata-rata hujan diperoleh dengan mengambil harga rata-rata yang dihitung dari stasiun hujan dalam area tersebut. Adapun rumus yang digunakan adalah:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \dots \dots \dots (3.2)$$

Dimana:

- \bar{X} = Tinggi rata-rata hujan (mm)
 X_i = Variabel random (mm)
 n = Jumlah data

(Sumber: Suripin, 2003;34)

- Standart Deviasi

Pada umumnya ukuran disperse yang paling banyak digunakan adalah standart deviasi (S). Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata-rata, maka nilai standart deviasi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots \dots \dots (3.3)$$

Dimana:

- Sd = Standart deviasi
 \bar{X} = Nilai curah hujan rata-rata (mm)
 X_i = *Variable random* (mm)
 n = Jumlah data

(Sumber: Suripin, 2003;34)

- Koefisien Kemencengan

Koefisien kemencengan adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan dari suatu bentuk distribusi. Koefisien kemencengan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^3 \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana:

- Cs = Koefisien *skewness*
 Sd = Standart deviasi
 \bar{X} = Nilai rata-rata curah hujan (mm)
 Xi = *Variabel random* (mm)
 n = Jumlah data

(Sumber: Soewarno, 1995; 81)

- Koefisien Keruncingan

Koefisien kurtosis digunakan untuk menentukan keruncingan kurva distribusi yang pada umumnya dibandingkan dengan distribusi normal.

$$Ck = \frac{n^2 \sum (Xi - \bar{X})^2}{(n-1)(n-2)Sd^4} \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana:

- C = Koefisien kurtosis
 n = Jumlah data
 Sd = Standart deviasi
 \bar{X} = Nilai rata-rata curah hujan (mm)
 Xi = *Variable random* (mm)

(Sumber: Triatmodjo, 2008; 243)

Perhitungan curah hujan rencana dapat dihitung dengan menggunakan beberapa metode antara lain adalah Distribusi Gumbel, Distribusi Normal dan Distribusi *log pearson type III*. Adapun sifat-sifat khas parameter statistik dari masing-masing distribusi teoritis (dapat dilihat pada tabel 3.2)

Tabel 3. 2 Parameter statistik

| No | Distribusi | Persyaratan |
|----|-------------------|---|
| 1 | Normal | Cs = 0 Ck = 3 |
| 2 | Log normal | Cs = Cv ³ + 3Cv Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ + 16Cv ² + 3 |
| 3 | Gumbel | Cs = 1.14 Ck = 5.4 |
| 4 | Log person III | Selain dari nilai diatas/Flexibel |

(Sumber: Triatmodjo, 2008;250)

3. Analisa Distribusi Frekuensi

- Metode Distribusi Normal

Distribusi Normal banyak digunakan dalam analisis hidrologi, misalnya dalam analisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi rata-rata tahunan dan sebagainya. Distribusi Normal atau disebut pula distribusi *Gauss*.

Dalam pemakaian praktis digunakan rumus umum, sebagai berikut :

$$X_t = \bar{X} + k.S \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana :

X_t = Perkiraan nilai x yang diharapkan terjadi dengan periode ulang t tahun

S = Deviasi Standar nilai variat X

K = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang (dapat dilihat pada tabel 3.3)

Tabel 3. 3 Nilai variabel reduksi Gauss

| Periode Ulang T (tahun) | Peluang | k |
|----------------------------|---------|-------|
| 1,001 | 0,999 | -3,05 |
| 2 | 0,500 | 0 |
| 5 | 0,200 | 0,84 |
| 10 | 0,100 | 1,28 |
| 20 | 0,050 | 1,64 |
| 50 | 0,020 | 2,05 |
| 100 | 0,010 | 2,33 |
| 200 | 0,005 | 2,58 |
| 500 | 0,002 | 2,88 |
| 1000 | 0,001 | 3,09 |

(Sumber: Soewarno, 1995; 119)

- Metode Distribusi Gumbel

Prosedur perhitungan dengan menggunakan metode distribusi Gumbel adalah sebagai berikut:

1. Mengurutkan data-data yang ada mulai dari nilai terbesar sampai nilai yang terkecil. Dalam hal ini disebut dengan peringkat atau ranking dengan notasi m .
2. Dicari berapa probabilitas terjadinya suatu peristiwa ke m dengan rumusan:

$$p = \frac{m}{n+1} \dots \dots \dots (3.7)$$

(Sumber : Harto, 1993 : 252)

Yang mana notasi n adalah banyaknya data.

3. Menentukan periode ulang (T) dari probabilitas tersebut dengan rumusan:

$$T = \frac{1}{p} \dots \dots \dots (3.8)$$

(Sumber : Subarkah, 1980 : 112)

4. Menggunakan perumusan Gumbel yaitu:

$$X_T = X + \alpha \cdot y^T \dots\dots\dots(3.9)$$

(Sumber : *Triatmodjo, 2008;226*)

Dimana:

$$X = \bar{X} + K \cdot s \dots\dots\dots(3.10)$$

$$y = y_n + K_{sn} \dots\dots\dots(3.11)$$

(*Sumber : Triatmodjo, 2008 : 226*)

Untuk nilai Y_n dapat dilihat pada tabel 3.4

Tabel 3. 4 Reduced Mean (Yn)

| n | Yn | n | Yn | n | Yn | n | Yn | n | Yn |
|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|-----|--------|
| 10 | 0,4595 | 29 | 0,5353 | 47 | 0,5473 | 65 | 0,5535 | 83 | 0,5574 |
| 11 | 0,4996 | 30 | 0,5362 | 48 | 0,5477 | 66 | 0,5538 | 84 | 0,5576 |
| 12 | 0,5053 | 31 | 0,5371 | 49 | 0,5481 | 67 | 0,5540 | 85 | 0,5578 |
| 13 | 0,5070 | 32 | 0,5380 | 50 | 0,5485 | 68 | 0,5543 | 86 | 0,5580 |
| 14 | 0,5100 | 33 | 0,5388 | 51 | 0,5489 | 69 | 0,5545 | 87 | 0,5581 |
| 15 | 0,5128 | 34 | 0,5396 | 52 | 0,5493 | 70 | 0,5548 | 88 | 0,5583 |
| 16 | 0,5157 | 35 | 0,5402 | 53 | 0,5497 | 71 | 0,5550 | 89 | 0,5585 |
| 17 | 0,5181 | 36 | 0,5410 | 54 | 0,5501 | 72 | 0,5552 | 90 | 0,5586 |
| 18 | 0,5202 | 37 | 0,5418 | 55 | 0,5504 | 73 | 0,5555 | 91 | 0,5587 |
| 19 | 0,5220 | 38 | 0,5424 | 56 | 0,5508 | 74 | 0,5557 | 92 | 0,5589 |
| 20 | 0,5236 | 39 | 0,5430 | 57 | 0,5511 | 75 | 0,5559 | 93 | 0,5591 |
| 21 | 0,5252 | 40 | 0,5436 | 58 | 0,5515 | 76 | 0,5561 | 94 | 0,5592 |
| 22 | 0,5268 | 41 | 0,5442 | 59 | 0,5518 | 77 | 0,5563 | 95 | 0,5593 |
| 23 | 0,5283 | 42 | 0,5448 | 60 | 0,5521 | 78 | 0,5565 | 96 | 0,5595 |
| 24 | 0,5296 | 43 | 0,5453 | 61 | 0,5524 | 79 | 0,5567 | 97 | 0,5596 |
| 25 | 0,5309 | 44 | 0,5458 | 62 | 0,5527 | 80 | 0,5569 | 98 | 0,5598 |
| 26 | 0,5320 | 45 | 0,5463 | 63 | 0,5530 | 81 | 0,5570 | 99 | 0,5599 |
| 27 | 0,5332 | 46 | 0,5468 | 64 | 0,5533 | 82 | 0,5572 | 100 | 0,5600 |
| 28 | 0,5343 | | | | | | | | |

(Sumber: Soemarto, 1987; 236)

Sedangkan Sn dapat dilihat pada tabel 3.5

Tabel 3. 5 Standart Deviation (Sn)

| n | Sn | n | Sn | n | Sn | n | Sn |
|----|--------|----|--------|----|--------|-----|--------|
| 10 | 0,9496 | 33 | 1,1226 | 56 | 1,1696 | 79 | 1,1930 |
| 11 | 0,9676 | 34 | 1,1255 | 57 | 1,1708 | 80 | 1,1938 |
| 12 | 0,9833 | 35 | 1,1285 | 58 | 1,1721 | 81 | 1,1945 |
| 13 | 0,9971 | 36 | 1,1313 | 59 | 1,1734 | 82 | 1,1953 |
| 14 | 1,0095 | 37 | 1,1339 | 60 | 1,1747 | 83 | 1,1959 |
| 15 | 1,0206 | 38 | 1,1363 | 61 | 1,1759 | 84 | 1,1967 |
| 16 | 1,0316 | 39 | 1,1388 | 62 | 1,1770 | 85 | 1,1973 |
| 17 | 1,0411 | 40 | 1,1413 | 63 | 1,1782 | 86 | 1,1980 |
| 18 | 1,0493 | 41 | 1,1436 | 64 | 1,1793 | 87 | 1,1987 |
| 19 | 1,0565 | 42 | 1,1458 | 65 | 1,1803 | 88 | 1,1994 |
| 20 | 1,0628 | 43 | 1,1480 | 66 | 1,1814 | 89 | 1,2001 |
| 21 | 1,0696 | 44 | 1,1499 | 67 | 1,1824 | 90 | 1,2007 |
| 22 | 1,0754 | 45 | 1,1519 | 68 | 1,1834 | 91 | 1,2013 |
| 23 | 1,0811 | 46 | 1,1538 | 69 | 1,1844 | 92 | 1,2020 |
| 24 | 1,0864 | 47 | 1,1557 | 70 | 1,1854 | 93 | 1,2026 |
| 25 | 1,0915 | 48 | 1,1574 | 71 | 1,1863 | 94 | 1,2032 |
| 26 | 1,0961 | 49 | 1,1590 | 72 | 1,1873 | 95 | 1,2038 |
| 27 | 1,1004 | 50 | 1,1607 | 73 | 1,1881 | 96 | 1,2044 |
| 28 | 1,1047 | 51 | 1,1623 | 74 | 1,1890 | 97 | 1,2049 |
| 29 | 1,1086 | 52 | 1,1638 | 75 | 1,1898 | 98 | 1,2055 |
| 30 | 1,1124 | 53 | 1,1658 | 76 | 1,1906 | 99 | 1,2060 |
| 31 | 1,1159 | 54 | 1,1667 | 77 | 1,1915 | 100 | 1,2065 |
| 32 | 1,1193 | 55 | 1,1681 | 78 | 1,1923 | | |

(Sumber: Triatmodjo, 2008;227)

- Metode Distribusi *Log Pearson III*

Distribusi Log Pearson Tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrem. Bentuk distribusi *Log Pearson III* merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson III dengan menggantikan variat menjadi nilai logaritmik.

Bentuk kumulatif dari distribusi Log Pearson tipe III dengan nilai variatnya X apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik (*logarithmic probability paper*) akan merupakan model matematik persamaan garis lurus. Persamaan garis lurusnya adalah :

$$Y = \bar{Y} - k \cdot S \dots\dots\dots(3.12)$$

Dimana :

- Y = Nilai logaritmik dari X
- \bar{Y} = Nilai rata – rata dari Y
- S = deviasi standar dari Y
- K = Karakteristik dari Distribusi *Log Pearson III*

Prosedur untuk menentukan kurva distribusi log Pearson tipe III, adalah :

- 1) Tentukan logaritma dari semua nilai variat X
- 2) Hitung nilai rata-ratanya :

$$\overline{\log X} = \frac{\sum \log x}{n} \dots\dots\dots(3.13)$$

n = Jumlah data

- 3) Hitung nilai deviasi standarnya dari log X :

$$\overline{S \log X} = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \overline{\log X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(3.14)$$

- 4) Hitung nilai koefisien kemencengan

$$CS = \frac{n \sum (\log X - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)(\overline{S \log X})} \dots\dots\dots(3.15)$$

Sehingga persamaan dapat ditulis :

$$\text{Log X} = \overline{\log X} + k (\overline{S \log X}) \dots\dots\dots(3.16)$$

(Sumber : Soewarno, 1995 : 141-143)

Dimana K adalah variabel standart (*standardized variable*) untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan Cs, dapat dilihat pada tabel 3.6 di bawah ini yang memperlihatkan harga K untuk berbagai nilai kemencengan Cs.

Tabel 3. 6 nilai k setiap nilai Cs (koefisien Skewness)

| Cs | Periode Ulang (tahun) | | | | | |
|------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 2 | 5 | 10 | 25 | 50 | 100 |
| 0,0 | 0,000 | 0,842 | 1,282 | 1,751 | 2,054 | 2,326 |
| 0,1 | 0,017 | 0,836 | 0,270 | 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 | 1,104 |
| 0,4 | 0,066 | 0,855 | 1,231 | 1,606 | 1,834 | 1,029 |
| 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 |
| 0,10 | 0,164 | 0,852 | 1,128 | 1,366 | 1,492 | 1,588 |
| 0,11 | 0,180 | 0,848 | 1,107 | 1,324 | 1,435 | 1,518 |
| 0,12 | 0,195 | 0,844 | 1,086 | 1,282 | 1,379 | 1,449 |
| 0,13 | 0,210 | 0,838 | 1,064 | 1,240 | 1,324 | 1,383 |
| 0,14 | 0,225 | 0,832 | 1,041 | 1,198 | 1,270 | 1,318 |
| 0,15 | 0,240 | 0,825 | 1,018 | 1,157 | 1,217 | 1,256 |
| 0,16 | 0,254 | 0,817 | 0,994 | 1,116 | 1,166 | 1,197 |
| 0,17 | 0,268 | 0,808 | 0,970 | 1,075 | 1,116 | 1,140 |
| 0,18 | 0,282 | 0,799 | 0,945 | 1,035 | 1,069 | 1,087 |
| 0,19 | 0,294 | 0,788 | 0,920 | 0,996 | 1,023 | 1,037 |
| 0,20 | 0,307 | 0,777 | 0,895 | 0,959 | 1,980 | 0,990 |

4. Uji kecocokan

Untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari contoh terhadap fungsi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter yang akan disajikan dalam sub bab ini adalah:

- Chi-Kuadrat (*chi – square*)

Uji Chi–Kuadrat digunakan untuk menentukan apakah persamaan peluang (metode yang digunakan untuk mencari hujan rencana), dapat mewakili distribusi sampel data yang analisis.

Parameter yang digunakan untuk pengambilan keputusan uji ini adalah χ^2 , sehingga disebut Uji Chi–Kuadrat. Parameter χ^2 dapat dihitung dengan rumus :

$$\chi^2 = \frac{n \sum (O_i - E_i)^2}{E_i} \dots \dots \dots (3.17)$$

Dimana :

- χ^2 = Harga Chi-Kuadrat
- n = Jumlah data
- O_i = Jumlah nilai pengamatan pada Sub Kelompok Ke-1 Parameter χ^2 merupakan Variabel acak
- E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-1

(Sumber: Triatmodjo, 2008:238)

Prosedur perhitungan uji Chi Kuadrat adalah :

- a) Tetapkan jumlah pengamatan data curah hujan (*n*) tahun.
- b) Urutkan data curah hujan dari yang terbesar ke terkecil ataupun sebaliknya.
- c) Hitung derajat kebebasan dengan menggunakan rumus $DK = K - (\alpha + 1)$, dimana $\alpha = 2$ untuk distribusi normal dan binominal dan $\alpha = 1$ untuk distribusi *poison*.
- d) Cara nilai Chi-Kuadrat dari harga DK dan $h = 5\%$ dari tabel distribusi Chi-Kuadrat dan membandingkan

periode ulang 10 tahun dengan variabel K dan peluang 9%, 5%, 2% pada tabel 3.7 *Variable Reduced Gauss*.

- e) Interpretasi data yang ada dengan membandingkan nilai Chi-Kuadrat teoritis dan nilai Chi-Kuadrat dengan memasukan hasil (χ^2h) pada tabel 3.8 distribusi Chi-Kuadrat.
- f) Apabila $(\chi^2h) < (\chi^2Cr)$, berarti jumlah data dapat digunakan untuk perhitungan selanjutnya sesuai interpretasi datanya.

Tabel 3. 7 Variabel Reduced Gauss

| Periode Ulang T (tahun) | Peluang | K_T |
|----------------------------|---------|-------|
| 5 | 0,2 | 0,84 |
| 10 | 0,1 | 1,28 |
| 20 | 0,05 | 1,64 |
| 50 | 0,2 | 2,05 |
| 100 | 0,01 | 2,33 |

(Sumber: Soewarno, 1995;119)

Tabel 3. 8 Nilai Chi-Kuadrat

| Dk | Taraf signifikansi | | | | | |
|----|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 50% | 30% | 20% | 10% | 5% | 1% |
| 1 | 0,455 | 1,074 | 1,642 | 2,706 | 3,841 | 6,635 |
| 2 | 1,366 | 2,408 | 3,219 | 4,605 | 5,991 | 9,210 |
| 3 | 2,366 | 3,665 | 4,642 | 6,251 | 7,815 | 11,341 |
| 4 | 3,357 | 4,878 | 5,989 | 7,779 | 9,488 | 13,277 |
| 5 | 4,351 | 6,056 | 7,289 | 9,236 | 11,070 | 15,086 |
| 6 | 5,348 | 7,231 | 8,558 | 10,645 | 12,592 | 16,812 |
| 7 | 6,346 | 8,383 | 9,803 | 12,017 | 14,067 | 18,475 |
| 8 | 7,344 | 9,524 | 11,030 | 13,362 | 15,507 | 20,090 |
| 9 | 8,343 | 10,656 | 12,242 | 14,686 | 16,919 | 21,666 |
| 10 | 9,342 | 11,781 | 13,442 | 15,987 | 18,307 | 23,309 |
| 11 | 10,341 | 12,899 | 14,631 | 17,275 | 19,675 | 24,725 |
| 12 | 11,340 | 14,011 | 15,812 | 18,549 | 21,026 | 26,217 |
| 13 | 12,340 | 15,119 | 16,985 | 19,812 | 22,362 | 27,688 |
| 14 | 13,339 | 16,222 | 18,151 | 21,064 | 23,685 | 29,141 |
| 15 | 14,339 | 17,332 | 19,311 | 23,307 | 24,996 | 30,578 |

(Sumber: Triatmodjo, 2008;240)

- Smirnov-Kolmogorov

Uji Smirnov–Kolmogorov sering juga disebut uji kecocokan non parametik (*non parametric test*) Karena pengujian tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Prosedur Uji Smirnov–Kolmogorov adalah :

1. Urutkan data pengamatan (dari data terbesar sampai yang terkecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang masing-masing data tersebut.

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_m = P(X_m)$$

$$X_n = P(X_n)$$

$$P(X_n) = \frac{m}{n+1} \text{ dan } P(X_m) = 1 - P(X_i) \dots \dots \dots (3.18)$$

Dimana :

$P(X)$ = Peluang

m = Nomorurut kejadian

n = Jumlah data

2. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dan hasil penggambaran data (persamaan distribusi).

$$X_1 = P'(X_1)$$

$$X_2 = P'(X_2)$$

$$X_m = P'(X_m)$$

$$X_n = P'(X_n)$$

$$F(t) = \frac{X - \bar{X}}{s_d} \text{ dan } P'(X_i) = 1 - P'(X_m) \dots \dots \dots (3.19)$$

Dimana :

$P/(X_m)$ = Peluang teoritis yang terjadi pada nomor ke- m yang didapat dari tabel

X = Curah hujan harian

\bar{X} = Curah hujan rata-rata

$F(t)$ = Distribusi normal standard

3. Tentukan selisih terbesar dari peluang pengamatan dengan peluang teoritis dari kedua nilai peluang tersebut.

$$D_{\text{maks}} = [P(X_m) - P'(X_m)] \dots \dots \dots (3.20)$$

4. Tentukan harga D_0 berdasarkan tabel nilai kritis Smirnov-Kolmogorov.

Berdasarkan tabel nilai kritis Smirnov-Kolmogorov test, tentukan harga D_0 dengan ketentuan :

- Apabila $D_{\text{maks}} < D_0$, maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan distribusi dapat diterima.
- Apabila $D_{\text{maks}} > D_0$, maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan distribusi tidak dapat diterima.

Nilai D_0 dapat dilihat pada tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Nilai Kritis D_0 untuk uji Smirnov-Kolmogorov

| N | α | | | |
|------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 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 | $\frac{1,07}{\sqrt{n}}$ | $\frac{1,22}{\sqrt{n}}$ | $\frac{1,36}{\sqrt{n}}$ | $\frac{1,63}{\sqrt{n}}$ |

(Sumber : Soewarno, 1995: 199)

5. Koefesien Pengaliran

Koefesien pengaliran merupakan perbandingan antara limpasan air hujan dengan total hujan penyebab limpasan. Koefesien pengaliran pada suatu daerah dipengaruhi oleh kondisi karakteristik sebagai berikut :

- a. Kondisi hujan
- b. Luas dan bentuk daerah pengaliran
- c. Kemiringan daerah aliran dan kemiringan dasar sungai
- d. Daya infiltrasi dan perkolasi tanah
- e. Kebasahan tanah
- f. Tata guna lahan

Untuk menentukan koefesien pengaliran rata – rata, rumus yang digunakan adalah :

$$C = \frac{A_1C_1 + A_2C_2 + \dots + A_nC_n}{A_{total}} \dots\dots\dots(3.21)$$

Dimana :

- C = Koefesien aliran rata – rata
 An = Luas Daerah pengaruh hujan ke – n (km²)
 Cn = Koefesien aliran pada tata guna lahan
 A = Luas total DAS (km²)

(Sumber: Subarkah, 1980 : 51)

Koefisien pengaliran dapat dilihat pada tabel 3.10

Tabel 3. 10 Koefisien Aliran

| Kondisi Daerah Aliran | Koefisien Aliran (C) |
|---|----------------------|
| - Rerumputan | 0,05 - 0,35 |
| - Bisnis | 0,50 - 0,95 |
| - Perumahan | 0,25 - 0,75 |
| - Industri | 0,50 - 0,90 |
| - Pertamanan | 0,10 - 0,25 |
| - Tempat Bermain | 0,20 - 0,35 |
| - Daerah Pegunungan berlereng terjal | 0,75 - 0,90 |
| - Daerah perbukitan | 0,70 - 0,80 |
| - Tanah bergelombang dan bersemak - semak | 0,50 - 0,75 |
| - Tanah dataran yang digarap | 0,45 - 0,65 |
| - Persawahan irigasi | 0,70 - 0,80 |
| - Sungai di daerah pegunungan | 0,75 - 0,85 |
| - Sungai kecil di dataran | 0,45 - 0,75 |
| - Sungai yang besar dengan wilayah aliran lebih dari seperduanya terdiri dari dataran | 0,50 - 0,75 |
| - | |

(Sumber:Loebis, 1984)

6. Intensitas Hujan

Perhitungan Intensitas Hujan tergantung dari data yang tersedia. Data dari alat penakar hujan manual : data hujan harian atau data hujan 24 jam-an, rumus yang digunakan adalah rumus “*Mononobe*”.

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \dots\dots\dots(3.22)$$

Dimana:

- J_t = Intensitas Hujan (mm/jam)
- R_{24} = hujan harian (mm)
- t = waktu konsentrasi (jam)

- Data dari alat penakar hujan otomatis : data hujan jam-jaman, rumus yang digunakan adalah rumus-rumus empiris:

Talbot $\rightarrow I_t = \frac{a}{t+b} \dots\dots\dots(3.23)$

Ishiguro $\rightarrow I_t = \frac{a}{\sqrt{t}+b} \dots\dots\dots(3.24)$

Sherman $\rightarrow I_t = \frac{a}{t^n} \dots\dots\dots(3.25)$

(Sumber: *Suyono, 1993;32*)

- Time of Concentration (t_c)

$$t_c = t_0 + t_f \dots\dots\dots(3.26)$$

Dimana :

t_0 = *overland flow time (inlet time)* adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir diatas permukaan tanah, dari titik terjauh pada suatu daerah pengaliran (catchment area) sampai ke sistem saluran yang ditinjau.

t_f = *channel flow time* adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir disepanjang saluran sampai ke titik kontrol di bagian hilir yang ditinjau.

- Overland flow time (t_0)

Kirpich Fomula $\rightarrow t_0 = 0,0195 \left(\frac{l_0}{\sqrt{I_0}} \right)^{0,77} \text{ menit} \dots\dots\dots(3.27)$

Dimana :

L_0 = jarak titik terjauh lahan terhadap sistem saluran yang ditinjau

I_0 = Kemiringan rata-rata permukaan tanah kearah saluran yang ditinjau

n = koefisien kekasaran permukaan tanah menurut Kerby
 (misal : tanah licin, $n = 0,02$. Tanah berumput, $n = 0,40$. *dst*)

- Channel flow time (t_f)

$$t_f = \frac{L}{V} \dots \dots \dots (3.24)$$

L = Panjang saluran (meter)

V = Kecepatan aliran dalam saluran (m/det) dapat dilihat pada tabel 3.11

Tabel 3. 11 Kecepatan aliran rata-rata untuk saluran alam

| Kemiringan rata-rata dasar sungai (%) | Kecepatan rata-rata (m/detik) |
|--|------------------------------------|
| < 1 | 0,40 |
| 1 – 2 | 0,60 |
| 2 – 4 | 0,90 |
| 4 – 6 | 1,20 |
| 6 – 10 | 1,50 |
| 10 - 15 | 2,40 |

Koefisien penyebaran hujan dapat dilihat pada tabel 3.12

7. Debit Rencana

$$Q = \frac{1}{3,6} \beta \bar{C} I_t A \dots \dots \dots (3.27)$$

Dimana :

Q = debit rencana (m³/det)

β = koefisien penyebaran hujan (terlihat tabel 3.12)

C = koefisien pengaliran (*run-off coefficient*)

I_t = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (km²)

(*Sumber: Suripin, 2003 : 82*)

Tabel 3. 12 Koefisien penyebaran hujan (β)

| Luas Catchment Area (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 |

3.1.3.2 Analisa Hidrolika

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 :

- a. Dalamnya aliran, luas penampang lintasan aliran, kecepatan aliran serta debit selalu tetap setiap penampang melintang.
- b. Bentuk 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 .

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} . I^{1/2} \dots\dots\dots (3.28)$$

$$Q = A . V \dots\dots\dots (3.29)$$

$$Q = A . \frac{1}{n} R^{2/3} . I^{1/2} \dots\dots\dots (3.30)$$

Dimana :

Q = Debit saluran ($m^3/detik$)

V = Kecepatan aliran ($m/detik$)

A = Luas penampang basah saluran (m^2)

n = Koefisien kekasaran dinding dan dasar saluran (terlihat tabel 3.13)

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

I = Kemiringan dasar saluran

(Sumber: Anggrahini, 1996; 142, 160)

3.1.4 Kemiringan Dasar Saluran (I_0)

Kemiringan dasar saluran merupakan perbandingan antara selisih elevasi dengan panjang saluran.

$$I_0 = \frac{\Delta H}{L} \dots \dots \dots (3.31)$$

Dimana :

I_0 = Kemiringan dasar saluran

ΔH = Selisih tinggi

L = Panjang saluran (m)

Tabel 3. 13 Koefisien Manning dari tiap jenis material saluran

| Material Saluran | Koefisin Kekasaran |
|---|-----------------------|
| Plester halus | 0,001 - 0,013 |
| Plester kasar | 0,011 - 0,015 |
| Beton dipoles sedikit | 0,013 -0,016 |
| Beton dipoles dengan sendok kayu | 0,011 - 0,015 |
| Batu teratur dengan semen | 0,015 - 0,020 |
| Batu bata dengan semen | 0,012 - 0,018 |
| Batu tidak teratur dengan semen | 0,017 - 0,024 |
| Pasangan batu pecah disemen | 0,017 - 0,030 |
| Tanah dengan sedikit tanaman pengganggu | 0,022 - 0,033 |
| Tanah dengan banyak tanaman pengganggu | 0,030 - 0,040 |

- Penampang Saluran Segi Empat (terlihat pada gambar 3.1)

$$Q = V \cdot A$$

Dimana :

Q = Debit Saluran (m^3/detik)

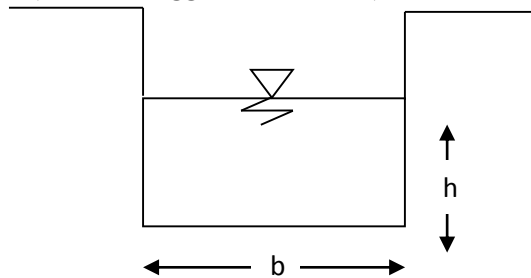
A = Luas penampang basah saluran (m^2) = $b \times h$

P = Keliling basah = $b + 2h$

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

V = Kecepatan aliran (m/detik)

(Sumber: Anggrahini, 1996; 17)



Gambar 3. 1 Dimensi saluran segi empat

- Penampang Saluran Trapesium (terlihat pada gambar 3.2)

$$Q = V \cdot A$$

Dimana :

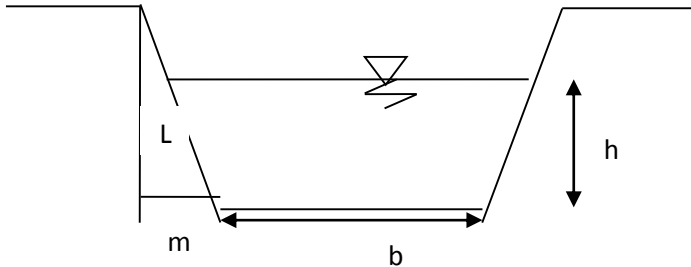
Q = Debit Saluran (m^3/detik)

A = Luas penampang basah saluran (m^2) = $(b + mh)h$

P = Keliling basah = $b + 2h\sqrt{1 + m^2}$

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

V = Kecepatan aliran (m/detik)



Gambar 3. 2 Dimensi saluran trapesium

- Penampang Saluran Lingkaran (terlihat pada gambar 3.3)

$$Q = V \cdot A$$

Dimana :

Q = Debit Saluran (m^3/detik)

A = Luas penampang basah saluran (m^2) = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$

P = Keliling basah = $\pi \cdot d$

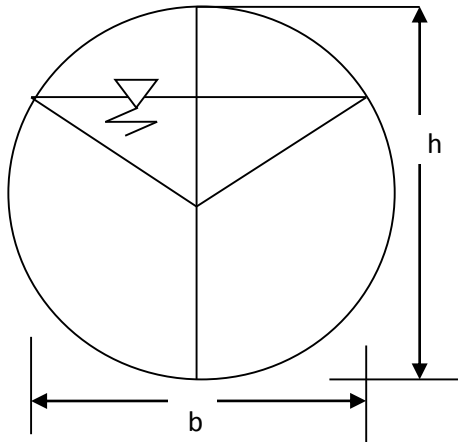
R = Jari-jari hidrolis saluran (m) = A/P

V = Kecepatan aliran (m/detik)

Aliran bebas (v) = $\frac{1}{n} R^{2/3} \cdot I^{1/2}$

Aliran tertekan (v) = $\sqrt{2 \cdot g \cdot h}$

(Sumber: Anggrahini, 1996; 17)



Gambar 3. 3 Dimensi saluran lingkaran

3.1.4 Pengumpulan Data

Adapun data yang kami butuhkan untuk keperluan penyusunan Proyek Akhir ini antara lain :

a. Data Hujan

Data hujan yang digunakan untuk mengetahui debit banjir yang mengalir di Saluran Gunungsari yang dipengaruhi oleh Stasiun Penakar Curah Hujan Gunungsari. Data curah hujan maksimum tahunan mulai tahun 2005 sampai dengan tahun 2014.

Data tersebut dihitung distribusi curah hujan daerahnya atau rata-rata hujan yang paling tinggi pada tanggal yang sama, dan selanjutnya digunakan sebagai dasar perhitungan debit rencana.

b. Peta Topografi

c. Peta Tata Guna Lahan

d. Peta Stasiun Hujan

e. Peta Genangan

f. Data Genangan

g. Data Pasang Surut Air laut

h. Data Koefesien Pengaliran

i. Data Eksisting Saluran Gunungsari box culvert (Long and Cross)

j. Data Eksisting Kali Greges

k. Data Eksisting Kali Balong

3.1.5 Pengolahan data

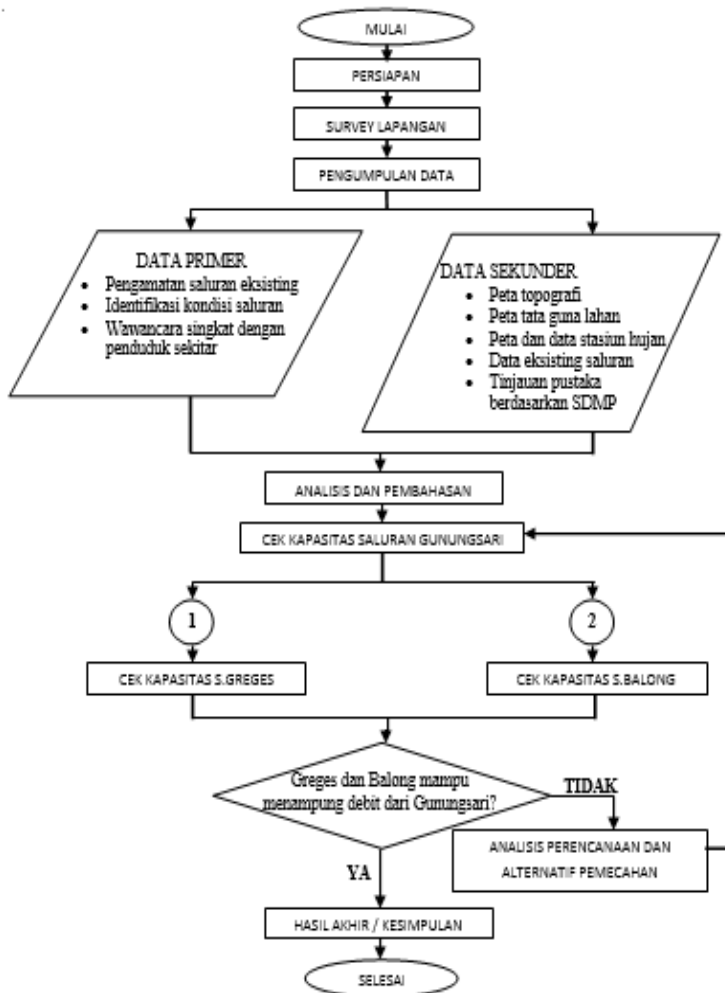
Data yang telah didapatkan kemudian diolah dengan menggunakan analisis hidrologi dan hidrolika.

1. Analisis hidrologi

- Data hujan harian
- Hujan harian rata-rata :
 - Metode aljabar
 - Metode poligon thiesen
 - Metode isohyet

- Curah hujan rencana
 - Metode distribusi Gumbel
 - Metode distribusi Normal
 - Metode distribusi *Log-Person III*
 - Uji kesesuaian frekuensi distribusi curah hujan rencana
 - Uji Chi Kuadrat
 - Uji Smirnov-Kolmogorov
 - Analisis intensitas hujan
 - Mononobe
 - Talbot
 - Sherman
 - Ishiguro
 - Debit rencana dengan metode rasional
2. Analisis hidrolika
- Debit saluran dengan menggunakan rumus *Manning*
 - Penampang saluran
 - Bentuk trapesium
 - Bentuk persegi
 - Bentuk lingkaran

3.2 Diagram Alir (Flow Chart)



Gambar 3. 4 Flow Chart

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV ANALISA DAN PERENCANAAN

4.1 Analisa Curah Hujan

Data hujan yang diperoleh dari stasiun hujan merupakan hujan yang terjadi pada satu titik saja. Untuk perhitungan hidrologi, dibutuhkan data hujan di kawasan yang ditinjau, sehingga memerlukan satu atau beberapa stasiun hujan. Ada 3 cara yang sering digunakan untuk mengubah data hujan tersebut. Cara-cara ini adalah Rata-rata Aljabar, Poligon Thiessen, dan Ishoyet.

Ditinjau dari letak penakar stasiun hujannya yang tidak merata dan stasiun hujan yang terbatas, kondisi Topografi yang datar serta luas DAS yang kurang dari 500 km², maka data hujan dihitung dengan rata-rata aljabar.

4.1.1 Curah Hujan Rencana

Ada 3 (tiga) stasiun hujan yang berpengaruh dengan daerah aliran pada studi ini, yaitu stasiun hujan Gunungsari, stasiun hujan Kandangan dan stasiun hujan Simo.

Data curah hujan selama 20 tahun (1991-2013) yang digunakan adalah data curah hujan dari stasiun pengamatan hujan yang berpengaruh yaitu dari stasiun hujan Gunungsari, stasiun hujan Kandangan dan stasiun hujan Simo. Untuk tahun 1999, 2010 dan 2011 tidak digunakan dikarenakan data hujan pada stasiun hujan Simo mengalami kerusakan sehingga sebagai pengganti diambil data hujan pada tahun 1991, 1992 dan 1993. Data curah hujan tersebut dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data hujan kawasan Banyu Urip, Tandes

| Tahun | Tanggal | Stasiun Hujan (mm) | | |
|-------|-------------|--------------------|-----------|------|
| | | Gunungsari | Kandangan | Simo |
| 1991 | 2 Januari | 107 | 55 | 150 |
| 1992 | 3 Maret | 103 | 88 | 135 |
| 1993 | 1 Maret | 41 | 103 | 165 |
| 1994 | 8 Maret | 116 | 8 | 55 |
| 1995 | 6 April | 69 | 125 | 120 |
| 1996 | 9 November | 70 | 254 | 15 |
| 1997 | 13 Februari | 95 | 35 | 154 |
| 1998 | 13 Februari | 83 | 48 | 60 |
| 2000 | 28 Oktober | 0 | 110 | 78 |
| 2001 | 1 Maret | 40 | 124 | 172 |
| 2002 | 30 Januari | 113 | 205 | 135 |
| 2003 | 28 November | 76 | 99 | 174 |
| 2004 | 5 Maret | 103 | 62 | 152 |
| 2005 | 13 Desember | 86 | 39 | 138 |
| 2006 | 22 Februari | 34 | 56 | 132 |
| 2007 | 4 Desember | 64 | 35 | 107 |
| 2008 | 13 Desember | 47 | 120 | 79 |
| 2009 | 9 Januari | 78 | 76 | 107 |
| 2012 | 1 Januari | 102 | 18 | 41 |
| 2013 | 23 April | 97 | 9 | 40 |

(Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Surabaya dan Stasiun Meteorologi Perak I Surabaya)

Curah hujan rencana merupakan besaran curah hujan yang digunakan untuk menghitung debit banjir untuk setiap periode ulang rencana. Periode ulang rencana ini akan menunjukkan tingkat layanan dari sistem drainase yang direncanakan.

Analisa untuk menentukan besaran hujan harian rata-rata menggunakan cara aritmatika dari 3 (tiga) stasiun hujan dapat dilihat pada tabel 4.2 dan 4.3

Perhitungan curah hujan harian pada tahun 1991:

$$\begin{aligned} X &= \frac{1}{n} (X_1 + X_2 + X_3) \\ &= \frac{1}{3} (107 + 55 + 150) \\ &= 104 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tabel 4. 2 Perhitungan hujan harian rata-rata

| Tahun | Stasiun Hujan (mm) | | | Hujan Harian (X) mm |
|-------|--------------------|-----------|------|------------------------|
| | Gunungsari | Kandangan | Simo | |
| 1991 | 107 | 55 | 150 | 104 |
| 1992 | 103 | 88 | 135 | 108,7 |
| 1993 | 41 | 103 | 165 | 103 |
| 1994 | 116 | 8 | 55 | 59,7 |
| 1995 | 69 | 125 | 120 | 104,7 |
| 1996 | 70 | 254 | 15 | 113 |
| 1997 | 95 | 35 | 154 | 94,7 |
| 1998 | 83 | 48 | 60 | 63,7 |
| 2000 | 0 | 110 | 78 | 62,7 |
| 2001 | 40 | 124 | 172 | 112 |
| 2002 | 113 | 205 | 135 | 151 |
| 2003 | 76 | 99 | 174 | 116,3 |
| 2004 | 103 | 62 | 152 | 105,7 |
| 2005 | 86 | 39 | 138 | 87,7 |
| 2006 | 34 | 56 | 132 | 74 |
| 2007 | 64 | 35 | 107 | 68,7 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 3 Perhitungan hujan harian rata-rata (lanjutan)

| Tahun | Stasiun Hujan (mm) | | | Hujan Harian (X) mm |
|-------|--------------------|-----------|------|------------------------|
| | Gunungsari | Kandangan | Simo | |
| 2008 | 47 | 120 | 79 | 82 |
| 2009 | 78 | 76 | 107 | 87 |
| 2012 | 102 | 18 | 41 | 53,7 |
| 2013 | 97 | 9 | 40 | 48,7 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.2 Analisa Distribusi Frekuensi

Tujuan dari perhitungan curah hujan harian maksimum adalah untuk mendapatkan curah hujan rencana pada setiap periode ulang yang diinginkan. Sebelum menentukan metode apa yang digunakan untuk mengitung curah hujan rencana terlebih dahulu dilakukan analisa frekuensi terhadap data curah hujan.

4.2.1 Perhitungan Metode Distribusi Gumbel

Perumusan Metode Gumbel

$$X_t = \bar{X} + (K \times S)$$

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

Faktor probabilitas k untuk harga ekstrim Gumbel dapat dihitung dengan rumus:

$$k = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

$$n = 20$$

- X_t = Besarnya curah hujan rencana pada periode ulang T tahun (mm)
 \bar{X} = Curah hujan harian maksimum rata-rata selama tahun pengamatan (mm).
 k = Faktor frekuensi.
 X_i = Curah hujan masing-masing tahun pengamatan.
 Y_t = *Reduced Variated*.
 Y_n = *Reduced Mean*.(tabel 3.4)
 S_n = *Reduced Standart Deviation*.(tabel 3.5)

Perhitungan Metode Gumbel:

Perhitungan curah hujan harian maksimum rata-rata selama tahun pengamatan

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

$$\bar{X} = \frac{1800,67\text{mm}}{20}$$

$$\bar{X} = 90,03 \text{ mm}$$

Selanjutnya untuk menghitung Standart Deviasi (S) perhitungan dapat dilanjutkan dalam tabel seperti pada tabel 4.4. Perhitungan S dapat dilihat dibawah ini.

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

$$S = \sqrt{\frac{12801,98}{20-1}}$$

$$S = 25,96$$

Tabel 4. 4 Perhitungan Standart Deviasi

| Tahun | Hujan Harian (mm) | Xi (rank) | $Xi - \bar{X}$ | $(Xi - \bar{X})^2$ | $(Xi - \bar{X})^3$ | $(Xi - \bar{X})^4$ |
|---------------|-------------------------|-----------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1991 | 104 | 151 | 60,97 | 3716,93 | 226609,10 | 13815601,66 |
| 1992 | 108,7 | 116,3 | 26,30 | 691,69 | 18191,45 | 478435,06 |
| 1993 | 103 | 113 | 22,97 | 527,47 | 12114,18 | 278222,26 |
| 1994 | 59,7 | 112 | 21,97 | 482,53 | 10599,67 | 232839,49 |
| 1995 | 104,7 | 108,7 | 18,63 | 347,20 | 6469,51 | 120548,61 |
| 1996 | 113 | 105,7 | 15,63 | 244,40 | 3820,80 | 59731,90 |
| 1997 | 94,7 | 104,7 | 14,63 | 214,13 | 3133,50 | 45853,56 |
| 1998 | 63,7 | 104 | 13,97 | 195,07 | 2724,45 | 38051,44 |
| 2000 | 62,7 | 103 | 12,97 | 168,13 | 2180,14 | 28269,19 |
| 2001 | 112 | 94,7 | 4,63 | 21,47 | 99,47 | 460,87 |
| 2002 | 151 | 87,7 | -2,37 | 5,60 | -13,26 | 31,37 |
| 2003 | 116,3 | 87 | -3,03 | 9,20 | -27,91 | 84,66 |
| 2004 | 105,7 | 82 | -8,03 | 64,53 | -518,43 | 4164,69 |
| 2005 | 87,7 | 74 | -16,03 | 257,07 | -4121,65 | 66083,84 |
| 2006 | 74 | 68,7 | -21,37 | 456,53 | -9754,62 | 208423,70 |
| 2007 | 68,7 | 63,7 | -26,37 | 695,20 | -18330,14 | 483304,58 |
| 2008 | 82 | 62,7 | -27,37 | 748,93 | -20495,84 | 560902,80 |
| 2009 | 87 | 59,7 | -30,37 | 922,13 | -28002,15 | 850331,93 |
| 2012 | 53,7 | 53,7 | -36,37 | 1322,53 | -48096,17 | 1749097,36 |
| 2013 | 48,7 | 48,7 | -41,37 | 1711,20 | -70786,69 | 2928209,24 |
| Jumlah | 1800,7 | | | 12801,98 | 85795,43 | 21948648,23 |
| Rata- rata | 90,03 | | | | | |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

- Perhitungan Koefisien Keruncingan (Ck)

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3) \times S^4} \times \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4$$

$$Ck = \frac{20^2}{(20-1)(20-2)(20-3) \times 25,96^4} \times 21948648,23$$

$$Ck = 3,33$$

- Perhitungan Koefisien Kemencengan (Cs)

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2) \times S^3} \times \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3$$

$$Cs = \frac{20}{(20-1)(20-2) \times 25,96^3} \times 85795,43$$

$$Cs = 0,29$$

- Perhitungan Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$Cv = \frac{25,96}{90,03}$$

$$Cv = 0,29$$

Hasil perhitungan analisa distribusi frekuensi dengan Metode Gumbel dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Perhitungan distribusi frekuensi metode gumbel

| Tahun | Xi (rank) | $Xi - \bar{X}$ | $(Xi - \bar{X})^2$ |
|-----------|-----------|----------------|--------------------|
| 2002 | 151 | 60,97 | 3716,93 |
| 2003 | 116,3 | 26,30 | 691,69 |
| 1996 | 113 | 22,97 | 527,47 |
| 2001 | 112 | 21,97 | 482,53 |
| 1992 | 108,7 | 18,63 | 347,20 |
| 2004 | 105,7 | 15,63 | 244,40 |
| 1995 | 104,7 | 14,63 | 214,13 |
| 1991 | 104 | 13,97 | 195,07 |
| 1993 | 103 | 12,97 | 168,13 |
| 1997 | 94,7 | 4,63 | 21,47 |
| 2005 | 87,7 | -2,37 | 5,60 |
| 2009 | 87 | -3,03 | 9,20 |
| 2008 | 82 | -8,03 | 64,53 |
| 2006 | 74 | -16,03 | 257,07 |
| 2007 | 68,7 | -21,37 | 456,53 |
| 1998 | 63,7 | -26,37 | 695,20 |
| 2000 | 62,7 | -27,37 | 748,93 |
| 1994 | 59,7 | -30,37 | 922,13 |
| 2012 | 53,7 | -36,37 | 1322,53 |
| 2013 | 48,7 | -41,37 | 1711,20 |
| Jumlah | 1800,7 | | 12801,98 |
| Rata-rata | 90,03 | | |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Perhitungan distribusi frekuensi Metode Gumbel

$$n = 20$$

$$Y_n = 0,5236 \text{ (dari tabel 3.4)}$$

$$S_n = 1,0628 \text{ (dari tabel 3.5)}$$

Periode ulang 5 tahun

$$Y_{t_5} = -\ln \left[\ln \frac{(5-1)}{5} \right]$$

$$Y_{t_5} = -\ln \left[\ln \frac{(5-1)}{5} \right]$$

$$Y_{t_5} = 1,5$$

$$k_5 = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n}$$

$$k_5 = \frac{(1,5 - 0,5236)}{1,0628}$$

$$k_5 = 0,92$$

Periode ulang 10 tahun

$$Y_{t_{10}} = -\ln \left[\ln \frac{(5-1)}{5} \right]$$

$$Y_{t_{10}} = -\ln \left[\ln \frac{(5-1)}{5} \right]$$

$$Y_{t_{10}} = 2,25$$

$$k_{10} = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n}$$

$$k_{10} = \frac{(2,25 - 0,5236)}{1,0628}$$

$$k_{10} = 1,62$$

Perhitungan Reduced Variate (Y_t) dan Faktor Frekuensi (k) dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4. 5 Perhitungan faktor frekuensi

| Periode ulang | Y_t | k |
|---------------|-------|------|
| 5 | 1,5 | 0,92 |
| 10 | 2,25 | 1,62 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan hujan rata-rata dan nilai faktor frekuensi dengan menggunakan Metode Distribusi Gumbel dapat dihitung curah hujan rencana periode ulang 5 dan 10 tahun dengan persamaan sebagai berikut:

$$R_5 = \bar{X} + (k \times S)$$

$$R_5 = 90,03 + (0,92 \times 25,96)$$

$$R_5 = 113,897 \text{ mm/hari}$$

$$R_{10} = \bar{X} + (k \times S)$$

$$R_{10} = 90,03 + (1,62 \times 25,96)$$

$$R_{10} = 132,207 \text{ mm/hari}$$

Hasil perhitungan curah hujan rencana dan probabilitas terjadinya hujan dengan besaran hujan rencana menggunakan Metode Distribusi Gumbel dapat ditabelkan pada tabel 4.7.

Tabel 4. 6 Hasil perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan metode distribusi gumbel

| Periode ulang | Yt | k | R (mm/hari) |
|---------------|------|------|-------------|
| 5 | 1,5 | 0,92 | 113,897 |
| 10 | 2,25 | 1,62 | 132,207 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.2.2 Perhitungan Metode Distribusi Log Pearson Type III

Metode Log Person Type III didasarkan pada perubahan data yang ada dalam bentuk logaritma. Distribusi ini digunakan karena fleksibelitasnya. Hasil perhitungan menggunakan Log Pearson Type III dapat dilihat pada tabel 4.8.

Perhitungan Parameter Log Pearson Type III

- Nilai Rata-rata

$$\text{Log}\bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X_i}{n}$$

$$\text{Log}\bar{X} = \frac{38,73}{20}$$

$$\text{Log}\bar{X} = 1,936$$

- Standart Deviasi

$$S = \sqrt{\left[\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1} \right]}$$

$$S = \sqrt{\left[\frac{0,323}{20-1} \right]}$$

$$S = 0,13$$

- Perhitungan Koefisien Keruncingan (Ck)

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3) \times S^4} \times \sum_{i=1}^n (\text{Log}X_i - \text{Log}\bar{X})^4$$

$$Ck = \frac{20^2}{(20-1)(20-2)(20-3) \times 0,1^4} \times 0,012$$

$$Ck = 2,744$$

- Perhitungan Koefisien Kemencengan (Cs)

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2) \times S^3} \times \sum_{i=1}^n (\text{Log}X_i - \text{Log}\bar{X})^3$$

$$Cs = \frac{20}{(20-1)(20-2) \times 0,1^3} \times -0,012$$

$$Cs = -0,3$$

- Perhitungan Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\text{Log}\bar{X}}$$

$$Cv = \frac{0,13}{1,936}$$

$$Cv = 0,067$$

Tabel 4. 7 Perhitungan parameter statistik distribusi Log Pearson Type III

| Xi | Log Xi | $(\text{Log Xi} - \text{Log}\bar{X})$ | $(\text{Log Xi} - \text{Log}\bar{X})^2$ | $(\text{Log Xi} - \text{Log}\bar{X})^3$ | $(\text{Log Xi} - \text{Log}\bar{X})^4$ |
|---------------|-----------|---------------------------------------|---|---|---|
| 151,0 | 2,18 | 0,243 | 0,05883 | 0,0142683587 | 0,0034607112 |
| 116,3 | 2,07 | 0,129 | 0,01671 | 0,0021602803 | 0,0002792631 |
| 113,0 | 2,05 | 0,117 | 0,01361 | 0,0015871170 | 0,0001851308 |
| 112,0 | 2,05 | 0,113 | 0,01272 | 0,0014346967 | 0,0001618130 |
| 108,7 | 2,04 | 0,100 | 0,00993 | 0,0009899493 | 0,0000986622 |
| 105,7 | 2,02 | 0,088 | 0,00766 | 0,0006700484 | 0,0000586329 |
| 104,7 | 2,02 | 0,083 | 0,00695 | 0,0005795909 | 0,0000483239 |
| 104,0 | 2,02 | 0,081 | 0,00650 | 0,0005236230 | 0,0000422045 |
| 103,0 | 2,01 | 0,076 | 0,00584 | 0,0004460265 | 0,0000340785 |
| 94,7 | 1,98 | 0,040 | 0,00158 | 0,0000628767 | 0,0000025003 |
| 87,7 | 1,94 | 0,006 | 0,00004 | 0,0000002624 | 0,0000000017 |
| 87,0 | 1,94 | 0,003 | 0,00001 | 0,0000000294 | 0,0000000001 |
| 82,0 | 1,91 | -0,023 | 0,00051 | -0,0000115718 | 0,0000002617 |
| 74,0 | 1,87 | -0,067 | 0,00452 | -0,0003034750 | 0,0000203938 |
| 68,7 | 1,84 | -0,100 | 0,00994 | -0,0009906254 | 0,0000987520 |
| 63,7 | 1,80 | -0,133 | 0,01756 | -0,0023272770 | 0,0003084116 |
| 62,7 | 1,80 | -0,139 | 0,01943 | -0,0027086322 | 0,0003775722 |
| 59,7 | 1,78 | -0,161 | 0,02582 | -0,0041500515 | 0,0006669163 |
| 53,7 | 1,73 | -0,207 | 0,04274 | -0,0088348084 | 0,0018264012 |
| 48,7 | 1,69 | -0,249 | 0,06210 | -0,0154756467 | 0,0038565450 |
| Jumlah | 38,73 | | 0,32299 | -0,0120792289 | 0,0115265759 |
| Rata- rata | 1,936 | | | | |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dengan koefisien kemencengan $C_s = -0,3$ maka harga k diperoleh seperti pada tabel 4.9.

Tabel 4. 8 Nilai k untuk metode distribusi Log Pearson Type III dengan $C_s = -0,3$

| Periode Ulang (tahun) | k |
|--------------------------|-------|
| 5 | 0,853 |
| 10 | 1,245 |

(Sumber: Triatmodjo, 2008: 232-233)

Selanjutnya dapat dihitung curah hujan rencana dengan periode ulang (T) 5 dan 10 tahun. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.10.

$$\begin{aligned} \text{Log } R_5 &= \text{Log } \bar{X} + (k \times S) \\ &= 1,936 + (0,853 \times 0,13) \\ &= 2,048 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Log } R_{10} &= \text{Log } \bar{X} + (k \times S) \\ &= 1,936 + (1,245 \times 0,13) \\ &= 2,099 \end{aligned}$$

Tabel 4. 9 Perhitungan hujan rencana dengan metode distribusi Log Pearson Type III

| Periode Ulang (tahun) | X_r | k | Log R | R |
|--------------------------|-------|-------|-------|---------|
| 5 | 1,936 | 0,853 | 2,048 | 111,596 |
| 10 | 1,936 | 1,245 | 2,099 | 125,533 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Maka untuk menentukan distribusi hujan rencana yang sesuai dengan syarat-syarat parameter statistiknya dapat dilihat pada tabel 3.2.

Berdasarkan perhitungan di atas yang menggunakan Metode Distribusi Gumbel dan Log Pearson Type III maka data Ck dan Cs direkap pada tabel 4.11.

Tabel 4. 10 Rekapitulasi perhitungan Ck dan Cs distribusi frekuensi

| Metode | Ck | Cs |
|----------------------|------|-------|
| Gumbel | 3,33 | 0,29 |
| Log Pearson Type III | 2,74 | -0,32 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.3 Uji Kecocokan Distribusi Hujan

Dalam menentukan distribusi curah hujan yang dipakai, kita lakukan perhitungan uji kecocokan dengan menggunakan data hujan yang telah tersedia. Perhitungan uji kecocokan harus dilakukan karena masing-masing perhitungan distribusi hujan memiliki sifat statistik yang khas. Pemilihan distribusi yang tidak tepat dapat mengakibatkan kesalahan perkiraan yang mungkin cukup besar baik *over estimated* maupun *under estimated*. Parameter uji kecocokan yang sering dipakai adalah metode Chi Kuadrat dan metode Smirnov-Kolmogorov

4.3.1 Uji Kecocokan Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

Hasil interpretasinya :

1. Apabila peluang lebih dari 5% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima
2. Peluang lebih kecil dari 1% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima
3. Apabila peluang berada di antara 1% - 5% adalah tidak mungkin mengambil keputusan, maka perlu ditambah data.

Perhitungan Chi-Kuadrat:

$$\begin{aligned} \text{Banyaknya data (n)} &= 20 \\ \text{Taraf Signifikan} &= 5\% \\ \text{Jumlah sub kelompok} &= 1 + 1.33 \ln 20 \\ &= 4,98 \sim 5 \\ \text{Derajat kebebasan} &= G - R - I \\ &= 5 - 2 - 1 = 2 \end{aligned}$$

- Uji Chi Kuadrat untuk Distribusi Log Pearson Type III
Data pengamatan dibagi menjadi 5 sub grup dengan interval peluang (P) = 0,2 dengan menggunakan Distribusi Log Pearson Type III.
Besarnya peluang untuk tiap sub-grup adalah:

| | |
|------------|----------------|
| Sub grup 1 | $P \leq 1,866$ |
| Sub grup 2 | $P \leq 1,925$ |
| Sub grup 3 | $P \leq 1,975$ |
| Sub grup 4 | $P \leq 2,034$ |
| Sub grup 5 | $P < 2,034$ |

Pembagian sub grup peluang dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4. 11 Pembagian sub grup

| P | Log \bar{X} | K | S Log X | Log X |
|-----|---------------|-------|---------|--------|
| 0,8 | 1,936 | -0,84 | 0,130 | 1,8269 |
| 0,6 | 1,936 | -0,25 | 0,130 | 1,9038 |
| 0,4 | 1,936 | 0,25 | 0,130 | 1,9690 |
| 0,2 | 1,936 | 0,84 | 0,130 | 2,0460 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Diketahui :

$$\text{Log } \bar{X} = 1,950$$

$$S = 0,13$$

- Untuk $P = 1 - 0,2 = 0,8$

$$\begin{aligned} X &= \log \bar{X} + k \cdot S \\ &= 1,936 + (-0,84) \cdot 0,13 \\ &= 1,8269 \end{aligned}$$

- Untuk $P = 1 - 0,4 = 0,6$

$$\begin{aligned} X &= \log \bar{X} + k \cdot S \\ &= 1,936 + (-0,25) \cdot 0,13 \\ &= 1,9038 \end{aligned}$$

- Untuk $P = 1 - 0,6 = 0,4$

$$\begin{aligned} X &= \log \bar{X} + k \cdot S \\ &= 1,936 + (0,25) \cdot 0,13 \\ &= 1,9690 \end{aligned}$$

- Untuk $P = 1 - 0,8 = 0,2$

$$\begin{aligned} X &= \log \bar{X} + k \cdot S \\ &= 1,936 + (0,84) \cdot 0,13 \\ &= 2,0460 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan uji kecocokan Chi Kuadrat untuk metode distribusi Log Pearson Type III dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4. 12 Hasil perhitungan uji kecocokan Chi Kuadrat untuk metode distribusi Log Pearson Type III

| NO | Interval Sub kelompok | Jumlah data | | Oi-Ei | $(O_i-E_i)^2 / E_i$ |
|--------|--------------------------|-------------|----|-------|---------------------|
| | | Oi | Ei | | |
| 1 | $X \leq 1,8269$ | 5 | 4 | 1 | 0,250 |
| 2 | $1,8269 < X \leq 1,9038$ | 2 | 4 | -2 | 1,000 |
| 3 | $1,9038 < X \leq 1,9690$ | 3 | 4 | -1 | 0,250 |
| 4 | $1,9690 < X \leq 2,0460$ | 6 | 4 | 2 | 1,000 |
| 5 | $2,0460 < X$ | 4 | 4 | 0 | 0,000 |
| Jumlah | | 20 | 20 | 0 | 2,500 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

| | |
|--------------------------|---------------------------|
| Derajat kebebasan (DK) | : 2 |
| Chi Kuadrat | : 2,5 |
| Derajat signifikan alpha | : 5% |
| Tingkat kepercayaan | : 95% |
| Chi Kritis | : 5,991 (lihat tabel 3.8) |

Dari perhitungan Chi Kuadrat diatas, diperoleh nilai 2,5 dengan derajat kebebasan (dk)= 2 diperoleh nilai chi kuadrat sebesar 5,991, dengan kata lain $2,5 < 5,991$, sehingga perhitungan dapat diterima.

4.3.2 Uji Smirnov – Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov atau biasa disebut uji kecocokan non parametik (*non-parametric test*) karena cara pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

- Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log Pearson Type III

Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4. 13 Hasil perhitungan uji kecocokan Smirnov-Kolmogrov
Log Pearson Type III

| No | X | Log X | P(x) | P(x<) | f(t) | P'(x<) | P'(x) | D |
|----|-------|-------|------|--------|-------|---------|-------|--------------|
| | | | | 1-P(x) | | 1-P'(x) | | P'(x<)-P(x<) |
| 1 | 151,0 | 2,18 | 0,05 | 0,95 | 2,35 | 0,99 | 0,01 | 0,04 |
| 2 | 116,3 | 2,07 | 0,10 | 0,90 | 1,01 | 0,84 | 0,16 | -0,06 |
| 3 | 113,0 | 2,05 | 0,14 | 0,86 | 0,88 | 0,81 | 0,19 | -0,05 |
| 4 | 112,0 | 2,05 | 0,19 | 0,81 | 0,85 | 0,80 | 0,20 | -0,01 |
| 5 | 108,7 | 2,04 | 0,24 | 0,76 | 0,72 | 0,76 | 0,24 | 0,00 |
| 6 | 105,7 | 2,02 | 0,29 | 0,71 | 0,60 | 0,73 | 0,27 | 0,01 |
| 7 | 104,7 | 2,02 | 0,33 | 0,67 | 0,56 | 0,71 | 0,29 | 0,05 |
| 8 | 104,0 | 2,02 | 0,38 | 0,62 | 0,54 | 0,71 | 0,29 | 0,09 |
| 9 | 103,0 | 2,01 | 0,43 | 0,57 | 0,50 | 0,69 | 0,31 | 0,12 |
| 10 | 94,7 | 1,98 | 0,48 | 0,52 | 0,18 | 0,57 | 0,43 | 0,05 |
| 11 | 87,7 | 1,94 | 0,52 | 0,48 | -0,09 | 0,54 | 0,46 | 0,06 |
| 12 | 87,0 | 1,94 | 0,57 | 0,43 | -0,12 | 0,45 | 0,55 | 0,02 |
| 13 | 82,0 | 1,91 | 0,62 | 0,38 | -0,31 | 0,38 | 0,62 | 0,00 |
| 14 | 74,0 | 1,87 | 0,67 | 0,33 | -0,62 | 0,27 | 0,73 | -0,07 |
| 15 | 68,7 | 1,84 | 0,71 | 0,29 | -0,82 | 0,21 | 0,79 | -0,08 |
| 16 | 63,7 | 1,80 | 0,76 | 0,24 | -1,02 | 0,15 | 0,85 | -0,08 |
| 17 | 62,7 | 1,80 | 0,81 | 0,19 | -1,05 | 0,15 | 0,85 | -0,04 |
| 18 | 59,7 | 1,78 | 0,86 | 0,14 | -1,17 | 0,12 | 0,88 | -0,02 |
| 19 | 53,7 | 1,73 | 0,90 | 0,10 | -1,40 | 0,08 | 0,92 | -0,01 |
| 20 | 48,7 | 1,69 | 0,95 | 0,05 | -1,59 | 0,06 | 0,94 | 0,01 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Log X rata-rata = 1,936

S = 0,13

Dari perhitungan pada tabel 4.14 didapatkan:

Dmax = 0,12

$D_0 = 0,29$ (diperoleh dari tabel nilai kritis D_0 untuk derajat kepercayaan 5% dan $n = 20$)

Syarat $D_{max} < D_0 \Rightarrow 0,12 < 0,29$, maka persamaan distribusi Log Pearson Type III dapat diterima.

Contoh Perhitungan untuk tabel 4.14:

- Perhitungan $P(X)$ = peluang dengan $m= 1$

$$P(X) = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{20+1} = 0,047$$

- Untuk perhitungan $P(X <)$ dengan $m= 1$

$$P(X <) = 1 - P(X) \\ = 1 - 0,047 = 0,953$$

- Perhitungan $f(t)$ dengan $m= 1$

$$F(t) = \frac{X - \bar{X}}{S} = \frac{2,18 - 1,936}{0,13} = 2,35$$

- Perhitungan $P'(X)$ dengan $m= 1$

$$P'(X) = 1 - P'(X <) \\ P'(X) = 1 - 0,01 = 0,99$$

- Perhitungan D dengan $m= 1$

$$D = P'(X <) - P(X <) \\ = 0,99 - 0,95 = 0,04$$

4.4 Pemilihan Hujan Rencana

Hujan rencana adalah hujan tahunan terbesar dengan peluang tertentu yang mungkin terjadi pada suatu daerah. Dari hasil uji distribusi yang digunakan, maka untuk menghitung curah hujan rencana akan menggunakan metode Log Pearson Type III. Kemudian hasil perhitungan metode Log Pearson Type III dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4. 14 Curah hujan rencana terpilih

| Periode Ulang (tahun) | Xr | k | Log R | R |
|--------------------------|-------|-------|-------|---------|
| 5 | 1,936 | 0,853 | 2,048 | 111,596 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dimana:

1. Periode ulang 5 tahun digunakan untuk perhitungan debit rencana saluran primer.

4.5 Analisis Waktu Konsentrasi

Waktu konsentasi DAS adalah waktu yang diperlukan oleh butiran air untuk bergerak dari titik jatuh pada daerah pengaliran ke titik tinjauan. Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus:

$$T_c = T_0 + T_f$$

Dengan:

T_c = Waktu konsentrasi

T_f = Waktu yang diperlukan air untuk mengalir di sepanjang channel flowing (jam)

T_0 = Waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir di permukaan hingga mencapai outlet (jam)

Contoh perhitungan waktu konsentrasi pada saluran primer Greges dan saluran primer Balong adalah sebagai berikut:

4.5.1 Pehitungan T_0

Perhitungan T_0 menggunakan rumus Kirpich, berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan T_0 pada saluran primer Greges (Simo) SMO1485. Perhitungan T_0 saluran primer Greges (Simo) dapat dilihat pada tabel 4.16 dan Perhitungan T_0 saluran primer Balong dapat dilihat pada tabel 4.17.

$$T_0 = 0,0195 \times \left(\frac{L_0}{\sqrt{I_0}} \right)^{0,77}$$

$$T_0 = 0,0195 \times \left(\frac{985,19 \text{ m}}{0,00225} \right)^{0,77}$$

$$T_0 = 41,17 \text{ detik} : 60 = 0,686 \text{ menit}$$

Dengan :

L_0 = Jarak titik terjauh lahan terhadap sistem saluran yang ditinjau

I_0 = Kemiringan rata-rata permukaan tanah ke saluran yang ditinjau

Tabel 4. 15 Perhitungan To saluran primer Greges (Simo)

| No | Nama patok | Lo (m) | Io | To (menit) |
|----|------------|--------|---------|------------|
| 1 | SMO1485 | 985,19 | 0,00225 | 0,68597 |
| 2 | SMO1366 | 985,19 | 0,00225 | 0,68597 |
| 3 | SMO1300 | 985,19 | 0,00225 | 0,68597 |
| 4 | SMO1200 | 985,19 | 0,00225 | 0,68597 |
| 5 | SMO1000 | 985,19 | 0,00225 | 0,68597 |
| 6 | SMO0824 | 985,19 | 0,00225 | 0,68597 |
| 7 | SMO0800 | 985,19 | 0,00225 | 0,68597 |
| 8 | SMO0600 | 985,19 | 0,00225 | 0,68597 |
| 9 | SMO0556 | 985,19 | 0,00225 | 0,68597 |
| 10 | SMO0400 | 985,19 | 0,00225 | 0,68597 |
| 11 | SMO0381 | 985,19 | 0,00225 | 0,68597 |
| 12 | SMO0200 | 985,19 | 0,00225 | 0,68597 |
| 13 | SMO0159 | 985,19 | 0,00225 | 0,68597 |
| 14 | SMO0058 | 985,19 | 0,00225 | 0,68597 |
| 15 | SMO0020 | 985,19 | 0,00225 | 0,68597 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 16 Perhitungan To saluran primer Balong

| No | Nama patok | Lo (m) | Io | To (menit) |
|----|------------|--------|--------|------------|
| 1 | patok 33 | 1468,1 | 0,0009 | 1,351 |
| 2 | patok 31 | 1468,1 | 0,0009 | 1,351 |
| 3 | patok 29 | 1468,1 | 0,0009 | 1,351 |
| 4 | patok 27 | 1468,1 | 0,0009 | 1,351 |
| 5 | patok 25 | 1468,1 | 0,0009 | 1,351 |
| 6 | patok 23 | 1468,1 | 0,0009 | 1,351 |
| 7 | patok 21 | 1468,1 | 0,0009 | 1,351 |
| 8 | patok 19 | 1468,1 | 0,0009 | 1,351 |
| 9 | patok 17 | 1468,1 | 0,0009 | 1,351 |
| 10 | patok 15 | 1468,1 | 0,0009 | 1,351 |
| 11 | patok 13 | 1468,1 | 0,0009 | 1,351 |
| 12 | patok 11 | 1468,1 | 0,0009 | 1,351 |
| 13 | patok 9 | 1468,1 | 0,0009 | 1,351 |
| 14 | patok 7 | 1468,1 | 0,0009 | 1,351 |
| 15 | patok 5 | 1468,1 | 0,0009 | 1,351 |
| 16 | patok 3 | 1468,1 | 0,0009 | 1,351 |
| 17 | patok 1 | 1468,1 | 0,0009 | 1,351 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.5.2 Perhitungan T_f

Perhitungan T_f menggunakan rumus Dr. Rizha, berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan T_f pada saluran primer Greges (Simo) SMO1485. Perhitungan T_f saluran primer Greges (Simo) dapat dilihat pada tabel 4.18 dan perhitungan T_f saluran primer Balong dapat dilihat pada tabel 4.19.

$$T_f = \frac{L}{V}$$

Dengan:

L = Panjang saluran (m)

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\ &= 2,488 \text{ m/det} \end{aligned}$$

$$T_f = \frac{6404,29 \text{ m}}{2,489 \text{ m/det}}$$

$$T_f = 42,876 \text{ menit}$$

Tabel 4. 17 Perhitungan Tf saluran primer Greges (Simo)

| No | Nama patok | L (m) | V (m/det) | T _f (menit) |
|----|------------|---------|-----------|------------------------|
| 1 | SMO1485 | 6404,29 | 2,489 | 42,876 |
| 2 | SMO1366 | 6404,29 | 2,097 | 50,895 |
| 3 | SMO1300 | 6404,29 | 2,156 | 49,505 |
| 4 | SMO1200 | 6404,29 | 1,934 | 55,192 |
| 5 | SMO1000 | 6404,29 | 2,338 | 45,656 |
| 6 | SMO0824 | 6404,29 | 2,159 | 49,444 |
| 7 | SMO0800 | 6404,29 | 2,460 | 43,382 |
| 8 | SMO0600 | 6404,29 | 2,461 | 43,377 |
| 9 | SMO0556 | 6404,29 | 2,856 | 37,376 |
| 10 | SMO0400 | 6404,29 | 2,524 | 42,289 |
| 11 | SMO0381 | 6404,29 | 2,463 | 43,334 |
| 12 | SMO0200 | 6404,29 | 2,461 | 43,380 |
| 13 | SMO0159 | 6404,29 | 2,902 | 36,787 |
| 14 | SMO0058 | 6404,29 | 2,421 | 44,081 |
| 15 | SMO0020 | 6404,29 | 1,504 | 70,989 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 18 Perhitungan Tf saluran primer Balong

| No | Nama patok | L (m) | V (m/det) | T _f (menit) |
|----|------------|----------|-----------|------------------------|
| 1 | patok 33 | 5318,718 | 0,972 | 91,226 |
| 2 | patok 31 | 5318,718 | 1,070 | 82,810 |
| 3 | patok 29 | 5318,718 | 1,219 | 72,716 |
| 4 | patok 27 | 5318,718 | 0,892 | 99,366 |
| 5 | patok 25 | 5318,718 | 0,809 | 109,528 |
| 6 | patok 23 | 5318,718 | 1,130 | 78,480 |
| 7 | patok 21 | 5318,718 | 0,830 | 106,808 |
| 8 | patok 19 | 5318,718 | 0,796 | 111,405 |
| 9 | patok 17 | 5318,718 | 0,838 | 105,745 |
| 10 | patok 15 | 5318,718 | 0,740 | 119,844 |
| 11 | patok 13 | 5318,718 | 0,814 | 108,940 |
| 12 | patok 11 | 5318,718 | 0,917 | 96,669 |
| 13 | patok 9 | 5318,718 | 0,829 | 106,899 |
| 14 | patok 7 | 5318,718 | 0,950 | 93,303 |
| 15 | patok 5 | 5318,718 | 0,745 | 119,062 |
| 16 | patok 3 | 5318,718 | 1,027 | 86,326 |
| 17 | patok 1 | 5318,718 | 1,038 | 85,359 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.5.3 Perhitungan T_c

Contoh perhitungan waktu konsentrasi (T_c) pada saluran primer Greges (Simo) SMO1485. Perhitungan T_c saluran primer Greges (Simo) dapat dilihat pada tabel 4.20 dan perhitungan T_c saluran primer Balong dapat dilihat pada tabel 4.21.

$$\begin{aligned} T_c &= T_0 + T_f \\ &= 0,686 \text{ menit} + 42,876 \text{ menit} \\ &= 43,562 \text{ menit} : 60 = 0,726 \text{ jam} \end{aligned}$$

Tabel 4. 19 Perhitungan T_c saluran primer Greges (Simo)

| No | Nama patok | T_0 (menit) | T_f (menit) | T_c (jam) |
|----|------------|------------------|------------------|----------------|
| 1 | SMO1485 | 0,686 | 42,876 | 0,726 |
| 2 | SMO1366 | 0,686 | 50,895 | 0,860 |
| 3 | SMO1300 | 0,686 | 49,505 | 0,837 |
| 4 | SMO1200 | 0,686 | 55,192 | 0,931 |
| 5 | SMO1000 | 0,686 | 45,656 | 0,772 |
| 6 | SMO0824 | 0,686 | 49,444 | 0,836 |
| 7 | SMO0800 | 0,686 | 43,382 | 0,734 |
| 8 | SMO0600 | 0,686 | 43,377 | 0,734 |
| 9 | SMO0556 | 0,686 | 37,376 | 0,634 |
| 10 | SMO0400 | 0,686 | 42,289 | 0,716 |
| 11 | SMO0381 | 0,686 | 43,334 | 0,734 |
| 12 | SMO0200 | 0,686 | 43,380 | 0,734 |
| 13 | SMO0159 | 0,686 | 36,787 | 0,625 |
| 14 | SMO0058 | 0,686 | 44,081 | 0,746 |
| 15 | SMO0020 | 0,686 | 70,989 | 1,195 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 20 Perhitungan Tc saluran primer Balong

| No | Nama patok | To (menit) | Tf (menit) | Tc (jam) |
|----|------------|------------|------------|----------|
| 1 | patok 33 | 1,351 | 91,226 | 1,543 |
| 2 | patok 31 | 1,351 | 82,810 | 1,403 |
| 3 | patok 29 | 1,351 | 72,716 | 1,234 |
| 4 | patok 27 | 1,351 | 99,366 | 1,679 |
| 5 | patok 25 | 1,351 | 109,528 | 1,848 |
| 6 | patok 23 | 1,351 | 78,480 | 1,331 |
| 7 | patok 21 | 1,351 | 106,808 | 1,803 |
| 8 | patok 19 | 1,351 | 111,405 | 1,879 |
| 9 | patok 17 | 1,351 | 105,745 | 1,785 |
| 10 | patok 15 | 1,351 | 119,844 | 2,020 |
| 11 | patok 13 | 1,351 | 108,940 | 1,838 |
| 12 | patok 11 | 1,351 | 96,669 | 1,634 |
| 13 | patok 9 | 1,351 | 106,899 | 1,804 |
| 14 | patok 7 | 1,351 | 93,303 | 1,578 |
| 15 | patok 5 | 1,351 | 119,062 | 2,007 |
| 16 | patok 3 | 1,351 | 86,326 | 1,461 |
| 17 | patok 1 | 1,351 | 85,359 | 1,445 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.6 Analisis Intensitas Hujan

Besar intensitas hujan berbeda-beda. Waktu curah hujan sangat mempengaruhi besar kecilnya intensitas hujan. Karena data yang tersedia hanya data curah hujan harian saja, maka perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus Mononobe, yaitu:

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{T_c} \right]^{2/3}$$

Dengan:

I_t = Intensitas hujan dalam 1 jam (mm/jam)

R_{24} = Curah hujan efektif dalam 1 jam

T_c = Waktu konsentasi

4.6.1 Intensitas Hujan Periode 5 Tahun

Intensitas hujan periode ulang 5 tahun ini dihitung menggunakan rumus Mononobe dengan menggunakan curah hujan harian maksimum periode ulang 5 tahun metode Log Pearson Type III. Intensitas hujan 5 tahun digunakan untuk mengetahui debit rencana 5 tahun yang digunakan untuk mendesain saluran primer drainase perkotaan di daerah Banyu Urip, Tandes. Perhitungan I_5 untuk saluran primer Greges (Simo) dapat dilihat pada tabel 4.22 dan perhitungan I_5 untuk saluran primer Balong dapat dilihat pada tabel 4.23.

Contoh perhitungan intensitas hujan periode 5 tahun di saluran primer Greges (Simo) adalah sebagai berikut:

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{T_c} \right]^{2/3}$$

$$I_t = \frac{111,596}{24} \times \left[\frac{24}{0,726} \right]^{2/3}$$

$$I_t = 47,893 \text{ mm/jam}$$

Tabel 4. 21 Perhitungan intensitas hujan periode ulang 5 tahun untuk saluran primer Greges (Simo)

| No | Nama patok | Tc (jam) | R5 (mm) | I (mm/jam) |
|----|------------|----------|---------|------------|
| 1 | SMO1485 | 0,726 | 111,596 | 47,893 |
| 2 | SMO1366 | 0,860 | 111,596 | 42,791 |
| 3 | SMO1300 | 0,837 | 111,596 | 43,578 |
| 4 | SMO1200 | 0,931 | 111,596 | 40,568 |
| 5 | SMO1000 | 0,772 | 111,596 | 45,958 |
| 6 | SMO0824 | 0,836 | 111,596 | 43,613 |
| 7 | SMO0800 | 0,734 | 111,596 | 47,526 |
| 8 | SMO0600 | 0,734 | 111,596 | 47,530 |
| 9 | SMO0556 | 0,634 | 111,596 | 52,402 |
| 10 | SMO0400 | 0,716 | 111,596 | 48,329 |
| 11 | SMO0381 | 0,734 | 111,596 | 47,560 |
| 12 | SMO0200 | 0,734 | 111,596 | 47,527 |
| 13 | SMO0159 | 0,625 | 111,596 | 52,950 |
| 14 | SMO0058 | 0,746 | 111,596 | 47,030 |
| 15 | SMO0020 | 1,195 | 111,596 | 34,364 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 22 Perhitungan intensitas hujan periode ulang 5 tahun untuk saluran primer Balong

| No | Nama patok | Tc (jam) | R5 (mm) | I (mm/jam) |
|----|------------|----------|---------|------------|
| 1 | patok 33 | 1,543 | 111,596 | 28,974 |
| 2 | patok 31 | 1,403 | 111,596 | 30,875 |
| 3 | patok 29 | 1,234 | 111,596 | 33,620 |
| 4 | patok 27 | 1,679 | 111,596 | 27,391 |
| 5 | patok 25 | 1,848 | 111,596 | 25,691 |
| 6 | patok 23 | 1,331 | 111,596 | 31,982 |
| 7 | patok 21 | 1,803 | 111,596 | 26,120 |
| 8 | patok 19 | 1,879 | 111,596 | 25,405 |
| 9 | patok 17 | 1,785 | 111,596 | 26,293 |
| 10 | patok 15 | 2,020 | 111,596 | 24,212 |
| 11 | patok 13 | 1,838 | 111,596 | 25,782 |
| 12 | patok 11 | 1,634 | 111,596 | 27,892 |
| 13 | patok 9 | 1,804 | 111,596 | 26,105 |
| 14 | patok 7 | 1,578 | 111,596 | 28,549 |
| 15 | patok 5 | 2,007 | 111,596 | 24,316 |
| 16 | patok 3 | 1,461 | 111,596 | 30,044 |
| 17 | patok 1 | 1,445 | 111,596 | 30,267 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.6.2 Perhitungan Debit rencana

Berikut ini adalah adalah contoh perhitungan debit rencana pada saluran primer Greges (Simo) SMO1485.

Diketahui:

$$C = 0,9$$

$$I_t = 47,893 \text{ mm/jam}$$

$$A = 14,12 \text{ km}^2$$

$$\beta = 0,98 \text{ (lihat tabel 3.12)}$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times \beta \times C \times I_t \times A$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times 0,98 \times 0,9 \times 47,893 \text{ mm/jam} \times 14,12 \text{ km}^2$$

$$Q = 161,597 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dengan:

Q = Debit puncak (m³/det)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km²)

Hasil perhitungan debit rencana pada saluran primer Greges (Simo) dapat dilihat pada tabel 4.24 dan hasil perhitungan debit rencana pada saluran primer Balong dapat dilihat pada tabel 4.25.

Tabel 4. 23 Perhitungan debit rencana 5 tahun untuk saluran primer Greges (Simo)

| No | Nama patok | C | β | I (mm/jam) | A (km ²) | Q rencana (m ³ /det) |
|----|------------|-----|---------|------------|----------------------|---------------------------------|
| 1 | SMO1485 | 0,9 | 0,98 | 47,893 | 14,12 | 161,597 |
| 2 | SMO1366 | 0,9 | 0,98 | 42,791 | 14,12 | 144,383 |
| 3 | SMO1300 | 0,9 | 0,98 | 43,578 | 14,12 | 147,037 |
| 4 | SMO1200 | 0,9 | 0,98 | 40,568 | 14,12 | 136,883 |
| 5 | SMO1000 | 0,9 | 0,98 | 45,958 | 14,12 | 155,068 |
| 6 | SMO0824 | 0,9 | 0,98 | 43,613 | 14,12 | 147,155 |
| 7 | SMO0800 | 0,9 | 0,98 | 47,526 | 14,12 | 160,360 |
| 8 | SMO0600 | 0,9 | 0,98 | 47,530 | 14,12 | 160,372 |
| 9 | SMO0556 | 0,9 | 0,98 | 52,402 | 14,12 | 176,812 |
| 10 | SMO0400 | 0,9 | 0,98 | 48,329 | 14,12 | 163,068 |
| 11 | SMO0381 | 0,9 | 0,98 | 47,560 | 14,12 | 160,476 |
| 12 | SMO0200 | 0,9 | 0,98 | 47,527 | 14,12 | 160,363 |
| 13 | SMO0159 | 0,9 | 0,98 | 52,950 | 14,12 | 178,661 |
| 14 | SMO0058 | 0,9 | 0,98 | 47,030 | 14,12 | 158,686 |
| 15 | SMO0020 | 0,9 | 0,98 | 34,364 | 14,12 | 115,948 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 24 Perhitungan debit rencana 5 tahun saluran primer
Balong

| No | Nama patok | C | β | I (mm/jam) | A (km ²) | Q rencana (m ³ /det) |
|----|------------|-----|---------|---------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 1 | patok 33 | 0,8 | 0,98 | 28,974 | 7,940 | 50,143 |
| 2 | patok 31 | 0,8 | 0,98 | 30,875 | 7,940 | 53,432 |
| 3 | patok 29 | 0,8 | 0,98 | 33,620 | 7,940 | 58,183 |
| 4 | patok 27 | 0,8 | 0,98 | 27,391 | 7,940 | 47,403 |
| 5 | patok 25 | 0,8 | 0,98 | 25,691 | 7,940 | 44,461 |
| 6 | patok 23 | 0,8 | 0,98 | 31,982 | 7,940 | 55,347 |
| 7 | patok 21 | 0,8 | 0,98 | 26,120 | 7,940 | 45,203 |
| 8 | patok 19 | 0,8 | 0,98 | 25,405 | 7,940 | 43,966 |
| 9 | patok 17 | 0,8 | 0,98 | 26,293 | 7,940 | 45,502 |
| 10 | patok 15 | 0,8 | 0,98 | 24,212 | 7,940 | 41,901 |
| 11 | patok 13 | 0,8 | 0,98 | 25,782 | 7,940 | 44,619 |
| 12 | patok 11 | 0,8 | 0,98 | 27,892 | 7,940 | 48,269 |
| 13 | patok 9 | 0,8 | 0,98 | 26,105 | 7,940 | 45,178 |
| 14 | patok 7 | 0,8 | 0,98 | 28,549 | 7,940 | 49,406 |
| 15 | patok 5 | 0,8 | 0,98 | 24,316 | 7,940 | 42,082 |
| 16 | patok 3 | 0,8 | 0,98 | 30,044 | 7,940 | 51,994 |
| 17 | patok 1 | 0,8 | 0,98 | 30,267 | 7,940 | 52,380 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.7 Analisis Hidrolika

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

4.7.1 Perhitungan Full Bank Capacity

Full bank capacity existing adalah besarnya debit tampungan pada saluran sesuai dengan keadaan di lapangan. 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 rumus ini mempunyai bentuk yang sederhana.

Perhitungan *full bank capacity existing* saluran primer Greges (Simo) dengan data sebagai berikut:

Bentuk saluran trapesium

$$b = 6,6 \text{ m}$$

$$h = 1,427 \text{ m}$$

$$m = 0,7 \text{ m}$$

$$n = 0,02 \text{ (saluran pasangan batu disemen)}$$

$$I_0 = 0,00225$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} A_{\text{tot}} &= (b + m \cdot h) \cdot h \\ &= (6,6 + 0,7 \cdot 1,427) \cdot 1,427 \\ &= 10,8 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + 2h\sqrt{1 + m^2} \\ &= 6,6 + 2 \cdot 1,427 \sqrt{1 + 0,7^2} \\ &= 10,1 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{10,8 \text{ m}^2}{10,1 \text{ m}} \\ &= 1,075 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\
 &= \frac{1}{0,02} \times 1,075^{2/3} \times 0,00225^{1/2} \\
 &= 2,49 \text{ m/det}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= A \times V \\
 &= 10,8 \text{ m}^2 \times 2,49 \text{ m/det} \\
 &= 26,99 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Perhitungan *full bank capacity existing* saluran primer Balong dengan data sebagai berikut:

Bentuk saluran trapesium

$$b = 6 \text{ m}$$

$$h = 1,321 \text{ m}$$

$$m = 0,68 \text{ m}$$

$$n = 0,03 \text{ (tanah dengan sedikit tanaman pengganggu)}$$

$$I = 0,0009$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 A &= (b + m.h) h \\
 &= (6 + 0,68 \cdot 1,321) \cdot 1,321 \\
 &= 9,11 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= b + 2h\sqrt{1 + m^2} \\
 &= 6 + 2 \cdot 1,321 \sqrt{1 + 0,68^2} \\
 &= 9,20 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{A}{P} \\
 &= \frac{9,11 \text{ m}^2}{9,20 \text{ m}} \\
 &= 0,99 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,03} \times 0,99^{2/3} \times 0,0009^{1/2} \\ &= 0,97 \text{ m/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= A \times V \\ &= 9,11 \text{ m}^2 \times 0,97 \text{ m/det} \\ &= 8,86 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Perhitungan *full bank capacity existing* pada saluran lainnya dapat dilihat pada tabel 4.26, 4.27 dan 4.28

Tabel 4. 25 Perhitungan kapasitas eksisting saluran primer Greges (Simo)

| No | Nama patok | penampang saluran | L (m) | I | n | m | b (m) | h (m) | A (m ²) | P (m) | R (m) | V (m ³ /det) | Q eksisting (m ³ /det) |
|----|------------|-------------------|--------|-------|------|-------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------------------------|-----------------------------------|
| 1 | SMO1485 | | 6404,3 | 0,002 | 0,02 | 0,701 | 6,6 | 1,427 | 10,85 | 10,09 | 1,08 | 2,49 | 27,00 |
| 2 | SMO1366 | | 6404,3 | 0,002 | 0,02 | 1,753 | 5 | 1,141 | 7,99 | 9,61 | 0,83 | 2,10 | 16,75 |
| 3 | SMO1300 | | 6404,3 | 0,002 | 0,02 | 1,586 | 4 | 1,261 | 7,57 | 8,73 | 0,87 | 2,16 | 16,31 |
| 4 | SMO1200 | | 6404,3 | 0,002 | 0,02 | 2,008 | 5 | 0,996 | 6,97 | 9,47 | 0,74 | 1,93 | 13,48 |
| 5 | SMO1000 | | 6404,3 | 0,002 | 0,02 | 1,556 | 6,8 | 1,285 | 11,31 | 11,55 | 0,98 | 2,34 | 26,44 |
| 6 | SMO0824 | trapesium | 6404,3 | 0,002 | 0,02 | 1,506 | 5,5 | 1,162 | 8,42 | 9,70 | 0,87 | 2,16 | 18,19 |
| 7 | SMO0800 | | 6404,3 | 0,002 | 0,02 | 1,515 | 5,5 | 1,485 | 11,51 | 10,89 | 1,06 | 2,46 | 28,32 |
| 8 | SMO0600 | | 6404,3 | 0,002 | 0,02 | 1,316 | 4,9 | 1,52 | 10,49 | 9,92 | 1,06 | 2,46 | 25,81 |
| 9 | SMO0556 | | 6404,3 | 0,002 | 0,02 | 0,514 | 4,9 | 2,138 | 12,83 | 9,71 | 1,32 | 2,86 | 36,63 |
| 10 | SMO0400 | | 6404,3 | 0,002 | 0,02 | 1,241 | 4,7 | 1,612 | 10,80 | 9,84 | 1,10 | 2,52 | 27,26 |
| 11 | SMO0381 | | 6404,3 | 0,002 | 0,02 | 1,291 | 4,6 | 1,549 | 10,22 | 9,66 | 1,06 | 2,46 | 25,18 |
| 12 | SMO0200 | | 6404,3 | 0,002 | 0,02 | 1,35 | 5,4 | 1,482 | 10,97 | 10,38 | 1,06 | 2,46 | 26,98 |
| 13 | SMO0159 | persegi | 6404,3 | 0,002 | 0,02 | 0 | 5,5 | 2,664 | 14,65 | 10,83 | 1,35 | 2,90 | 42,51 |
| 14 | SMO0058 | trapesium | 6404,3 | 0,002 | 0,02 | 1,132 | 7,3 | 1,325 | 11,66 | 11,30 | 1,03 | 2,42 | 28,23 |
| 15 | SMO0020 | | 6404,3 | 0,002 | 0,02 | 5,236 | 20 | 0,573 | 13,18 | 26,11 | 0,50 | 1,50 | 19,82 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 26 Perhitungan kapasitas eksisting saluran primer Balong

| No | Nama patok | penampang saluran | L (m) | I | n | m | b (m) | h (m) | A (m ²) | P (m) | R (m) | V (m ³ /det) | Q eksisting (m ³ /det) |
|----|------------|-------------------|--------|--------|------|------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-------------------------|-----------------------------------|
| 1 | patok 33 | | 5318,7 | 0,0009 | 0,03 | 0,68 | 6 | 1,321 | 9,11 | 9,20 | 0,99 | 0,97 | 8,86 |
| 2 | patok 31 | | 5318,7 | 0,0009 | 0,03 | 0,63 | 6 | 1,6 | 11,20 | 9,77 | 1,15 | 1,07 | 11,99 |
| 3 | patok 29 | | 5318,7 | 0,0009 | 0,03 | 0,47 | 6 | 2,13 | 14,91 | 10,71 | 1,39 | 1,22 | 18,18 |
| 4 | patok 27 | | 5318,7 | 0,0009 | 0,03 | 0,55 | 5 | 1,19 | 6,72 | 7,71 | 0,87 | 0,89 | 6,00 |
| 5 | patok 25 | | 5318,7 | 0,0009 | 0,03 | 0,56 | 8 | 0,89 | 7,57 | 10,04 | 0,75 | 0,81 | 6,12 |
| 6 | patok 23 | | 5318,7 | 0,0009 | 0,03 | 0,18 | 9 | 1,65 | 15,35 | 12,35 | 1,24 | 1,13 | 17,33 |
| 7 | patok 21 | trapesium | 5318,7 | 0,0009 | 0,03 | 0,83 | 4 | 1,09 | 5,34 | 6,83 | 0,78 | 0,83 | 4,43 |
| 8 | patok 19 | | 5318,7 | 0,0009 | 0,03 | 1,08 | 5,5 | 0,93 | 6,05 | 8,23 | 0,73 | 0,80 | 4,81 |
| 9 | patok 17 | | 5318,7 | 0,0009 | 0,03 | 0,48 | 4 | 1,14 | 5,19 | 6,53 | 0,79 | 0,84 | 4,35 |
| 10 | patok 15 | | 5318,7 | 0,0009 | 0,03 | 1,52 | 4 | 0,89 | 4,76 | 7,23 | 0,66 | 0,74 | 3,52 |
| 11 | patok 13 | | 5318,7 | 0,0009 | 0,03 | 0,92 | 3,5 | 1,09 | 4,91 | 6,46 | 0,76 | 0,81 | 3,99 |
| 12 | patok 11 | | 5318,7 | 0,0009 | 0,03 | 0,48 | 3 | 1,57 | 5,89 | 6,48 | 0,91 | 0,92 | 5,40 |
| 13 | patok 9 | | 5318,7 | 0,0009 | 0,03 | 0,61 | 4,5 | 1,06 | 5,46 | 6,99 | 0,78 | 0,83 | 4,53 |
| 14 | patok 7 | | 5318,7 | 0,0009 | 0,03 | 0,67 | 7,6 | 1,195 | 10,04 | 10,48 | 0,96 | 0,95 | 9,54 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 27 Perhitungan kapasitas eksisting saluran primer Balong (Lanjutan)

| No | Nama patok | penampang saluran | L (m) | I | n | m | b (m) | h (m) | A (m ²) | P (m) | R (m) | V (m/det) | Q eksisting (m ³ /det) |
|----|------------|-------------------|--------|--------|------|------|-------|-------|---------------------|-------|-------|-----------|-----------------------------------|
| 15 | patok 5 | | 5318,7 | 0,0009 | 0,03 | 0,73 | 9,66 | 0,75 | 7,66 | 11,52 | 0,66 | 0,74 | 5,70 |
| 16 | patok 3 | trapesium | 5318,7 | 0,0009 | 0,03 | 0,51 | 7,8 | 1,38 | 11,73 | 10,89 | 1,08 | 1,03 | 12,05 |
| 17 | patok 1 | | 5318,7 | 0,0009 | 0,03 | 0,28 | 8 | 1,43 | 12,01 | 10,97 | 1,10 | 1,04 | 12,47 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.7.2 Perbandingan Kapasitas Saluran Eksisting dengan Debit Rencana

Perbandingan kapasitas saluran eksisting dengan debit rencana adalah cara membandingkan kapasitas saluran dengan debit rencana. Apabila kapasitas saluran eksisting lebih besar daripada debit rencana, maka saluran tersebut dikatakan aman. Tetapi apabila kapasitas saluran eksisting lebih kecil daripada debit rencana maka saluran tersebut banjir.

Untuk lebih detail dalam menganalisa perbandingan kapasitas saluran eksisting dengan debit rencana pada saluran drainase di saluran primer Greges (Simo) dan saluran primer Balong, maka dapat dilihat pada tabel 4.29 dan 4.30.

Tabel 4. 28 Perbandingan debit rencana periode ulang 5 tahun saluran primer Greges (Simo)

| No | Nama patok | Q rencana (m ³ /det) | Q eksisting (m ³ /det) | Keterangan |
|----|------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------|
| 1 | SMO1485 | 161,597 | 26,998 | meluber |
| 2 | SMO1366 | 144,383 | 16,751 | meluber |
| 3 | SMO1300 | 147,037 | 16,313 | meluber |
| 4 | SMO1200 | 136,883 | 13,483 | meluber |
| 5 | SMO1000 | 155,068 | 26,437 | meluber |
| 6 | SMO0824 | 147,155 | 18,186 | meluber |
| 7 | SMO0800 | 160,360 | 28,317 | meluber |
| 8 | SMO0600 | 160,372 | 25,808 | meluber |
| 9 | SMO0556 | 176,812 | 36,634 | meluber |
| 10 | SMO0400 | 163,068 | 27,261 | meluber |
| 11 | SMO0381 | 160,476 | 25,182 | meluber |
| 12 | SMO0200 | 160,363 | 26,984 | meluber |
| 13 | SMO0159 | 178,661 | 42,513 | meluber |
| 14 | SMO0058 | 158,686 | 28,234 | meluber |
| 15 | SMO0020 | 115,948 | 19,816 | meluber |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 29 Perbandingan debit rencana periode ulang 5 tahun saluran primer Balong

| No | Nama patok | Q rencana (m ³ /det) | Q eksisting (m ³ /det) | Keterangan |
|----|------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------|
| 1 | patok 33 | 50,143 | 8,857 | meluber |
| 2 | patok 31 | 53,432 | 11,989 | meluber |
| 3 | patok 29 | 58,183 | 18,176 | meluber |
| 4 | patok 27 | 47,403 | 5,998 | meluber |
| 5 | patok 25 | 44,461 | 6,123 | meluber |
| 6 | patok 23 | 55,347 | 17,333 | meluber |
| 7 | patok 21 | 45,203 | 4,433 | meluber |
| 8 | patok 19 | 43,966 | 4,810 | meluber |
| 9 | patok 17 | 45,502 | 4,348 | meluber |
| 10 | patok 15 | 41,901 | 3,522 | meluber |
| 11 | patok 13 | 44,619 | 3,991 | meluber |
| 12 | patok 11 | 48,269 | 5,399 | meluber |
| 13 | patok 9 | 45,178 | 4,527 | meluber |
| 14 | patok 7 | 49,406 | 9,537 | meluber |
| 15 | patok 5 | 42,082 | 5,701 | meluber |
| 16 | patok 3 | 51,994 | 12,045 | meluber |
| 17 | patok 1 | 52,380 | 12,474 | meluber |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.8 Penanganan Genangan

Penanganan genangan di kawasan Banyu Urip, Tandés dengan cara revitalisasi sistem, yang harus mengacu secara menyeluruh terhadap kondisi lapangan yang ada. Kegiatan-kegiatan yang termasuk adalah sebagai berikut:

1. Mengoptimalkan kapasitas yang ada
Kegiatan ini mencakup perbaikan dan peningkatan kapasitas saluran dan bangunan pelengkap yang telah ada.
2. Perubahan sistem aliran
Yaitu dengan membelokkan aliran dari hulu sungai menuju hilir sungai yang mempunyai kapasitas eksisting yang lebih mencukupi atau yang menampung debit lebih sedikit dari hilir sungai yang lain.
3. Pembangunan bangunan pelengkap baru
Dari alternatif yang kedua, dapat diketahui bahwa pembelokkan atau pengalihan aliran sungai membutuhkan bangunan pelengkap baru. Untuk itu salah satu alternatif yang dapat digunakan menghindari kawasan studi dari genangan adalah membangun pintu air. Sehingga diharapkan pada saat kondisi debit limpasan tinggi maka pintu air dapat mengalirkan air ke saluran hilir yang lain sehingga debit di kedua saluran hilir tidak meluber.

4.8.1 Perencanaan Sistem Aliran

Dari hasil analisa diatas, dapat diketahui bahwa debit rencana pada saluran primer Greges (Simo) terlalu besar jika dibandingkan dengan debit saluran eksistingnya. Untuk debit rencana pada saluran primer Balong tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan debit saluran eksistingnya. Alternatif ini digunakan untuk mengurangi debit yang mengalir ke hilir saluran primer Greges (Simo) dari hulu (saluran Simo). Debit air dari hulu (saluran Simo) sebagian dibelokkan atau dialihkan ke hilir saluran primer Balong dengan melewati saluran primer Gunungsari. Hal ini dilakukan dikarenakan dapat dilihat bahwa debit yang mengalir pada saluran primer Balong tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan debit yang mengalir pada saluran primer Greges (Simo).

Contoh perhitungan debit rencana saluran primer Greges (Simo) setelah perubahan sistem aliran.

Diketahui:

$$C = 0,9$$

$$I_t = 47,879 \text{ mm/jam}$$

$$A = 11,07 \text{ km}^2$$

$$\beta = 0,995 \text{ (lihat tabel 3.12)}$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times \beta \times C \times I_t \times A$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times 0,995 \times 0,9 \times 47,879 \frac{\text{mm}}{\text{jam}} \times 11,07 \text{ km}^2$$

$$Q = 131,964 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dengan:

$$Q = \text{Debit puncak (m}^3/\text{det)}$$

$$C = \text{Koefisien pengaliran}$$

$$I = \text{Intensitas curah hujan (mm/jam)}$$

$$A = \text{Luas daerah pengaliran (km}^2 \text{)}$$

Hasil perhitungan debit rencana pada saluran primer Greges (Simo) dapat dilihat pada tabel 4.31 dan hasil perhitungan debit rencana pada saluran primer Balong dapat dilihat pada tabel 4.32.

Tabel 4. 30 Perhitungan debit rencana 5 tahun saluran primer Greges (Simo)

| No | Nama patok | C | β | I (mm/jam) | A (km ²) | Q rencana (m ³ /det) |
|----|------------|-----|---------|------------|----------------------|---------------------------------|
| 1 | SMO1485 | 0,9 | 0,995 | 47,879 | 11,07 | 131,964 |
| 2 | SMO1366 | 0,9 | 0,995 | 42,779 | 11,07 | 117,907 |
| 3 | SMO1300 | 0,9 | 0,995 | 43,565 | 11,07 | 120,074 |
| 4 | SMO1200 | 0,9 | 0,995 | 40,556 | 11,07 | 111,782 |
| 5 | SMO1000 | 0,9 | 0,995 | 45,944 | 11,07 | 126,633 |
| 6 | SMO0824 | 0,9 | 0,995 | 43,600 | 11,07 | 120,170 |
| 7 | SMO0800 | 0,9 | 0,995 | 47,512 | 11,07 | 130,954 |
| 8 | SMO0600 | 0,9 | 0,995 | 47,516 | 11,07 | 130,963 |
| 9 | SMO0556 | 0,9 | 0,995 | 52,387 | 11,07 | 144,389 |
| 10 | SMO0400 | 0,9 | 0,995 | 48,314 | 11,07 | 133,165 |
| 11 | SMO0381 | 0,9 | 0,995 | 47,546 | 11,07 | 131,048 |
| 12 | SMO0200 | 0,9 | 0,995 | 47,513 | 11,07 | 130,956 |
| 13 | SMO0159 | 0,9 | 0,995 | 52,935 | 11,07 | 145,899 |
| 14 | SMO0058 | 0,9 | 0,995 | 47,016 | 11,07 | 129,586 |
| 15 | SMO0020 | 0,9 | 0,995 | 44,752 | 11,07 | 123,347 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 31 Perhitungan debit rencana 5 tahun untuk saluran primer Balong

| No | Nama patok | C | β | I (mm/jam) | A (km ²) | Q rencana (m ³ /det) |
|----|------------|-----|---------|------------|----------------------|---------------------------------|
| 1 | patok 33 | 0,8 | 0,995 | 22,575 | 10,990 | 54,903 |
| 2 | patok 31 | 0,8 | 0,995 | 24,064 | 10,990 | 58,522 |
| 3 | patok 29 | 0,8 | 0,995 | 26,215 | 10,990 | 63,755 |
| 4 | patok 27 | 0,8 | 0,995 | 21,337 | 10,990 | 51,890 |
| 5 | patok 25 | 0,8 | 0,995 | 20,007 | 10,990 | 48,657 |
| 6 | patok 23 | 0,8 | 0,995 | 24,931 | 10,990 | 60,631 |
| 7 | patok 21 | 0,8 | 0,995 | 20,342 | 10,990 | 49,472 |
| 8 | patok 19 | 0,8 | 0,995 | 19,783 | 10,990 | 48,113 |
| 9 | patok 17 | 0,8 | 0,995 | 20,477 | 10,990 | 49,800 |
| 10 | patok 15 | 0,8 | 0,995 | 18,851 | 10,990 | 45,845 |
| 11 | patok 13 | 0,8 | 0,995 | 20,078 | 10,990 | 48,830 |
| 12 | patok 11 | 0,8 | 0,995 | 21,728 | 10,990 | 52,842 |
| 13 | patok 9 | 0,8 | 0,995 | 20,331 | 10,990 | 49,444 |
| 14 | patok 7 | 0,8 | 0,995 | 22,242 | 10,990 | 54,093 |
| 15 | patok 5 | 0,8 | 0,995 | 18,933 | 10,990 | 46,044 |
| 16 | patok 3 | 0,8 | 0,995 | 23,413 | 10,990 | 56,940 |
| 17 | patok 1 | 0,8 | 0,995 | 23,587 | 10,990 | 57,364 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.8.1.1 Perbandingan Kapasitas Saluran Eksisting dengan Debit Rencana

Untuk lebih detail dalam menganalisa perbandingan kapasitas saluran eksisting dengan debit rencana pada saluran drainase di saluran primer Greges (Simo) dan saluran primer Balong, maka dapat dilihat pada tabel 4.33 dan 4.34.

Tabel 4. 32 Perbandingan debit rencana dan debit eksisting periode ulang 5 tahun saluran primer Greges (Simo)

| No | Nama patok | Q rencana (m ³ /det) | Q eksisting (m ³ /det) | Keterangan |
|----|------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------|
| 1 | SMO1485 | 131,964 | 26,985 | meluber |
| 2 | SMO1366 | 117,907 | 16,742 | meluber |
| 3 | SMO1300 | 120,074 | 16,305 | meluber |
| 4 | SMO1200 | 111,782 | 13,477 | meluber |
| 5 | SMO1000 | 126,633 | 26,424 | meluber |
| 6 | SMO0824 | 120,170 | 18,178 | meluber |
| 7 | SMO0800 | 130,954 | 28,303 | meluber |
| 8 | SMO0600 | 130,963 | 25,795 | meluber |
| 9 | SMO0556 | 144,389 | 36,616 | meluber |
| 10 | SMO0400 | 133,165 | 27,247 | meluber |
| 11 | SMO0381 | 131,048 | 25,169 | meluber |
| 12 | SMO0200 | 130,956 | 26,971 | meluber |
| 13 | SMO0159 | 145,899 | 42,492 | meluber |
| 14 | SMO0058 | 129,586 | 28,220 | meluber |
| 15 | SMO0020 | 123,347 | 45,957 | meluber |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4. 33 Perbandingan debit rencana dan debit eksisting periode ulang 5 tahun saluran primer Balong

| No | Nama patok | Q rencana (m ³ /det) | Q eksisting (m ³ /det) | Keterangan |
|----|------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------|
| 1 | patok 33 | 54,903 | 8,857 | meluber |
| 2 | patok 31 | 58,522 | 11,989 | meluber |
| 3 | patok 29 | 63,755 | 18,176 | meluber |
| 4 | patok 27 | 51,890 | 5,998 | meluber |
| 5 | patok 25 | 48,657 | 6,123 | meluber |
| 6 | patok 23 | 60,631 | 17,333 | meluber |
| 7 | patok 21 | 49,472 | 4,433 | meluber |
| 8 | patok 19 | 48,113 | 4,810 | meluber |
| 9 | patok 17 | 49,800 | 4,348 | meluber |
| 10 | patok 15 | 45,845 | 3,522 | meluber |
| 11 | patok 13 | 48,830 | 3,991 | meluber |
| 12 | patok 11 | 52,842 | 5,399 | meluber |
| 13 | patok 9 | 49,444 | 4,527 | meluber |
| 14 | patok 7 | 54,093 | 9,537 | meluber |
| 15 | patok 5 | 46,044 | 5,701 | meluber |
| 16 | patok 3 | 56,94 | 12,045 | meluber |
| 17 | patok 1 | 57,36 | 12,474 | meluber |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.8.2 Perencanaan Dimensi Saluran dengan Normalisasi Saluran

Contoh perhitungan saluran primer Greges (Simo) SMO1485 dengan normalisasi saluran

$$Q = V \times A$$

$$A = b \times h$$

$$P = b + 2h$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{b \times h}{b + 2h}$$

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

$$Q = \left(\frac{1}{n} \times \left[\frac{b \times h}{b + 2h} \right]^{2/3} \times I^{1/2} \right) \times A$$

Setelah dinormalisasi, maka diperoleh:

$$h = 4,5 \text{ m dan } b = 10 \text{ m}$$

$$Q = \left(\frac{1}{0,02} \times \left[\frac{10 \text{ m} \times 4,5 \text{ m}}{10 \text{ m} + 4,5 \text{ m}} \right]^{2/3} \times 0,002156^{1/2} \right) \times$$

$$(10 \text{ m} \cdot 4,5 \text{ m}) \text{ m}^2$$

$$Q = 189,63 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q > Q_{\text{rencana}} \rightarrow 189,63 \text{ m}^3/\text{det} > 186,147 \text{ m}^3/\text{det} \text{ (OK)}$$

Perhitungan saluran primer Greges (Simo) dapat dilihat pada tabel 4.35

Tabel 4. 34 Perbandingan debit rencana periode ulang 5 tahun saluran primer Greges (Simo) setelah normalisasi

| No | Nama patok | Q rencana (m ³ /det) | Q eksisting (m ³ /det) | Keterangan |
|----|------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------|
| 1 | SMO1485 | 186,147 | 189,633 | aman |
| 2 | SMO1366 | 187,082 | 189,633 | aman |
| 3 | SMO1300 | 187,082 | 189,633 | aman |
| 4 | SMO1200 | 187,082 | 189,633 | aman |
| 5 | SMO1000 | 187,082 | 189,633 | aman |
| 6 | SMO0824 | 187,082 | 189,633 | aman |
| 7 | SMO0800 | 187,082 | 189,633 | aman |
| 8 | SMO0600 | 187,082 | 189,633 | aman |
| 9 | SMO0556 | 187,082 | 189,633 | aman |
| 10 | SMO0400 | 187,082 | 189,633 | aman |
| 11 | SMO0381 | 187,082 | 189,633 | aman |
| 12 | SMO0200 | 187,082 | 189,633 | aman |
| 13 | SMO0159 | 187,082 | 189,633 | aman |
| 14 | SMO0058 | 187,082 | 189,633 | aman |
| 15 | SMO0020 | 173,865 | 188,243 | aman |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Contoh perhitungan saluran primer Balong patok 33 dengan normalisasi saluran

$$Q = V \times A$$

$$A = (b + m \cdot y) y$$

$$P = b + 2 \cdot y \sqrt{1 + m^2}$$

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

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

$$Q = \left(\frac{1}{n} \times [R]^{2/3} \times I^{1/2} \right) \times A$$

Setelah dinormalisasi, maka diperoleh:

$$h = 2,6 \text{ m dan } b = 18 \text{ m}$$

$$Q = \left(\frac{1}{0,03} \times \left[\frac{(18+1 \cdot 2,6)2,6}{18 + 2 \cdot 2,6 \sqrt{1+1^2}} \right]^{2/3} \times 0,002156^{1/2} \right) \times ((18 + 1 \cdot 2,6)2,6)$$

$$Q = 86,2 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q > Q_{\text{rencana}} \rightarrow 86,2 \text{ m}^3/\text{det} > 76,52 \text{ m}^3/\text{det} \text{ (OK)}$$

Perhitungan saluran primer Balong dapat dilihat pada tabel 4.36

Tabel 4. 35 Perbandingan debit rencana periode ulang 5 tahun saluran primer Balong setelah normalisasi

| No | Nama patok | Q rencana (m ³ /det) | Q eksisting (m ³ /det) | keterangan |
|----|------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------|
| 1 | patok 33 | 76,52 | 86,20 | aman |
| 2 | patok 31 | 76,52 | 86,20 | aman |
| 3 | patok 29 | 76,52 | 86,20 | aman |
| 4 | patok 27 | 76,52 | 86,20 | aman |
| 5 | patok 25 | 76,52 | 86,20 | aman |
| 6 | patok 23 | 76,52 | 86,20 | aman |
| 7 | patok 21 | 76,52 | 86,20 | aman |
| 8 | patok 19 | 76,52 | 86,20 | aman |
| 9 | patok 17 | 76,52 | 86,20 | aman |
| 10 | patok 15 | 76,52 | 86,20 | aman |
| 11 | patok 13 | 76,52 | 86,20 | aman |
| 12 | patok 11 | 76,52 | 86,20 | aman |
| 13 | patok 9 | 76,52 | 86,20 | aman |
| 14 | patok 7 | 76,52 | 86,20 | aman |
| 15 | patok 5 | 76,52 | 86,20 | aman |
| 16 | patok 3 | 76,52 | 86,20 | aman |
| 17 | patok 1 | 76,52 | 86,20 | aman |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

4.8.3 Pengecekan Kapasitas Saluran Kali Greges

Pengecekan kapasitas saluran Kali Greges bagian hilir bertujuan untuk mengetahui kapasitas tampungan Kali Greges dalam menampung debit banjir dari Kali Simo bagian hulu setelah di normalisasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah kapasitas tampungan Kali Greges masih aman untuk menerima debit dari Kali Simo bagian hulu setelah di normalisasi.

Jika kapasitas tampungan Kali Greges tidak aman maka debit banjir dari Kali Simo akan dibuang atau dialihkan ke Kali Balong dengan melewati Saluran Gunungsari (*box culvert*).

Contoh perhitungan kapasitas tampungan atau *full bank capacity* Kali Greges untuk sta 4+200 dengan data sebagai berikut:

Bentuk saluran trapesium

$$b = 34,31 \text{ m}$$

$$h = 3,16 \text{ m}$$

$$m = 1 \text{ m}$$

$$n = 0,02 \text{ (saluran pasangan batu disemen)}$$

$$I_o = 0,0015$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} A_{\text{tot}} &= (b + m \cdot h) \cdot h \\ &= (34,31 + 1 \cdot 3,16) \cdot 3,16 \\ &= 118 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + 2h\sqrt{1 + m^2} \\ &= 34,31 + 2 \cdot 3,16 \sqrt{1 + (1)^2} \\ &= 43 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{118 \text{ m}^2}{43 \text{ m}} \\ &= 2,74 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,02} \times 2,74^{2/3} \times 0,0015^{1/2} \\ &= 3,79 \text{ m/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= A \times V \\ &= 118 \text{ m}^2 \times 3,79 \text{ m/det} \\ &= 448,74 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Perhitungan *full bank capacity existing* pada patok lainnya dapat dilihat pada tabel 4.37

Tabel 4. 36 Perhitungan kapasitas eksisting saluran Kali Greges

| No | Nama patok | penampang saluran | L (m) | I | n | m | b (m) | h (m) | A (m ²) | P (m) | R (m) | V (m/det) | Q eksisting (m ³ /det) |
|----|------------|-------------------|--------|-------|------|---|-------|-------|---------------------|-------|-------|-----------|-----------------------------------|
| 1 | sta 4+200 | | 4584,9 | 0,002 | 0,02 | 1 | 34,31 | 3,16 | 118,4 | 43,25 | 2,74 | 3,79 | 448,74 |
| 2 | sta 3+700 | | 4068,7 | 0,001 | 0,02 | 1 | 29,28 | 3,82 | 126,4 | 40,09 | 3,15 | 3,04 | 384,63 |
| 3 | sta 3+300 | trapesium | 3666,5 | 0,001 | 0,02 | 1 | 16,97 | 3,36 | 68,3 | 26,47 | 2,58 | 3,26 | 222,53 |
| 4 | sta 2+600 | | 2961,8 | 0,001 | 0,02 | 1 | 10,69 | 4,18 | 62,2 | 22,51 | 2,76 | 2,87 | 178,32 |
| 5 | sta 2+200 | | 2559,2 | 0,001 | 0,02 | 1 | 11,54 | 5,15 | 86,0 | 26,11 | 3,29 | 2,86 | 246,20 |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Contoh perhitungan debit rencana Kali Greges untuk sta 4+200 dengan data sebagai berikut :

$$\beta = 0,98 \text{ (lihat tabel 3.12)}$$

$$C = 0,9$$

$$I_t = 23,062 \text{ mm/jam}$$

$$A = 10,9 \text{ km}^2$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times \beta \times C \times I_t \times A$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times 0,98 \times 0,9 \times 23,062 \frac{\text{mm}}{\text{jam}} \times 10,9 \text{ km}^2$$

$$Q = 61,62 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dengan:

Q = Debit puncak (m³/det)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km²)

Perhitungan debit rencana pada patok lainnya dapat dilihat pada tabel 4.38

Tabel 4. 37 Perhitungan debit rencana 5 tahun Kali Greges

| No | Nama patok | C | β | I (mm/jam) | A (km ²) | Q rencana (m ³ /det) |
|----|------------|-----|---------|------------|----------------------|---------------------------------|
| 1 | sta 4+200 | 0,9 | 0,98 | 23,06 | 10,90 | 61,62 |
| 2 | sta 3+700 | 0,9 | 0,98 | 20,65 | 9,97 | 50,49 |
| 3 | sta 3+300 | 0,9 | 0,98 | 23,05 | 9,21 | 52,06 |
| 4 | sta 2+600 | 0,9 | 0,98 | 25,42 | 7,98 | 49,72 |
| 5 | sta 2+200 | 0,9 | 0,98 | 25,95 | 7,43 | 47,26 |

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Perbandingan debit rencana 5 tahun Kali Greges dengan kapasitas tampungan (*full bank capacity*) Kali Greges dapat dilihat pada tabel 4.39

Tabel 4. 38 Perbandingan debit rencana 5 tahun Kali Greges

| No | Nama patok | Q rencana (m ³ /det) | Q eksisting (m ³ /det) | Keterangan |
|----|------------|---------------------------------|-----------------------------------|------------|
| 1 | sta 4+200 | 61,62 | 448,74 | aman |
| 2 | sta 3+700 | 50,49 | 384,63 | aman |
| 3 | sta 3+300 | 52,06 | 222,53 | aman |
| 4 | sta 2+600 | 49,72 | 178,32 | aman |
| 5 | sta 2+200 | 47,26 | 246,20 | aman |

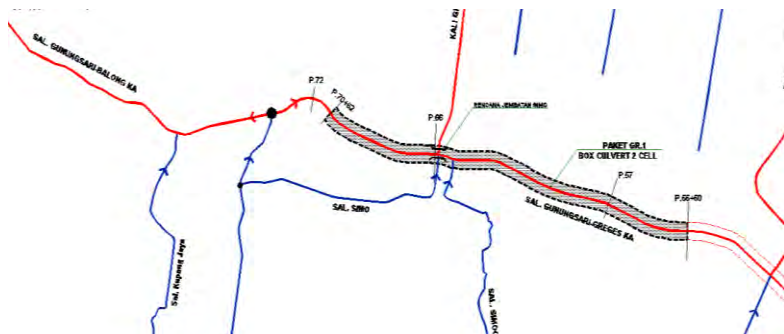
(Sumber : Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan pada tabel 4.38 diatas dapat diketahui bahwa kapasitas eksisting pada Kali Greges semakin ke hilir bertambah besar sehingga sangat aman untuk menerima debit banjir dari Kali Simo dikarenakan dimensi saluran pada Kali Greges sangat besar sehingga mencukupi untuk menampung debit yang besar.

4.8.4 Pengecekan Saluran Gunungsari (*box culvert*)

Pengecekan kapasitas saluran Gunungsari (*box culvert*) bertujuan untuk mengetahui kapasitas *box culvert* dalam menampung debit banjir dari Kali Simo bagian hulu dan dari saluran Gunungsari bagian hulu. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah *box culvert* tersebut dapat berfungsi dengan maksimal untuk menerima debit dari Kali Simo bagian hulu dan dari saluran Gunungsari bagian hulu

Contoh perhitungan debit rencana dan kapasitas tampungan atau *full bank capacity box culvert* pada saluran Gunungsari untuk sta P 57 (sebelum saluran Simogunung yang mengalir ke Kali Greges Simo), sta P 66 (jembatan Simo antara saluran Simo dengan Kali Greges Simo) dan sta P 72 (sebelum bangunan pembagi). (terlihat pada gambar 4.1).



Gambar 4. 1 Letak patok yang ditinjau pada saluran Gunungsari (*box culvert*)

Untuk sta P 57

Diketahui:

$$C = 0,8$$

$$I_t = 21,88 \text{ mm/jam}$$

$$A = 5,33 \text{ km}^2$$

$$\beta = 0,98 \text{ (lihat tabel 3.12)}$$

$$Q_{\text{rencana}} = \frac{1}{3,6} \times \beta \times C \times I_t \times A$$

$$Q_{\text{rencana}} = \frac{1}{3,6} \times 0,98 \times 0,8 \times 21,88 \frac{\text{mm}}{\text{jam}} \times 5,33 \text{ km}^2$$

$$Q_{\text{rencana}} = 25,42 \text{ m}^3/\text{det}$$

2 box culvert dengan ukuran :

$$b = 3,5 \text{ m}$$

$$h = 3,5 \text{ m}$$

$$n = 0,02$$

$$I_o = 0,00059$$

Penyelesaian:

$$A_{\text{tot}} = (b \times h) \cdot 2$$

$$= (3,5 \times 3,5) \cdot 2$$

$$= 24,5 \text{ m}^2$$

$$P = (2 \cdot b + 2 \cdot h) \times 2$$

$$= (2 \cdot 3,5 + 2 \cdot 3,5) \times 2$$

$$= 28 \text{ m}$$

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

$$= \frac{24,5 \text{ m}^2}{28 \text{ m}}$$

$$= 0,875 \text{ m}$$

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

$$= \frac{1}{0,02} \times 0,875^{2/3} \times 0,00059^{1/2}$$

$$= 1,11 \text{ m/det}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ saluran} &= A \times V \\
 &= 24,5 \text{ m}^2 \times 0,97 \text{ m/det} \\
 &= 27,22 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Untuk perbandingan debit rencana 5 tahun dan debit saluran sta P 66 dan sta P 72 dapat dilihat pada tabel 4.39

Tabel 4. 39 Perbandingan Qrencana dan Qsaluran pada saluran Gunungsari

| No | Nama patok | Q rencana (m3/det) | Q eksisting (m3/det) | keterangan |
|----|------------|--------------------|----------------------|------------|
| 1 | P 57 | 27,51 | 27,22 | Meluber |
| 2 | P 66 | 44,18 | 26,04 | Meluber |
| 3 | P 72 | 61,14 | 26,76 | Meluber |

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari hasil perhitungan pada tabel 4.39 dapat diketahui bahwa kapasitas tampungan *box culvert* pada saluran Gunungsari tidak mencukupi untuk menerima debit dari Kali Simo bagian hulu dan saluran Gunungsari bagian hulu yang besar. Jadi dapat disimpulkan pembangunan *box culvert* tidak berfungsi dengan baik dikarenakan tidak dapat memaksimalkan penampungan kapasitas debit yang terlalu besar dari Kali Simo bagian hulu dan saluran Gunungsari bagian hulu.

Oleh sebab itu untuk memaksimalkan fungsi saluran Gunungsari sebagai *collecor drain* maka diperlukan adanya perencanaan ulang terhadap *box culvert* tersebut atau dengan mengatur debit air yang melalui saluran Gunungsari dengan pintu air di Kali Simo bagian hilir , pintu pembagi di saluran Simo sebelum saluran Gunungsari dan pintu air di Kali Balong

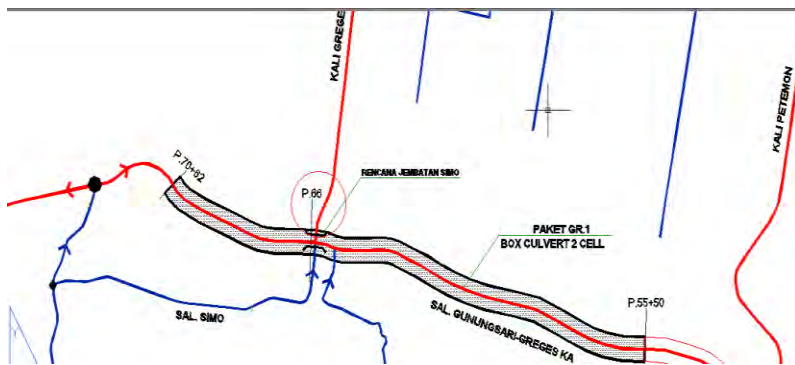
4.8.5 Perencanaan Pintu Air

Pembangunan pintu air pada saluran-saluran ini bertujuan untuk mengatur debit air yang diterima pada saluran tersebut sehingga saluran tersebut tidak meluber. Dalam studi ini, pintu air dibangun di Kali Greges bagian hilir Kali Simo, saluran Simo yang menuju saluran Gunungsari dan Kali Balong sesudah saluran Gunungsari yang menuju kehilir Kali Balong.

Dengan adanya pintu air ini diharapkan pada saat kondisi debit limpasan tinggi maka pintu air dapat mengalirkan air ke saluran hilir yang lain sehingga debit di kedua saluran hilir tidak meluber.

4.8.5.1 Pintu Air Saluran Simo Bagian Hilir

Letak pintu air Saluran Simo bagian hilir dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Letak pintu air pada Saluran Simo bagian hilir.

Untuk menghitung tinggi bukaan pintu air, maka harus diketahui debit yang dialirkan sepanjang saluran Simo bagian hulu. Pintu air ini mengalirkan debit dari saluran Simo ke Kali Greges dengan melewati saluran Gunungsari (*box culvert*).

Perhitungan debit rencana 5 tahun yang mengalir pada saluran Simo bagian hulu dengan data sebagai berikut :

$$C = 0,8$$

$$I_t = 52,53 \text{ mm}$$

$$A = 2,28 \text{ km}^2$$

$$Q_{\text{rencana}} = \frac{1}{3,6} \times \beta \times C \times I_t \times A$$

$$Q_{\text{rencana}} = \frac{1}{3,6} \times 1 \times 0,8 \times 52,53 \frac{\text{mm}}{\text{jam}} \times 2,28 \text{ km}^2$$

$$Q_{\text{rencana}} = 26,65 \text{ m}^3/\text{det}$$

Perhitungan *full bank capacity* yang mengalir pada saluran Simo bagian hilir dengan data sebagai berikut :

Bentuk saluran persegi

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

$$h = 1 \text{ m}$$

$$I = 0,0168$$

$$n = 0,02$$

$$\begin{aligned} A_{\text{tot}} &= (b + m \cdot h) \cdot h \\ &= (20 \text{ m} + 0,3 \text{ m} \cdot 1 \text{ m}) \cdot 1 \text{ m} \\ &= 20,3 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + 2h\sqrt{1 + m^2} \\ &= 20 \text{ m} + 2 \cdot 1 \text{ m} \sqrt{1 + (0,3 \text{ m})^2} \\ &= 22,09 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{20,03 \text{ m}^2}{22,09 \text{ m}} \\ &= 0,92 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\
 &= \frac{1}{0,02} \times 0,92^{2/3} \times 0,0168^{1/2} \\
 &= 4,08 \text{ m/det}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ saluran} &= A \times V \\
 &= 20,3 \text{ m}^2 \times 4,08 \text{ m/det} \\
 &= 82,91 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

$$Q \text{ saluran} = 82,91 \text{ m}^3/\text{det} > Q \text{ rencana} = 26,65 \text{ m}^3/\text{det} \text{ (aman)}$$

Untuk menghitung tinggi bukaan pintu air menggunakan rumus :

$$Q_{rencana} = \mu \times a \times b \times \sqrt{2 \cdot g \cdot z}$$

Keterangan:

$Q_{rencana}$ = debit rencana 5 tahun (m^3/det)

μ = koefisien debit ($\pm 0,8$)

a = tinggi bukaan pintu (m)

b = lebar bukaan pintu (m)

g = percepatan gravitasi (m^2/det)

z = kehilangan tinggi energi air saat pintu dioperasikan (0,2 m) dengan data sebagai berikut :

$Q_{rencana} = 26,65 \text{ m}^3/\text{det}$ dibagi menjadi 3 pintu = $8,88 \text{ m}^3/\text{det}$

b saluran = 20 m, maka terdapat 3 pintu air.

b pintu air = 2 m

$g = 9,8 \text{ (m/det}^2\text{)}$

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{Q_{rencana}}{\mu \times b \times \sqrt{2 \cdot g \cdot z}} \\
 a &= \frac{8,88 \frac{\text{m}^3}{\text{det}}}{0,8 \times 2 \text{ m} \times \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m/det}^2 \cdot 0,5}}
 \end{aligned}$$

$$a = 1,77 \text{ m}$$

Jika debit banjir pada saluran Simo dan saluran Gunungsari besar, maka pintu air yang mengalirkan debit ke Kali Greges akan akan dibuka dengan tinggi bukaan 1,77 m.

4.8.5.2 Pintu Air Saluran Simo menuju Saluran Gunungsari

Letak pintu air pembagi Saluran Simo dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4. 3 Letak pintu air pembagi pada Saluran Simo menuju Saluran Gunungsari

Untuk menghitung tinggi bukaan pintu air, maka harus diketahui debit yang dialirkan sepanjang saluran Simo bagian hulu. Pintu air ini dibagi menjadi dua yaitu mengalirkan debit ke Kali Greges dan mengalirkan debit ke Kali Balong dengan melewati saluran Gunungsari (*box culvert*).

Perhitungan debit rencana 5 tahun yang mengalir pada saluran Simo bagian hulu dengan data sebagai berikut :

$$C = 0,8$$

$$I_t = 25,58 \text{ mm}$$

$$A = 3,05 \text{ km}^2$$

$$Q_{rencana} = \frac{1}{3,6} \times \beta \times C \times I_t \times A$$

$$Q_{rencana} = \frac{1}{3,6} \times 1 \times 0,8 \times 25,58 \frac{\text{mm}}{\text{jam}} \times 3,05 \text{ km}^2$$

$$Q_{rencana} = 17,35 \text{ m}^3/\text{det}$$

Perhitungan *full bank capacity* yang mengalir pada saluran Simo bagian hulu dengan data sebagai berikut :

Bentuk saluran persegi

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

$$h = 3,5 \text{ m}$$

$$I = 0,00011$$

$$n = 0,02$$

$$A_{\text{tot}} = (b \times h)$$

$$= (10\text{m} \times 3,5\text{m})$$

$$= 35 \text{ m}^2$$

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

$$= (10\text{m} + 2 \cdot 3,5\text{m})$$

$$= 17 \text{ m}$$

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

$$= \frac{35 \text{ m}^2}{17 \text{ m}}$$

$$= 2,06 \text{ m}$$

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

$$= \frac{1}{0,02} \times 2,06^{2/3} \times 0,00011^{1/2}$$

$$= 0,85 \text{ m/det}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ saluran} &= A \times V \\
 &= 35 \text{ m}^2 \times 0,85 \text{ m/det} \\
 &= 29,7 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

$$Q_{\text{saluran}} = 29,7 \text{ m}^3/\text{det} > Q_{\text{rencana}} = 17,35 \text{ m}^3/\text{det} \text{ (aman)}$$

Untuk menghitung tinggi bukaan pintu air menggunakan rumus :

$$Q_{\text{rencana}} = \mu \times a \times b \times \sqrt{2 \cdot g \cdot z}$$

Keterangan:

Q_{rencana} = debit rencana 5 tahun (m^3/det)

μ = koefisien debit ($\pm 0,8$)

a = tinggi bukaan pintu (m)

b = lebar bukaan pintu (m)

g = percepatan gravitasi (m^2/det^2)

z = kehilangan tinggi energi air saat pintu dioperasikan (0,2 m)

dengan data sebagai berikut :

$Q_{\text{rencana}} = 17,35 \text{ m}^3/\text{det}$ dibagi menjadi 3 pintu = $5,67 \text{ m}^3/\text{det}$

b saluran = 10 m, maka terdapat 6 pintu air dengan pembagian 3 pintu mengalirkan debit ke Kali Greges dan 3 pintu mengalirkan debit ke Kali Balong melewati saluran Gunungsari.

b pintu air = 1,4 m

$g = 9,8 \text{ (m/det}^2\text{)}$

$$a = \frac{Q_{\text{rencana}}}{\mu \times b \times \sqrt{2 \cdot g \cdot z}}$$

$$a = \frac{5,67 \frac{\text{m}^3}{\text{det}}}{0,8 \times 1,4 \text{ m} \times \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m/det}^2 \cdot 0,5}}$$

$$a = 1,6 \text{ m}$$

Jika debit banjir pada saluran Simo besar, maka pintu air yang mengalirkan debit ke Kali Greges akan ditutup dan pintu air yang mengalirkan debit ke Kali Balong akan dibuka dengan tinggi bukaan 1,6 m.

4.8.5.3 Pintu Air Kali Balong

Letak pintu air Kali Balong dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4. 4 Letak pintu air pada Kali Balong

Untuk menghitung tinggi bukaan pintu air, maka harus diketahui debit yang dialirkan dari saluran Gunungsari dan Kali Balong bagian hulu.

Perhitungan debit rencana 5 tahun yang mengalir pada saluran Simo bagian hulu dengan data sebagai berikut :

$$C = 0,8$$

$$I_t = 43,23 \text{ mm}$$

$$A = 4,84 \text{ km}^2$$

$$Q_{rencana} = \frac{1}{3,6} \times \beta \times C \times I_t \times A$$

$$Q_{rencana} = \frac{1}{3,6} \times 0,98 \times 0,8 \times 43,23 \frac{\text{mm}}{\text{jam}} \times 4,84 \text{ km}^2$$

$$Q_{rencana} = 45,63 \text{ m}^3/\text{det}$$

Perhitungan *full bank capacity* yang mengalir pada saluran Simo bagian hulu dengan data sebagai berikut :

Bentuk saluran persegi

$$b = 10,2 \text{ m}$$

$$h = 2,6 \text{ m}$$

$$I = 0,0065$$

$$n = 0,03$$

$$\begin{aligned} A_{\text{tot}} &= (b \times h) \\ &= (10,2\text{m} \times 2,6\text{m}) \\ &= 33,28 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= (b + 2 \cdot h) \\ &= (10\text{m} + 2 \cdot 2,6\text{m}) \\ &= 17,55 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{33,28 \text{ m}^2}{17,55 \text{ m}} \\ &= 1,9 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,03} \times 1,9^{2/3} \times 0,0065^{1/2} \\ &= 4,12 \text{ m/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ saluran} &= A \times V \\
 &= 33,28 \text{ m}^2 \times 4,12 \text{ m/det} \\
 &= 137 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

$$Q \text{ saluran} = 137 \text{ m}^3/\text{det} > Q \text{ rencana} = 45,63 \text{ m}^3/\text{det} \text{ (aman)}$$

Untuk menghitung tinggi bukaan pintu air menggunakan rumus :

$$Q \text{ rencana} = \mu \times a \times b \times \sqrt{2 \cdot g \cdot z}$$

Keterangan:

Q rencana = debit rencana 5 tahun (m^3/det)

μ = koefisien debit ($\pm 0,8$)

a = tinggi bukaan pintu (m)

b = lebar bukaan pintu (m)

g = percepatan gravitasi (m^2/det)

z = kehilangan tinggi energi air saat pintu dioperasikan (0,2 m) dengan data sebagai berikut :

Q rencana = 45,63 m^3/det dibagi menjadi 6 pintu = 7,6 m^3/det

b saluran = 10,2 m

b pintu air = 1,5 m

g = 9,8 (m/det^2)

$$a = \frac{Q \text{ rencana}}{\mu \times b \times \sqrt{2 \cdot g \cdot z}}$$

$$a = \frac{7,6 \frac{\text{m}^3}{\text{det}}}{0,8 \times 1,5 \text{ m} \times \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m}/\text{det}^2 \cdot 0,5}}$$

$$a = 2 \text{ m}$$

Jika debit banjir pada saluran Gunungsari dan Kali Balong bagian hulu besar, maka pintu air yang mengalirkan debit ke Kali Balong akan dibuka dengan tinggi bukaan pintu air 2 m.

“Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari studi evaluasi dan perencanaan saluran Gunungsari terhadap drainase Greges dan drainase Balong, dapat diketahui bahwa debit rencana 5 tahun yang mengalir pada saluran primer Gunungsari dengan meninjau beberapa titik sebagai berikut :

- sta P 57 (sebelum saluran Simogunung yang mengalir ke Kali Greges Simo) dengan debit rencana 5 tahun sebesar 27,51 m³/det dan *full bank capacity* 27,22 m³/det (meluber).
- sta P 66 (jembatan Simo antara saluran Simo dengan Kali Greges Simo) dengan debit rencana 5 tahun sebesar 44,81 m³/det dan *full bank capacity* 26,04 m³/det (meluber).
- sta P 72 (sebelum bangunan pembagi) dengan debit rencana 5 tahun sebesar 61,14 m³/det dan *full bank capacity* 26,76 m³/det (meluber).

Dari hasil tersebut dapat diketahui kapasitas tampungan (*box culvert*) tidak dapat menampung debit rencana 5 tahun dari Kali Simo dan Kali Balong.

Untuk pengecekan kapasitas tampungan Kali Simo (hilir) mempunyai debit 5 tahun sebesar 161,597 m³/det sedangkan full bank capacity 26,998 m³/det dan Kali Balong mempunyai debit 5 tahun sebesar 50,143 m³/det sedangkan full bank capacity 8,857 m³/det. Dari hasil tersebut dapat diketahui debit yang mengalir pada Kali Simo (hilir) dan Kali Balong sangat besar sehingga dilakukan pembagian aliran dan menormalisasi saluran tersebut.

Normalisasi dilakukan setelah dilakukan pembagian aliran. Dapat diketahui kapasitas tampungan Kali Simo 189,63 m³/det dan kapasitas tampungan Kali Balong 86,2 m³/det.

5.2 Saran

Untuk mengatasi debit banjir yang besar pada saluran Gunungsari dilakukan pengaturan aliran sebagai berikut, jika debit banjir sangat besar dari Kali Simo bagian hulu maka aliran dari Kali Simo akan dialirkan menuju Kali Balong dengan penggunaan pintu air sedangkan jika debit dari Kali Simo bagian hulu tidak besar maka aliran dapat dialirkan ke Kali Simo bagian hilir dan Kali Balong. Pengaturan aliran tersebut didukung dengan memaksimalkan operasional bangunan pelengkap berupa pintu air. Pintu air ini di saluran Simo bagian hilir, saluran Simo yang menuju saluran Gunungsari dan Kali Balong bagian hilir.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini. (1996). *Hidrolika Saluran Terbuka*. Surabaya: CV. Citra Media.
- Harto, S. (1993). *Analisis Hidrologi*. Yogyakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Loebis, J. (1984). *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*. Jakarta: Badan Penerbit.
- SDMP (Surabaya Drainage Master Plan). (2018).
- Soemarto, C. (1987). *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soesrodarsono, S. (1993). *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Bandung: NOVA.
- Subarkah, I. (1980). *Hidrologi untuk Bangunan Air*. Bandung: Idea Dharma.
- Suripin. (2003). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Semarang: ANDI.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama : Diego Hananda Z & Permata Prameawari
NRP : 3112030005 3112030052
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Saluran Drainase Primer Gunung Sari
Ruas Gunung Sari - Grejges sampai Gunung Sari - Balong
Dosen Pembimbing : Ir. Ismail Sa'ud, M. MT.

| No | Tanggal | Tugas / Materi yang dibahas | Tanda tangan | Keterangan | | |
|----|-----------|-----------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | 12/6 2015 | - Revisi 'Bob IV' | | | | |
| | | - Laporan lengkap | | | | |
| | 23/6 2015 | - Perbaiki gambar | | B | C | K |
| | | - Perbaiki kesimpulan | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | | | | |
| | | | | B | C | K |
| | | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | | | | |
| | | | | B | C | K |
| | | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| | | | | | | |
| | | | | B | C | K |
| | | | | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Ket. :
B = Lebih cepat dari jadwal
C = Sesuai dengan jadwal
K = Terlambat dari jadwal



BERITA ACARA
UJIAN PROYEK AKHIR TERAPAN
 PROGRAM DIPLOMA TEKNIK SIPIL FTSP - ITS




No. Agenda :
8

PROGRAM DIPLOMA 3 BANGUNAN AIR





Tanggal :
23 Juni 2015

Judul Proyek Akhir **Perencanaan Saluran Drainase Primer Gunung Sari Ruas Gunung Sari - Greges Sampai Gunung Sari - Balong**


| | | | |
|----------------------------|---|--------------|------------|
| Nama Mahasiswa 1 | DIEGA HANANDA Z | NRP | 3112030005 |
| Nama Mahasiswa 2 | PERMATA PRAMESWARI | NRP | 3112030052 |
| Dosen Pembimbing 1 Nip: | Ir. Ismail Sa'ud, MMT. 19600517 198903 1 002 | Tanda tangan | |
| Dosen Pembimbing 2 Nip: | | Tanda tangan | |

| URAIAN REVISI | Dosen Penguji |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - 1. Bahan² diperlihatkan - 2. tampilan long-section - 3. kesimpulan sesuai hasil analisa. |  Ir. Didik Harijanto, CES. NIP 19590329 198811 1 001 |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Cek. tabel b3 $\gamma = \frac{6,4m}{2,457} = 2,61$ 2. tabel 24 $0,70$ 3. $\gamma = 25$ $\rho_{rencana} = \dots$ $\rho_{sektor} = \dots$ 4. Cek tabel 9, 20, 4, 31, 4, 32. |  Ir. Choirul Anwar. NIP 19520114 198803 1 001 |
| <p>Notasi gambar garis warna diganti garis putus? tidak warna</p> |  Ir. Edy Sumirman, MT. NIP 19581212 198701 1 001 |
| | NIP |

PERSETUJUAN HASIL REVISI

| Dosen Penguji 1 | Dosen Penguji 2 | Dosen Penguji 3 | Dosen Penguji 4 | Dosen Pembimbing |
|---|---|---|-----------------|---|
|  |  |  | |  |
| Ir. Didik Harijanto, CES. | Ir. Choirul Anwar. | Ir. Edy Sumirman, MT. | | Ir. Ismail Sa'ud, MMT./ |
| NIP 19590329 198811 1 001 | NIP 19520114 198803 1 001 | NIP 19581212 198701 1 001 | NIP | NIP 19600517 198903 1 002/ |

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Proyek Akhir

| | | |
|--|---|--------------|
| | Pembimbing 1 | Pembimbing 2 |
| |  Ir. Ismail Sa'ud, MMT. Nip. 19600517 198903 1 002 | Nip. |

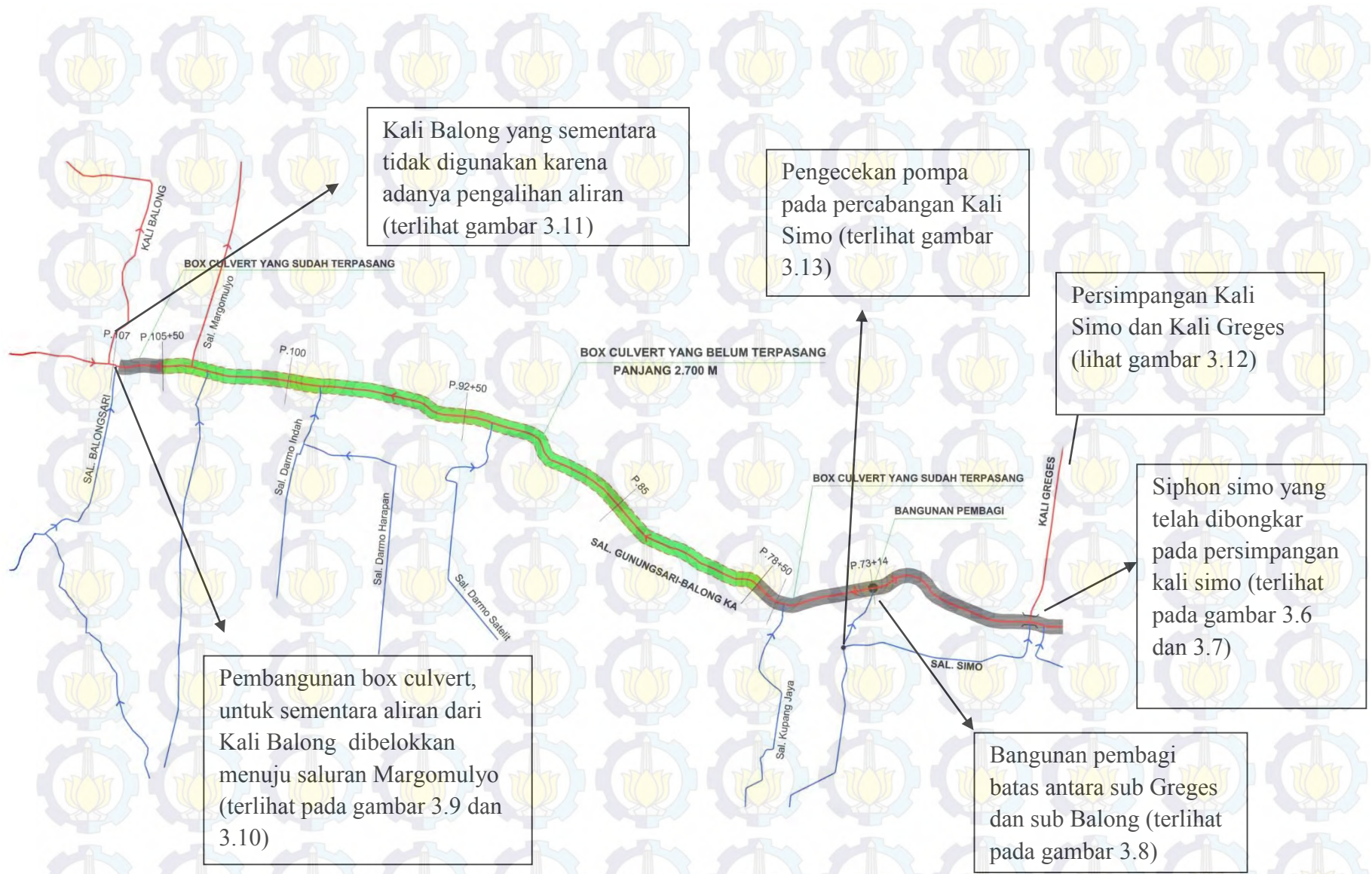


ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama : Diega Hananda Z & Permata Prameswari
NRP : 3112030005 3112030052
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Saluran Drainase Primer Gunung Sari Ruas Gunung Sari - Greges sampai Gunung Sari - Balong
Dosen Pembimbing : Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.

| No | Tanggal | Tugas / Materi yang dibahas | Tanda tangan | Keterangan | | |
|----|------------|---|--------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1. | | cek. catchment area & struktur hujan. | <i>[Signature]</i> | | | |
| 2 | 4/3 '2015 | hitung FBC & debit rencana. | <i>[Signature]</i> | <input type="checkbox"/> B | <input type="checkbox"/> C | <input type="checkbox"/> K |
| 3 | 27/3 '2015 | - plotting CA - point A3 | <i>[Signature]</i> | | | |
| 4. | 10/4 2015 | Hitung kapasitas Greges Hitung kapasitas Balong | <i>[Signature]</i> | <input type="checkbox"/> B | <input type="checkbox"/> C | <input type="checkbox"/> K |
| 5. | 25/4 2015 | Pengecekan aliran Greges (Simo) | <i>[Signature]</i> | <input type="checkbox"/> B | <input type="checkbox"/> C | <input type="checkbox"/> K |
| 6. | 16/5 2015 | Pengecekan data kapasitas Balong dengan lapangan | <i>[Signature]</i> | | | |
| 7. | 30/5 2015 | Hitung kapasitas Greges setelah pertigaan sampai hilir | <i>[Signature]</i> | <input type="checkbox"/> B | <input type="checkbox"/> C | <input type="checkbox"/> K |
| | | Hitung alternatif 2 (pembelokan saluran Simo ke Balong) | <i>[Signature]</i> | <input type="checkbox"/> B | <input type="checkbox"/> C | <input type="checkbox"/> K |
| | | Buat word sampai perencanaan alternatif 2 | <i>[Signature]</i> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8 | 5/6 '2015 | plotting rencana hasil desain | <i>[Signature]</i> | | | |

Ket. :
 D = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



Skema Sistem Jaringan Drainase Ruas Greges sampai Balong



Aliran dari Kali Simo menuju Kali Greges (tampak dari Kali Simo sebelum Jembatan)



Pintu Air di Kali Simo (sesudah Jembatan)



Percabangan Kali Simo



Bangunan Pembagi pada Kali Simo



Pembangunan Box Culvert di Saluran Gunungsari pada Persimpangan Kali Balong



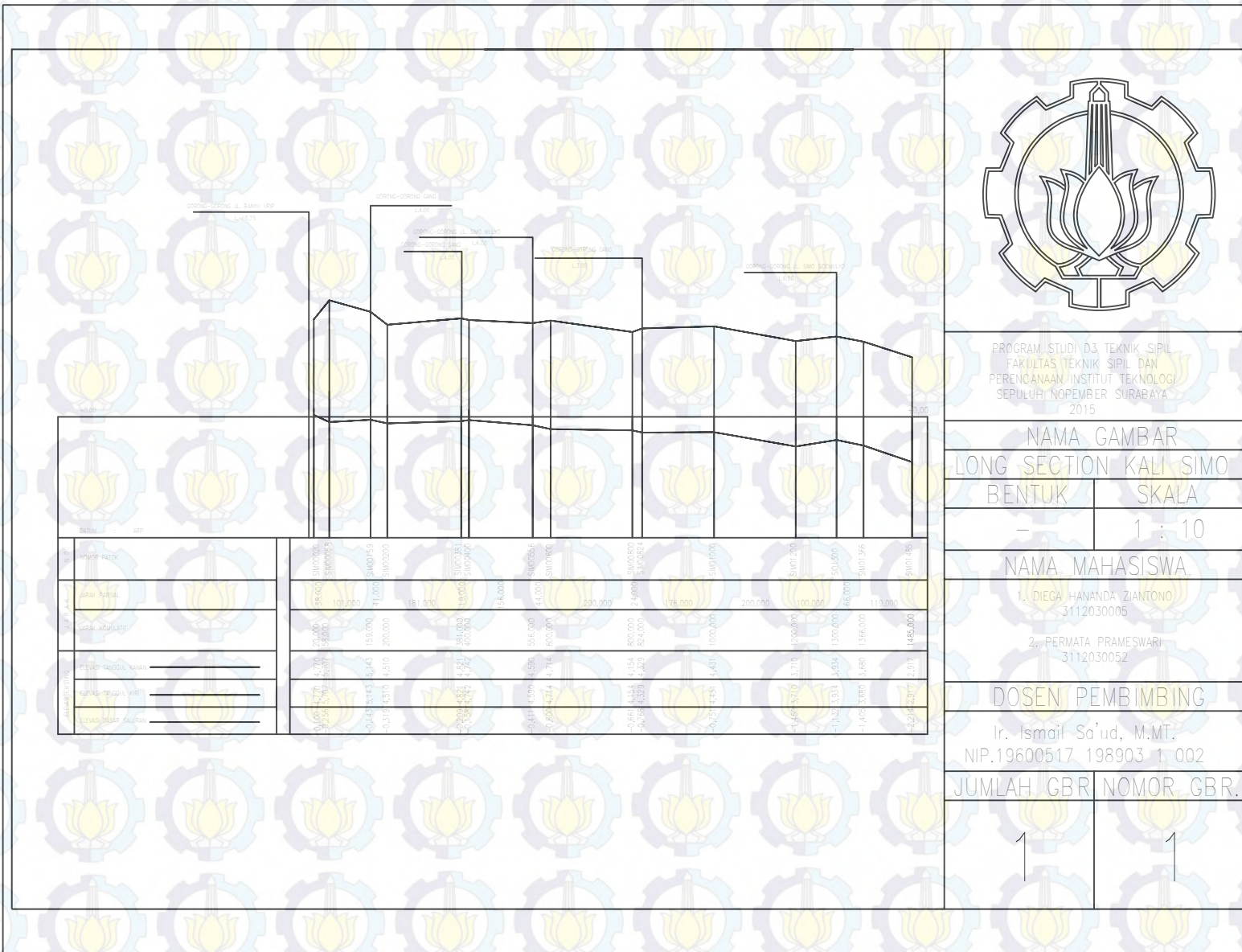
Pembelokkan Aliran sementara dari Kali Balong menuju Saluran Margomulyo (dengan Box Culvert Kecil)



Gambar 3.11 Kali Balong bagian hilir yang tidak digunakan sementara



Pertemuan antara Kali Simo dan Kali Greges yang menuju ke Kali Greges



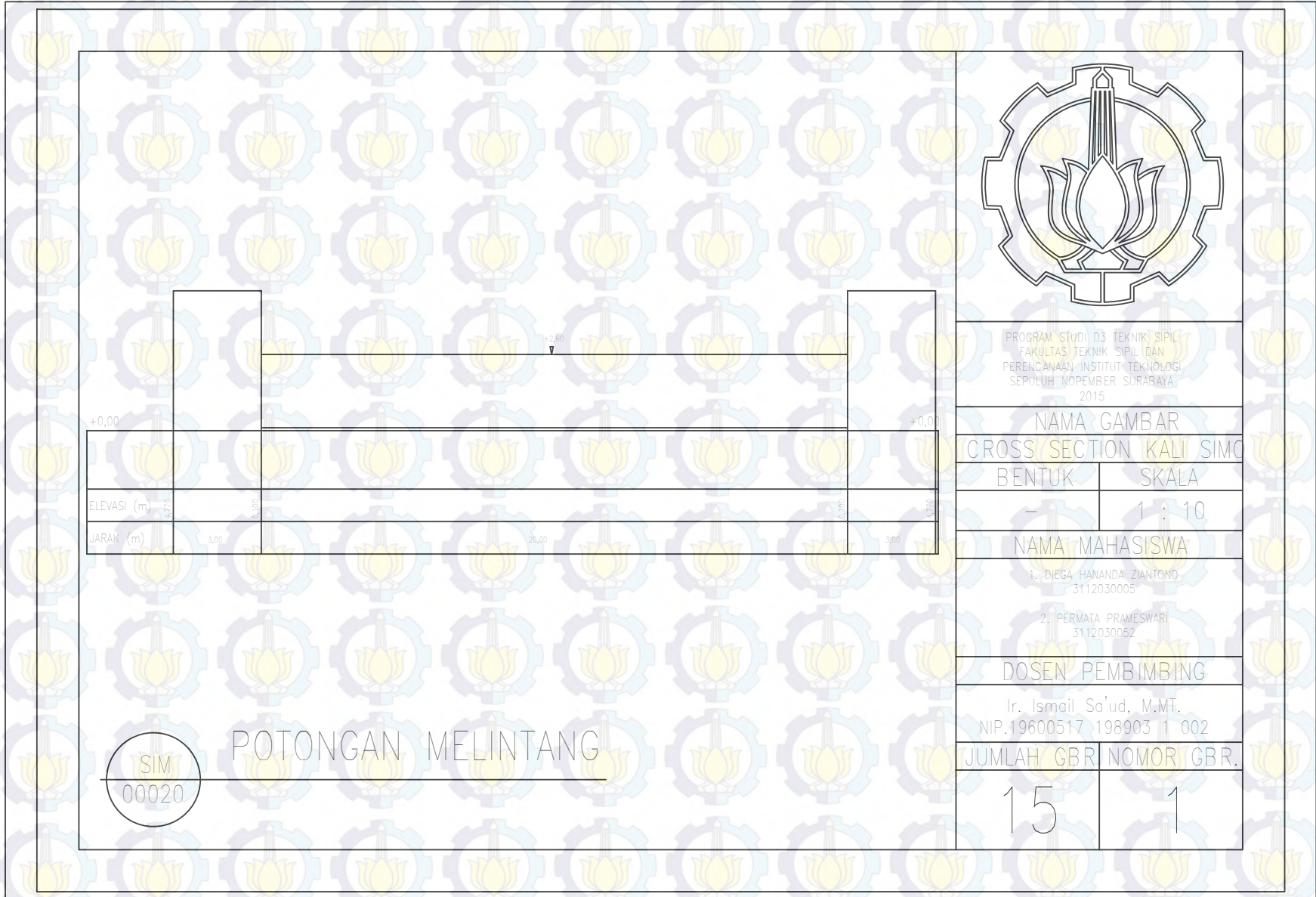
PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
 PERENCANAAN/INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
 2015

NAMA GAMBAR
 LONG SECTION KALI SIMO
 BENTUK SKALA
 - 1 : 10

NAMA MAHASISWA
 1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
 3112030005
 2. PERMATA PRAMESWARI
 3112030052

DOSEN PEMBIMBING
 Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR 1
 NOMOR GBR. 1



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
 PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
 2015

NAMA GAMBAR
 CROSS SECTION KALI SIMO
 BENTUK SKALA
 - 1 : 10

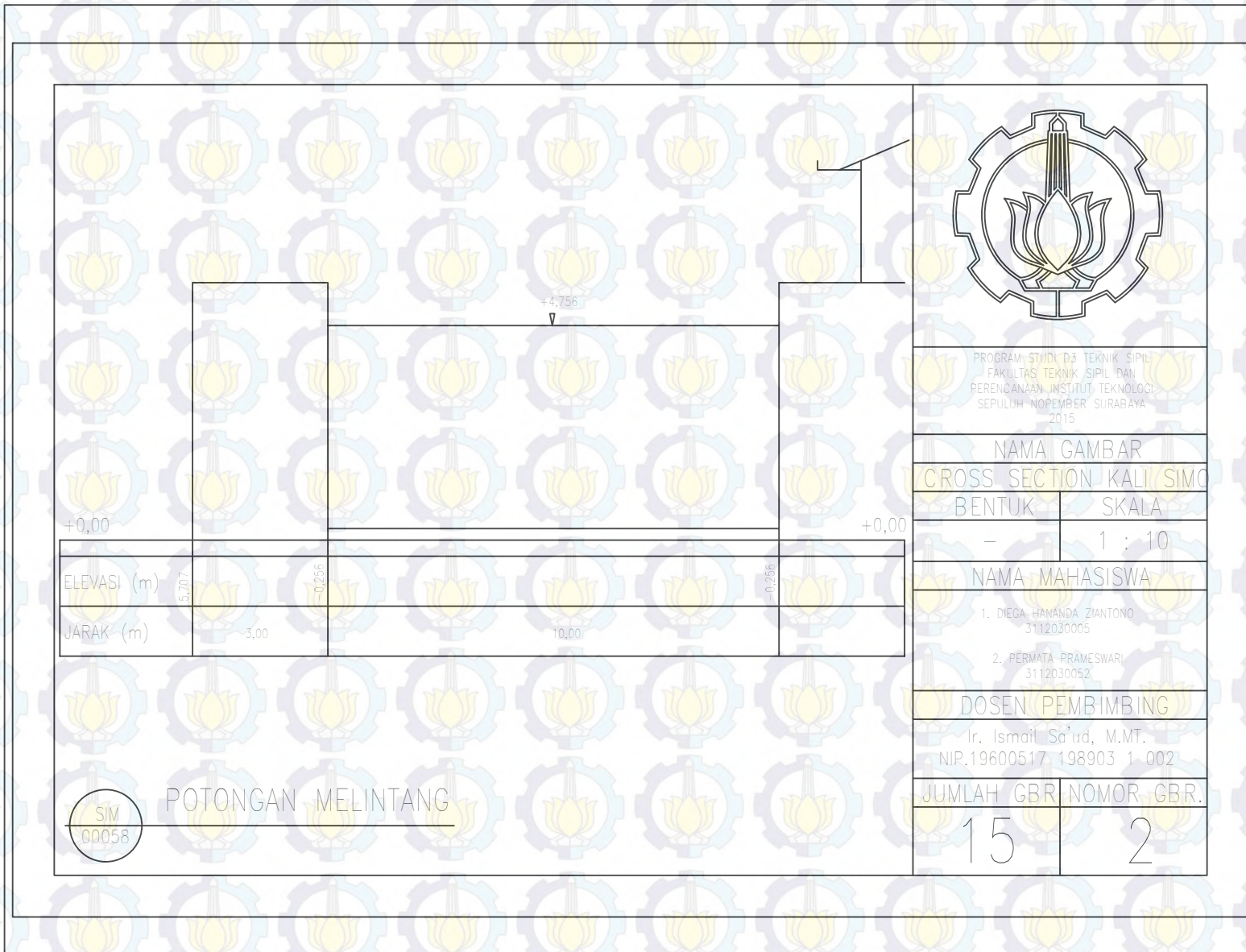
NAMA MAHASISWA
 1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
 3112030005
 2. PERMATA PRAMESWARI
 3112030052

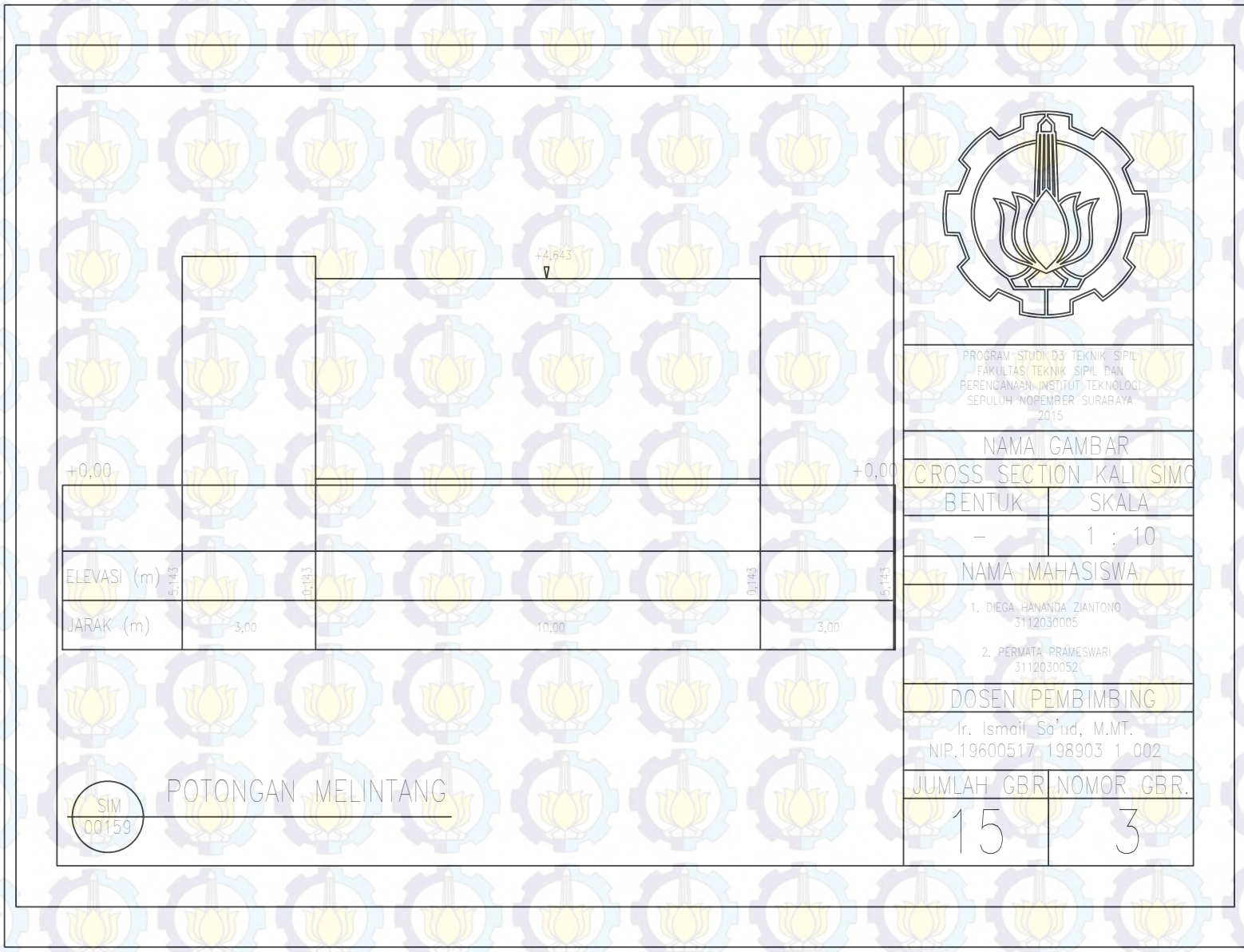
DOSEN PEMBIMBING
 Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

| | |
|------------|------------|
| JUMLAH GBR | NOMOR GBR. |
| 15 | 1 |

SIM
 00020

POTONGAN MELINTANG





PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
 PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
 2015

NAMA GAMBAR
 CROSS SECTION KALI SIMO
 BENTUK SKALA
 - 1 : 10

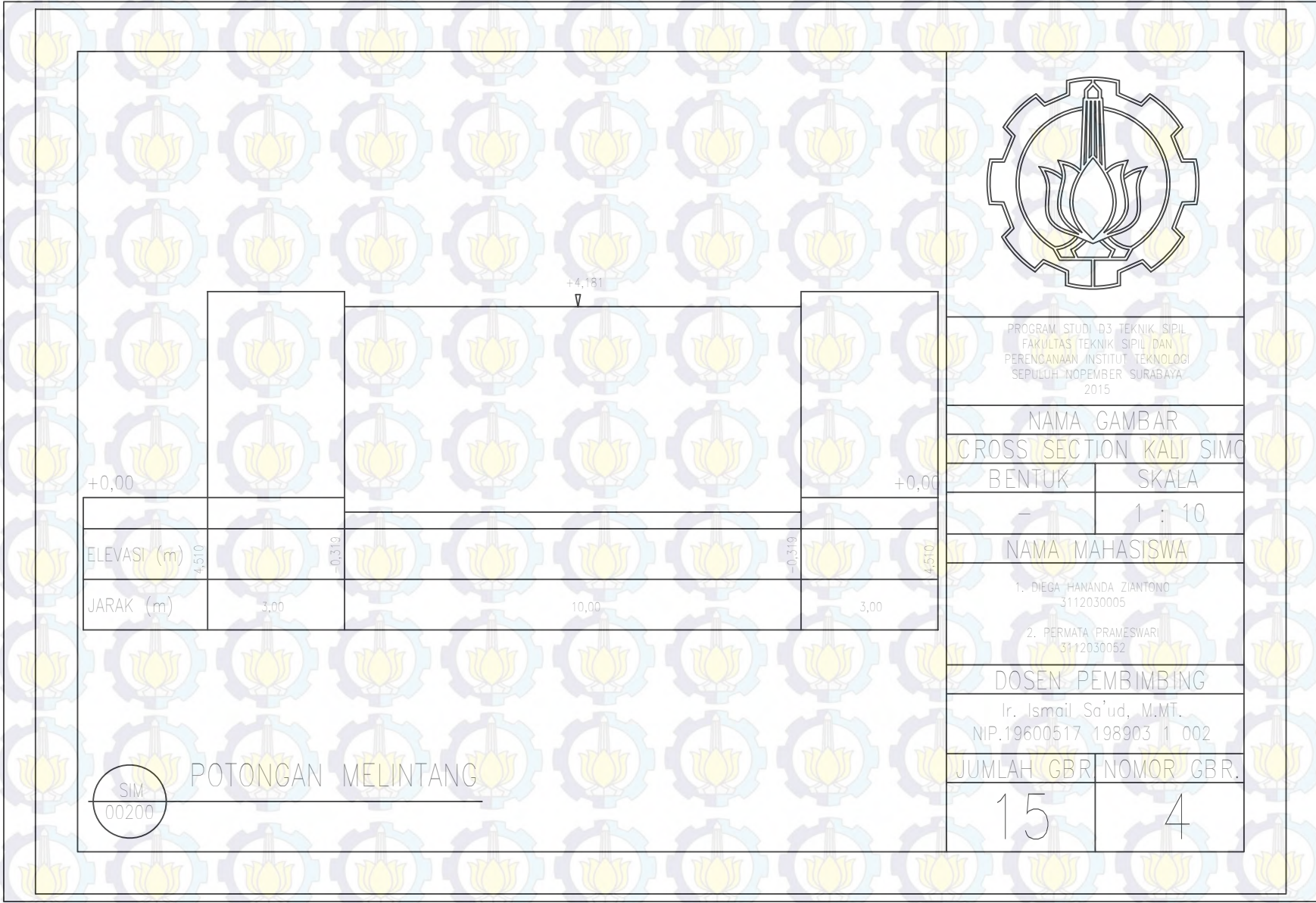
NAMA MAHASISWA
 1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
 3112030005
 2. PERMATA PRAMESWARI
 3112030052

DOSEN PEMBIMBING
 Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517.198903.1.002

JUMLAH GBR. NOMOR GBR.
 15 3

SIM
 00159

POTONGAN MELINTANG



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
 PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
 2015

NAMA GAMBAR
 CROSS SECTION KALI SIMO

| | |
|--------|--------|
| BENTUK | SKALA |
| - | 1 : 10 |

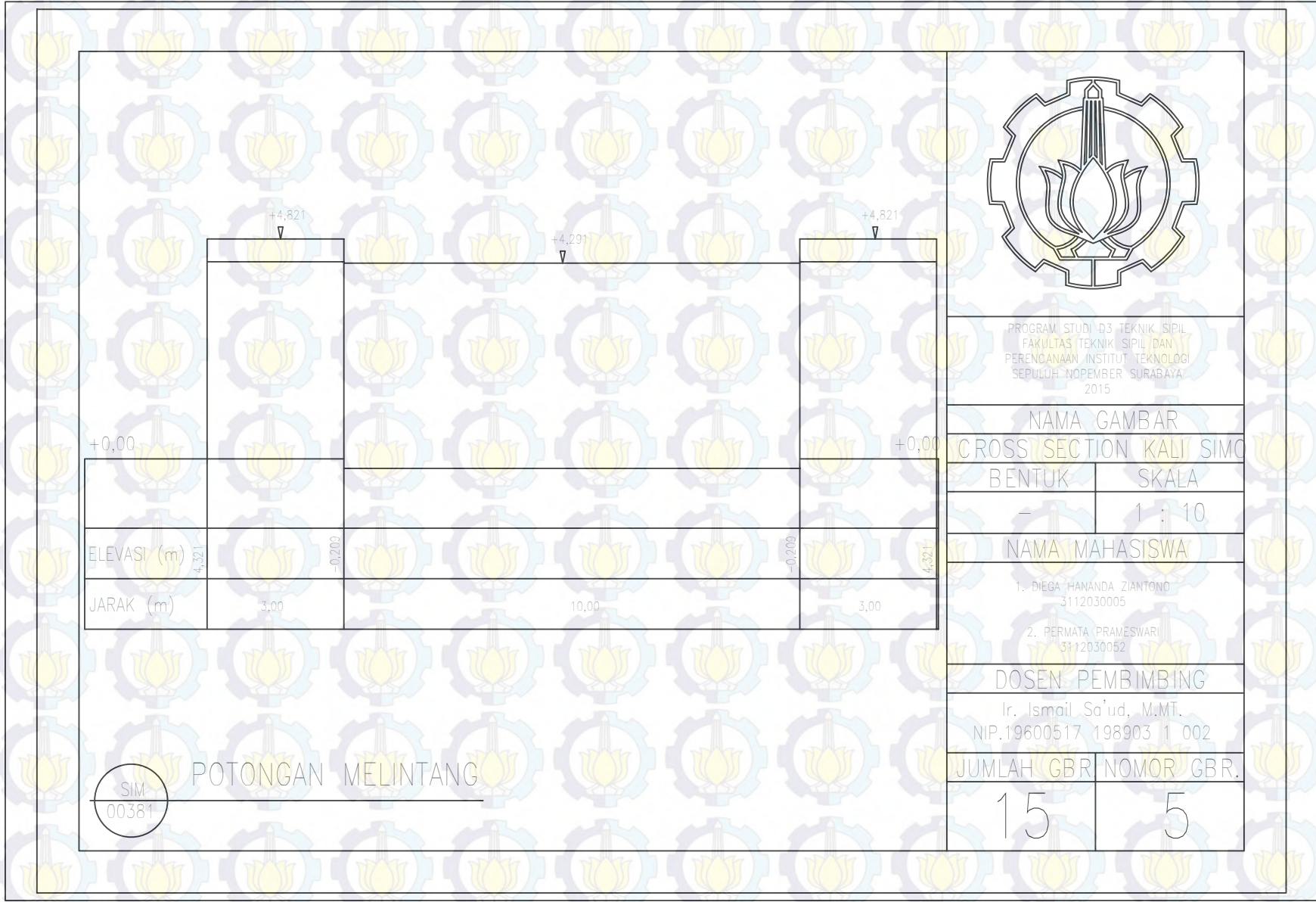
NAMA MAHASISWA

- DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
- PERMATA PRAMESWARI
3112030052

DOSEN PEMBIMBING
 Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

| | |
|------------|------------|
| JUMLAH GBR | NOMOR GBR. |
| 15 | 4 |

POTONGAN MELINTANG
 SIM
 00200



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
 PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
 2015

NAMA GAMBAR
 CROSS SECTION KALI SIMO

| | |
|--------|--------|
| BENTUK | SKALA |
| - | 1 : 10 |

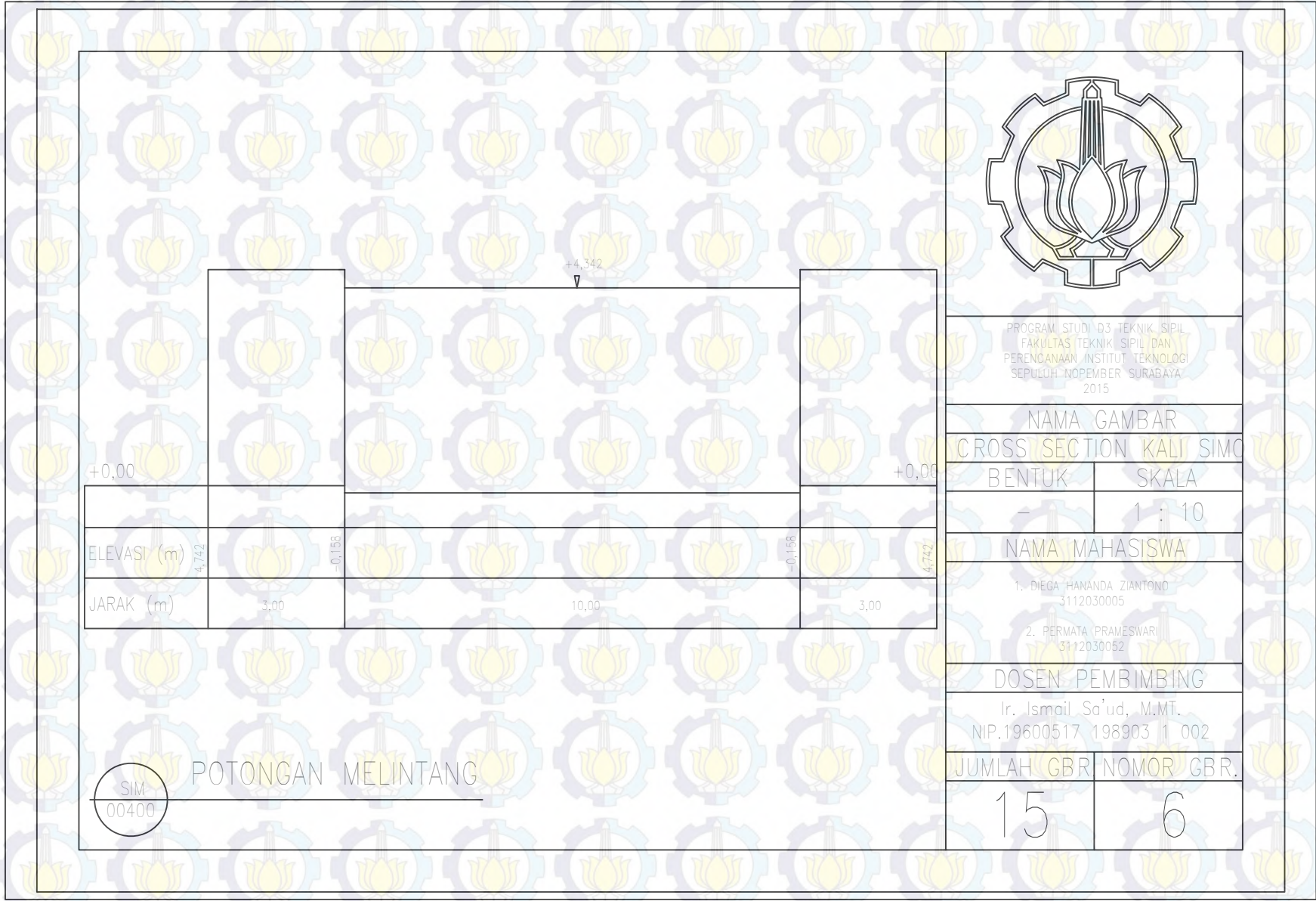
NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI
3112030052

DOSEN PEMBIMBING
 Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

| | |
|------------|------------|
| JUMLAH GBR | NOMOR GBR. |
| 15 | 5 |

POTONGAN MELINTANG
 SIM
 00381



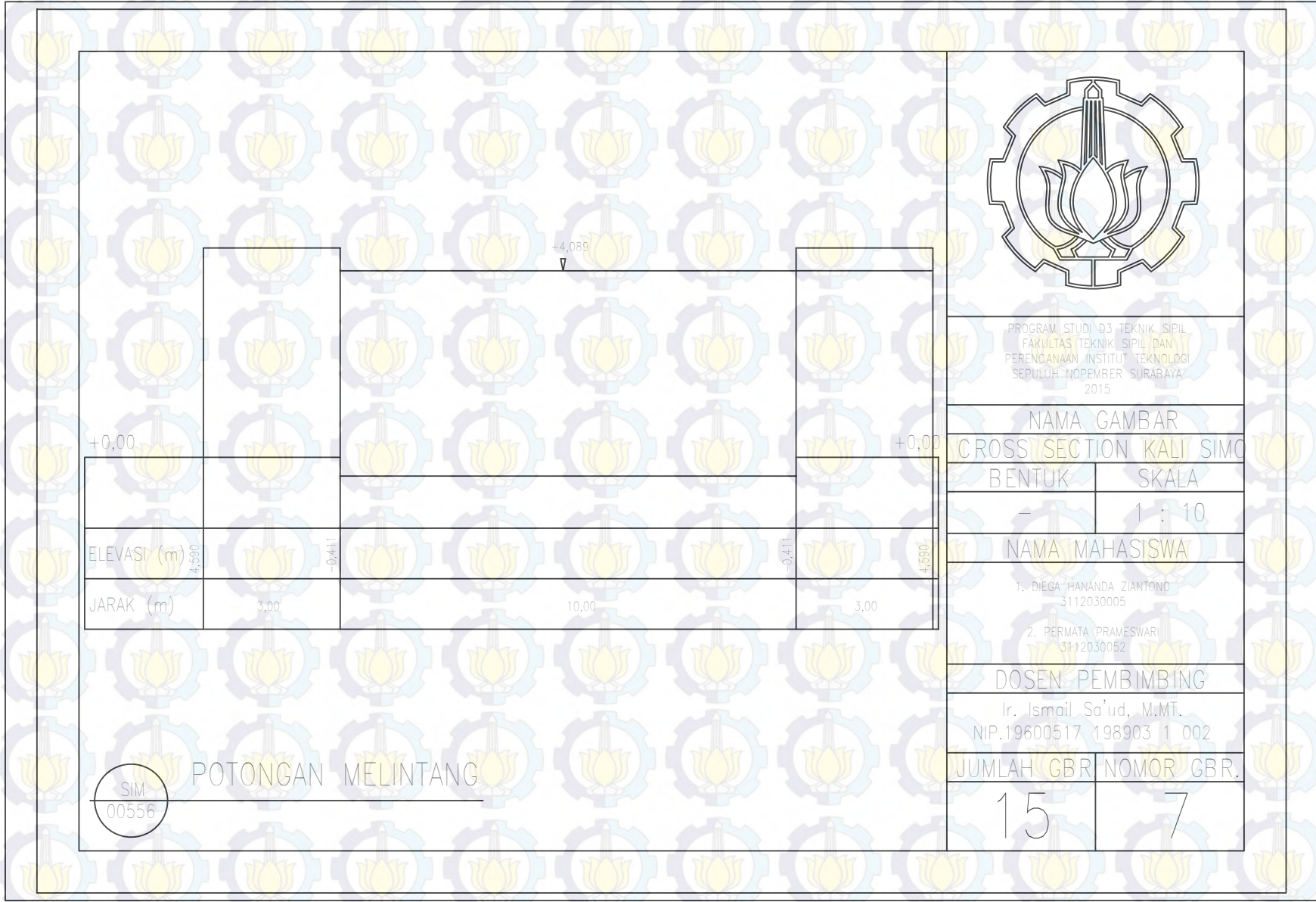
PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
 PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
 2015

NAMA GAMBAR
 CROSS SECTION KALI SIMO
 BENTUK SKALA
 - 1 : 10

NAMA MAHASISWA
 1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
 3112030005
 2. PERMATA PRAMESWARI
 3112030052

DOSEN PEMBIMBING
 Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

| | |
|------------|------------|
| JUMLAH GBR | NOMOR GBR. |
| 15 | 6 |



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
 PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
 2015

NAMA GAMBAR
 CROSS SECTION KALI SIMO

| | |
|--------|--------|
| BENTUK | SKALA |
| - | 1 : 10 |

NAMA MAHASISWA

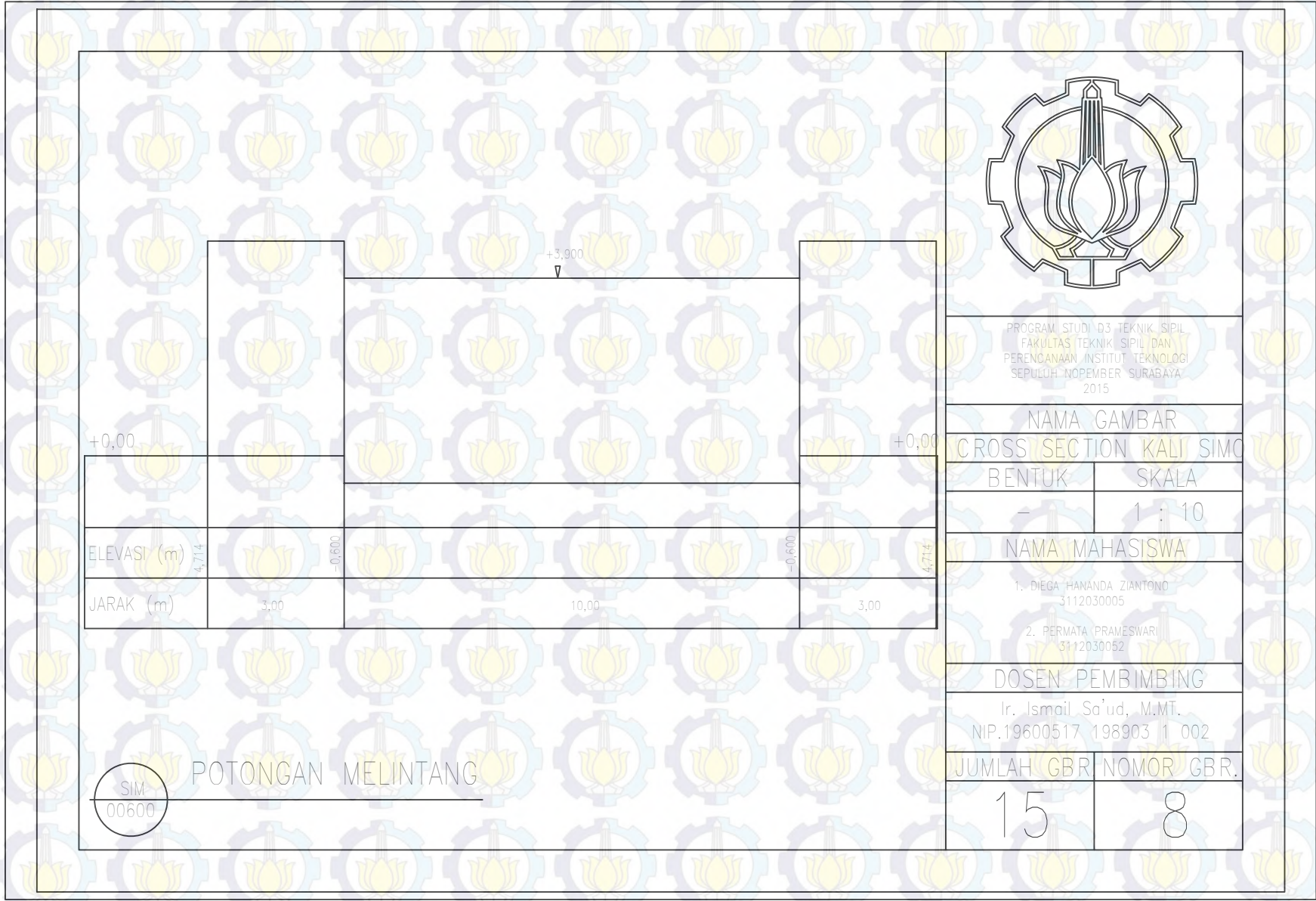
- DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
- PERMATA PRAMESWARI
3112030052

DOSEN PEMBIMBING
 Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

| | |
|------------|------------|
| JUMLAH GBR | NOMOR GBR. |
| 15 | 7 |

SIM
00556

POTONGAN MELINTANG



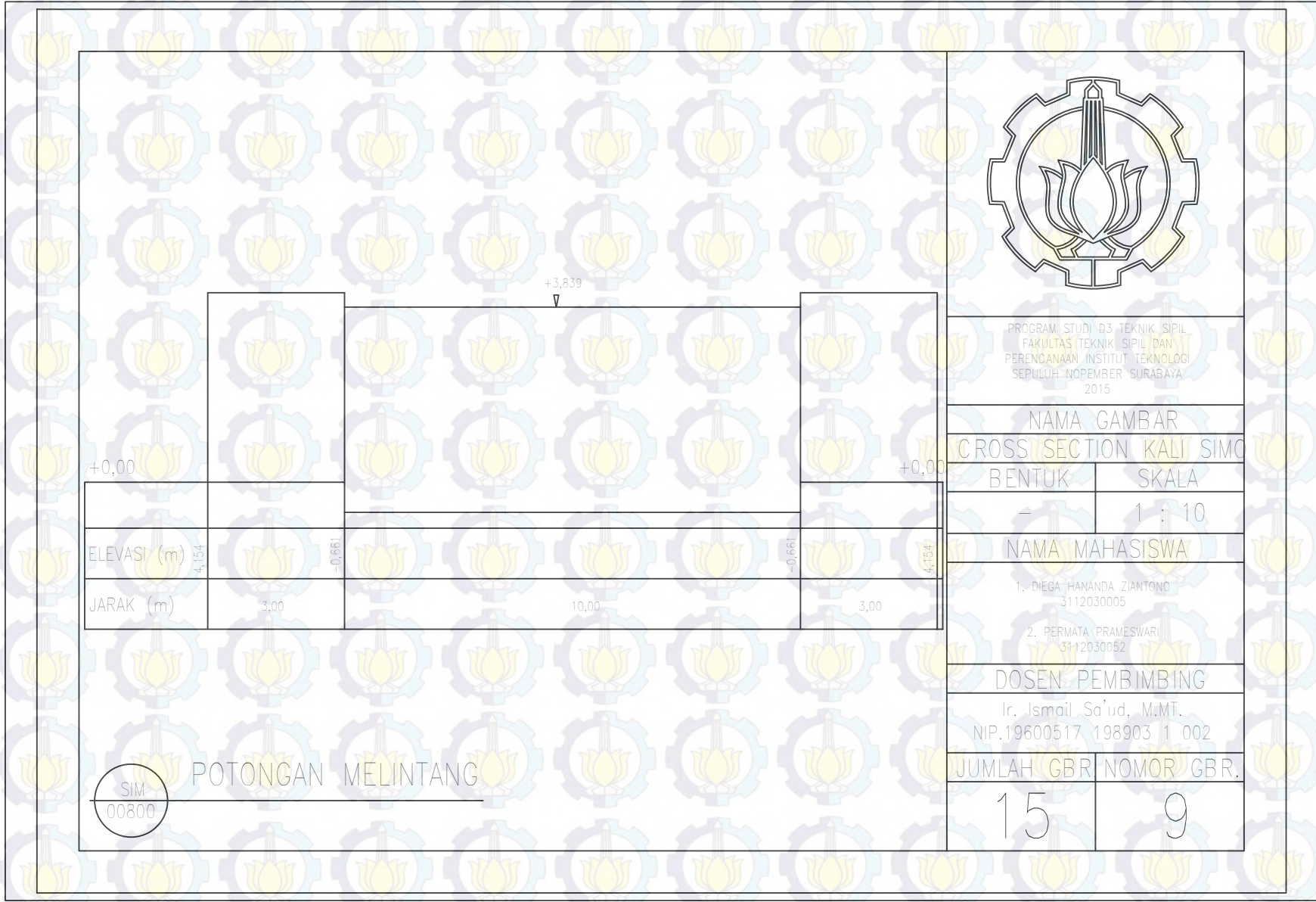
PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
 PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
 2015

NAMA GAMBAR
 CROSS SECTION KALI SIMO
 BENTUK SKALA
 - 1 : 10

NAMA MAHASISWA
 1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
 3112030005
 2. PERMATA PRAMESWARI
 3112030052

DOSEN PEMBIMBING
 Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR / NOMOR GBR.
 15 / 8



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
 PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
 2015

NAMA GAMBAR
 CROSS SECTION KALI SIMO

| | |
|--------|--------|
| BENTUK | SKALA |
| - | 1 : 10 |

NAMA MAHASISWA

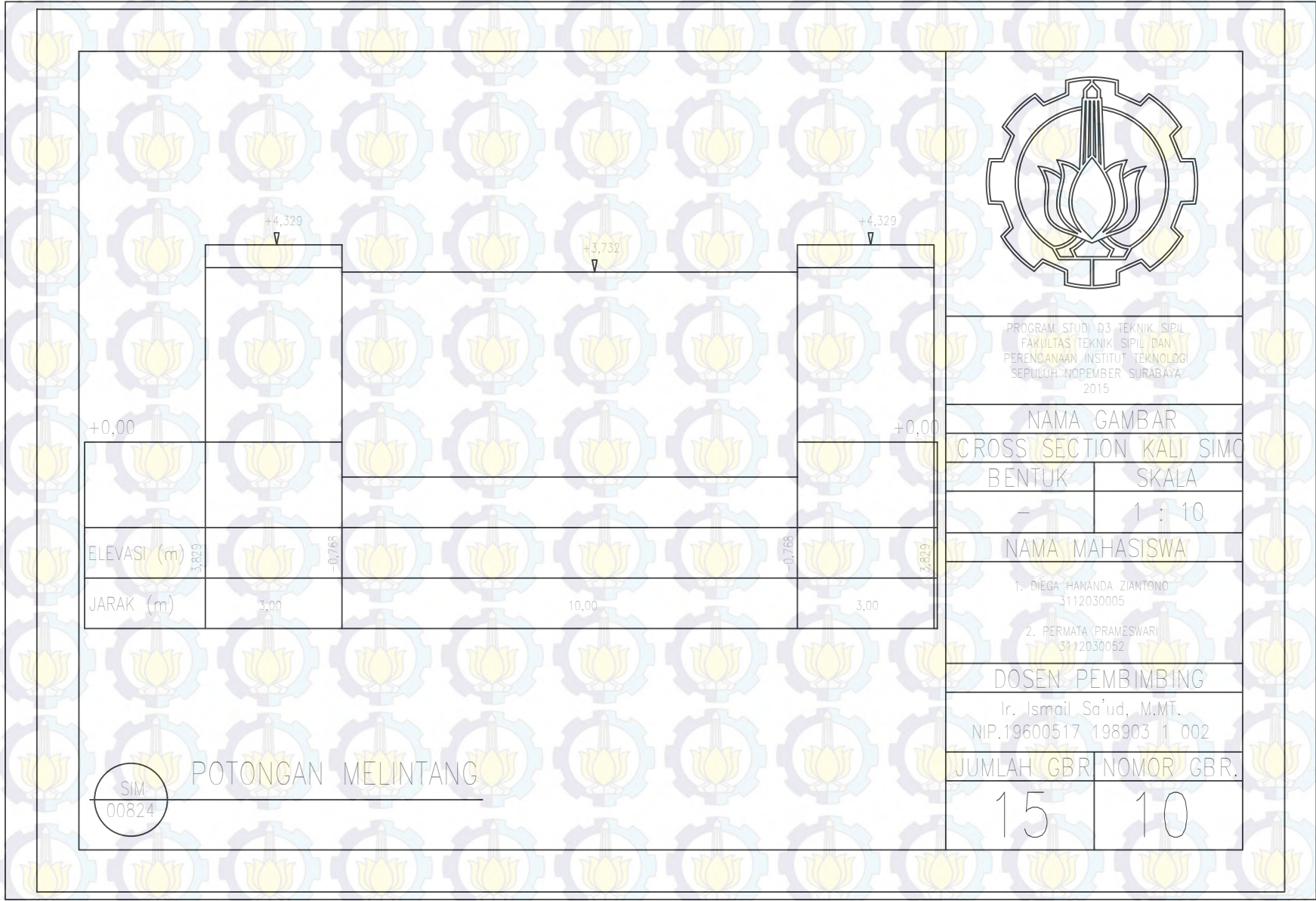
1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI
3112030052

DOSEN PEMBIMBING
 Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

| | |
|------------|------------|
| JUMLAH GBR | NOMOR GBR. |
| 15 | 9 |

SIM
00800

POTONGAN MELINTANG



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
 PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
 2015

NAMA GAMBAR
 CROSS SECTION KALI SIMO

| | |
|--------|--------|
| BENTUK | SKALA |
| - | 1 : 10 |

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI
3112030052

DOSEN PEMBIMBING

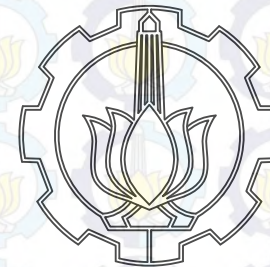
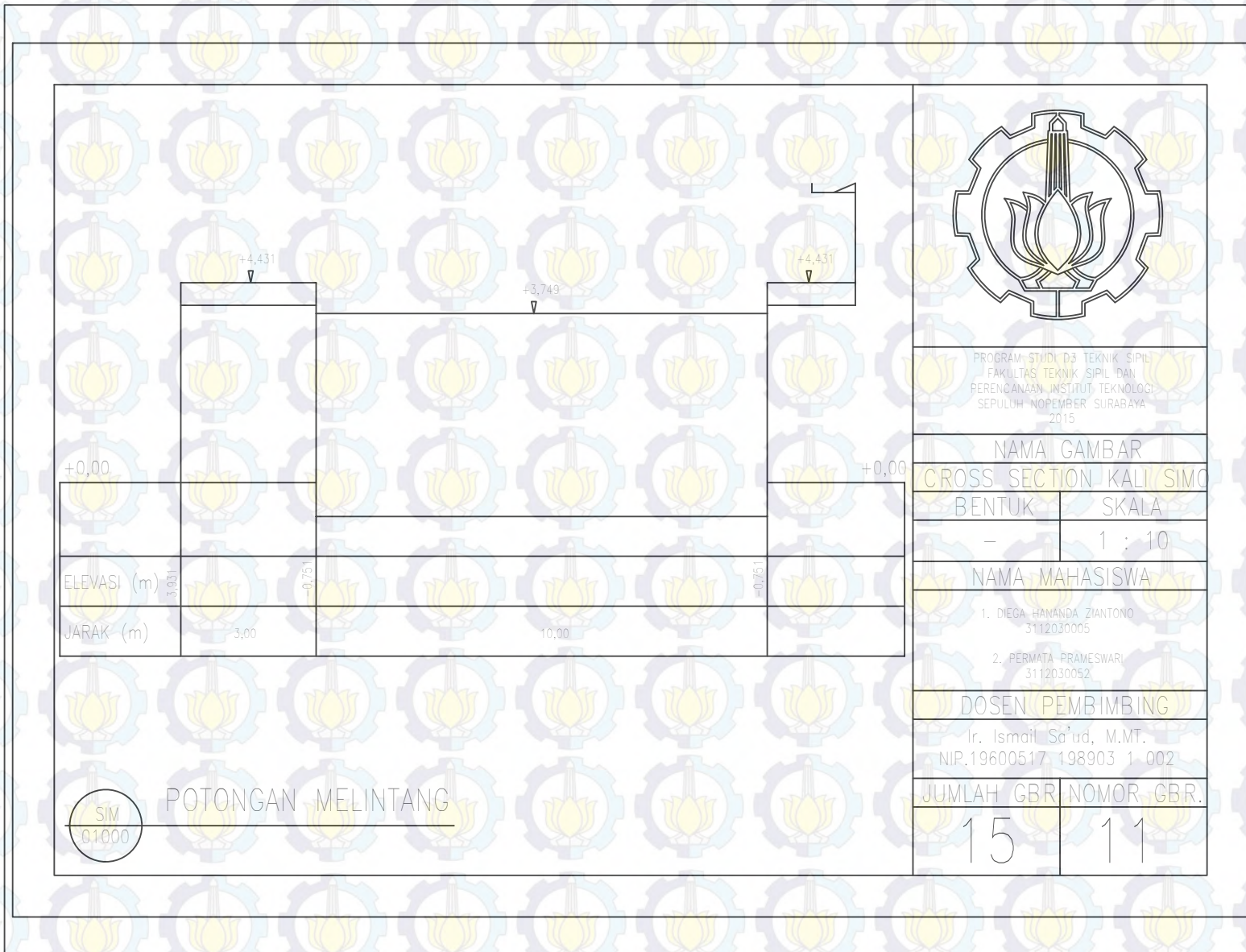
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

| | |
|------------|------------|
| JUMLAH GBR | NOMOR GBR. |
| 15 | 10 |

| | | | | |
|-------------|-------|--------|--------|-------|
| ELEVASI (m) | 3,829 | -0,768 | -0,768 | 3,829 |
| JARAK (m) | 3,00 | 10,00 | 3,00 | |

SIM
00824

POTONGAN MELINTANG



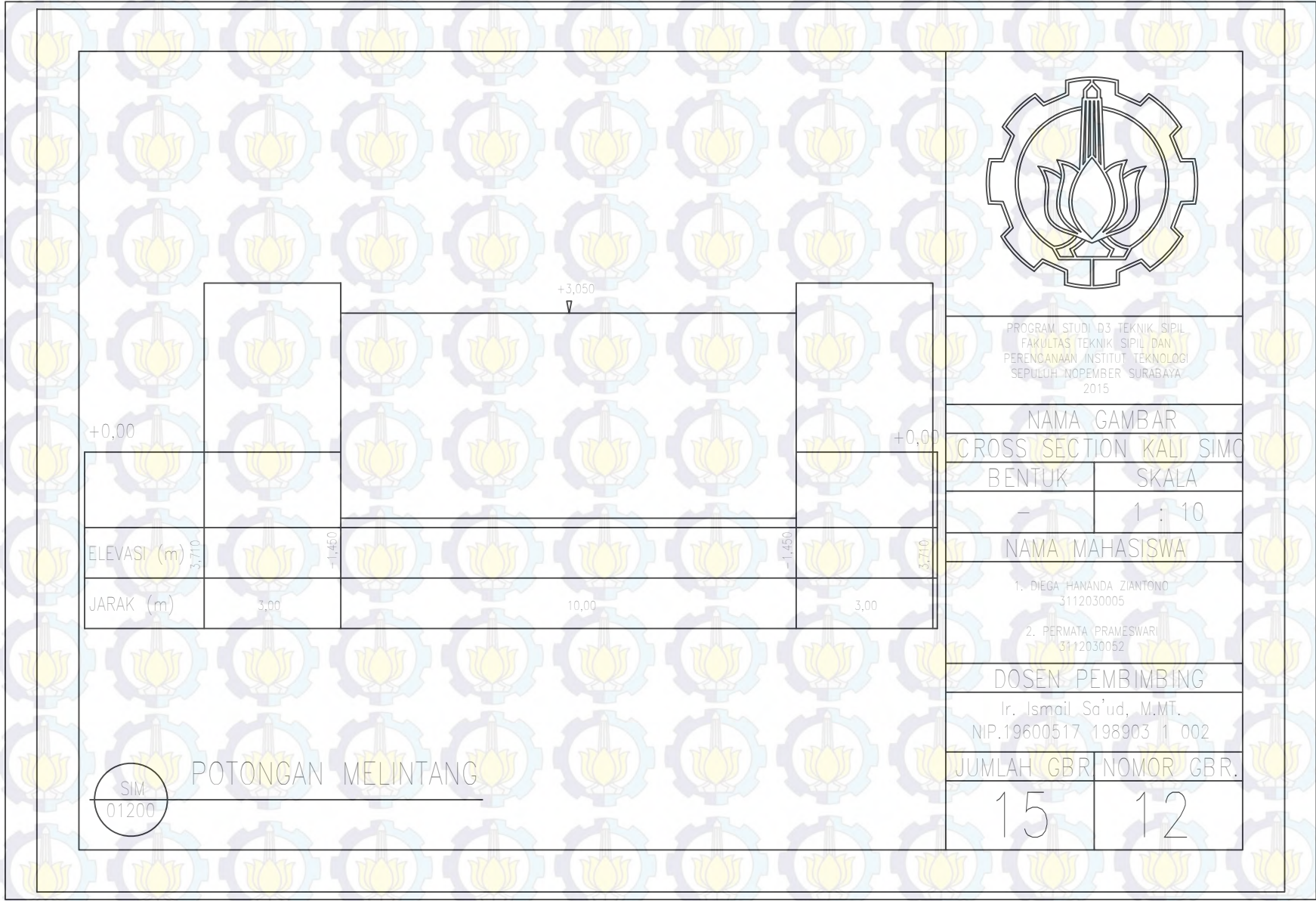
PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
 PERENCANAAN, INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
 2015

NAMA GAMBAR
 CROSS SECTION KALI SIMO
 BENTUK SKALA
 - 1 : 10

NAMA MAHASISWA
 1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
 3112030005
 2. PERMATA PRAMESWARI
 3112030052

DOSEN PEMBIMBING
 Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517.198903.1.002

JUMLAH GBR. NOMOR GBR.
 15 11



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
 2015

NAMA GAMBAR
 CROSS SECTION KALI SIMO

| | |
|--------|--------|
| BENTUK | SKALA |
| - | 1 : 10 |

NAMA MAHASISWA

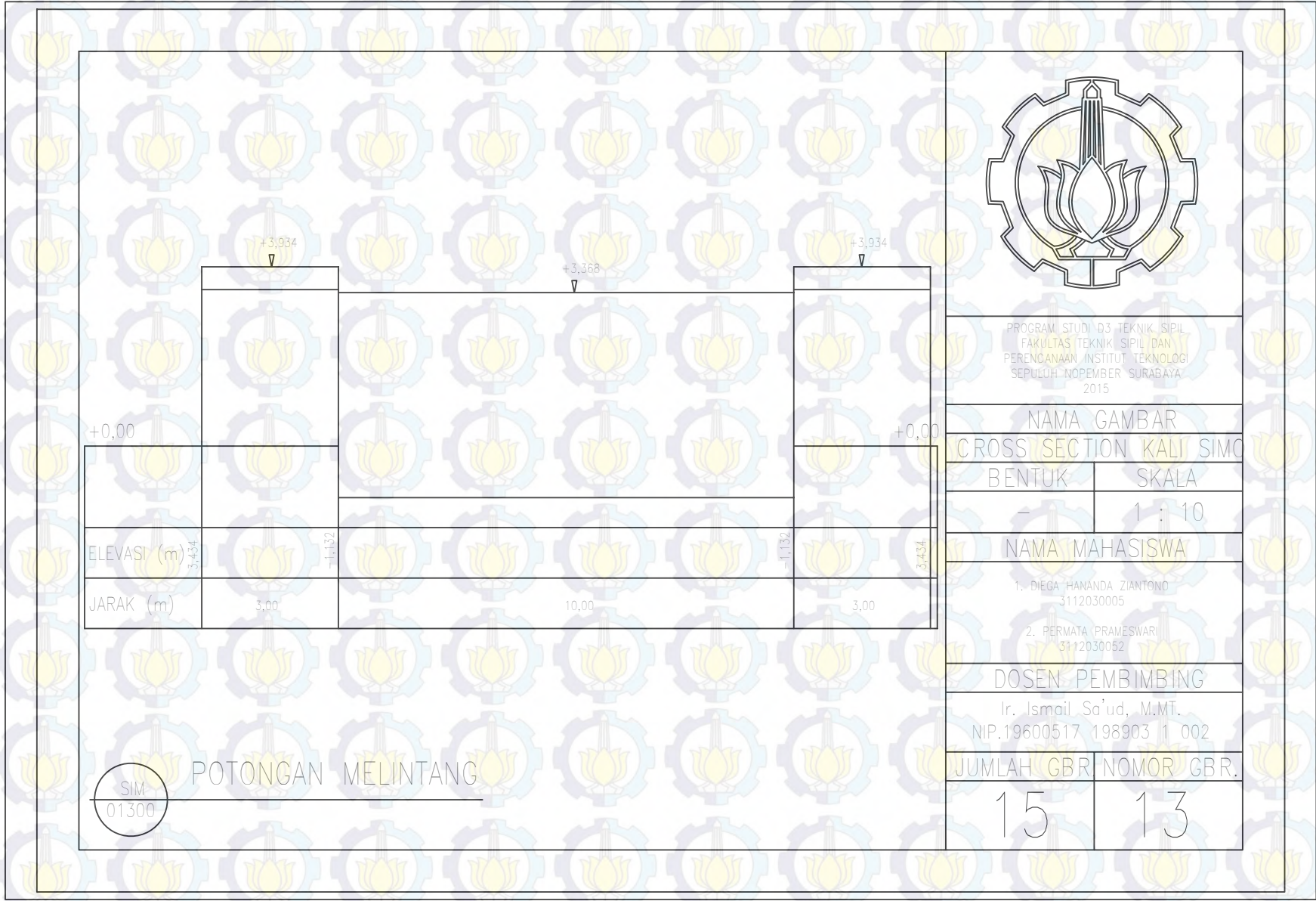
1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI
3112030052

DOSEN PEMBIMBING
 Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

| | |
|------------|------------|
| JUMLAH GBR | NOMOR GBR. |
| 15 | 12 |

SIM
01200

POTONGAN MELINTANG



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
 PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
 2015

NAMA GAMBAR
 CROSS SECTION KALI SIMO

| | |
|--------|--------|
| BENTUK | SKALA |
| - | 1 : 10 |

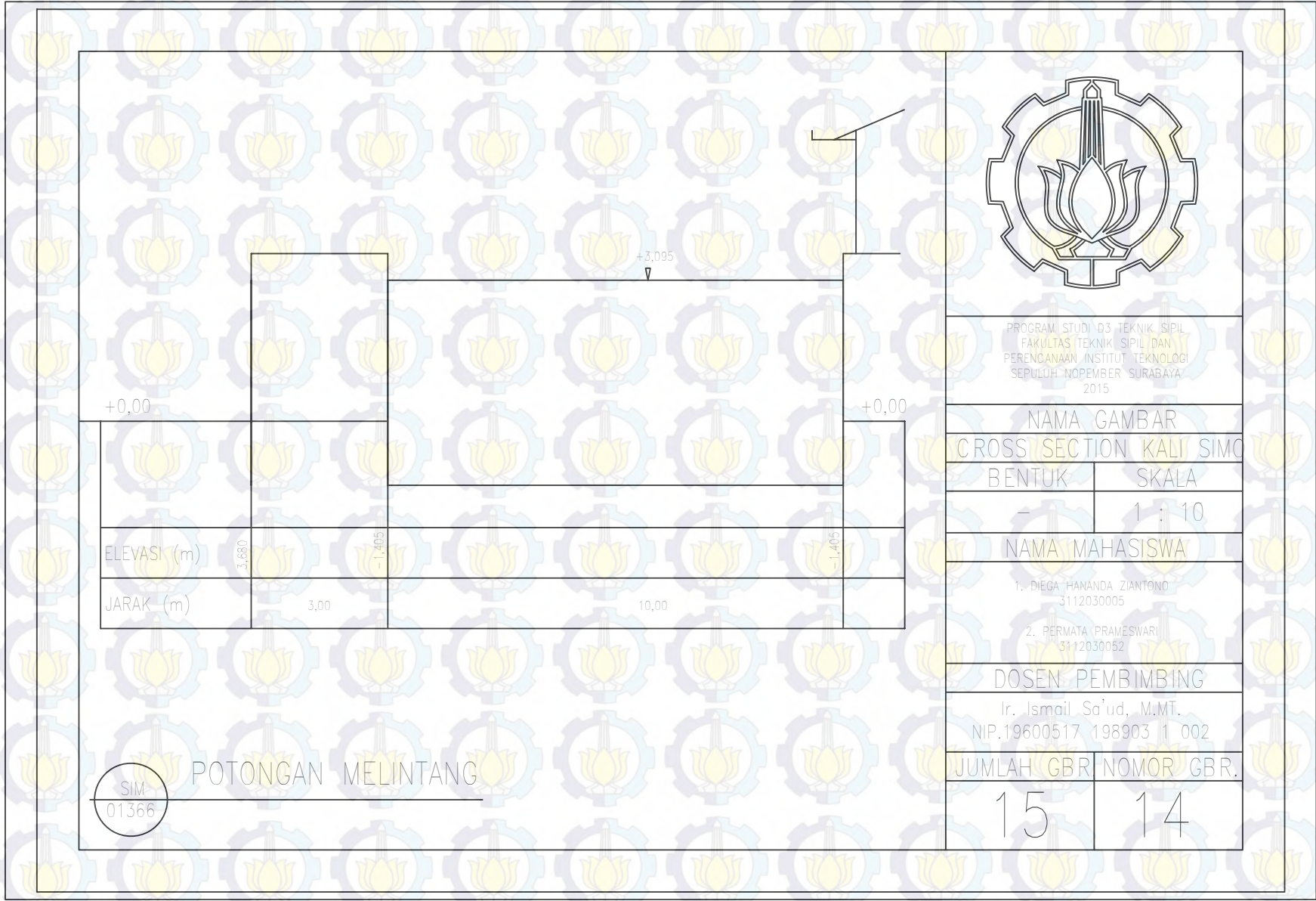
NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI
3112030052

DOSEN PEMBIMBING
 Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

| | |
|------------|------------|
| JUMLAH GBR | NOMOR GBR. |
| 15 | 13 |

POTONGAN MELINTANG
 SIM
 01300



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
 PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
 2015

NAMA GAMBAR
 CROSS SECTION KALI SIMO

| | |
|--------|--------|
| BENTUK | SKALA |
| - | 1 : 10 |

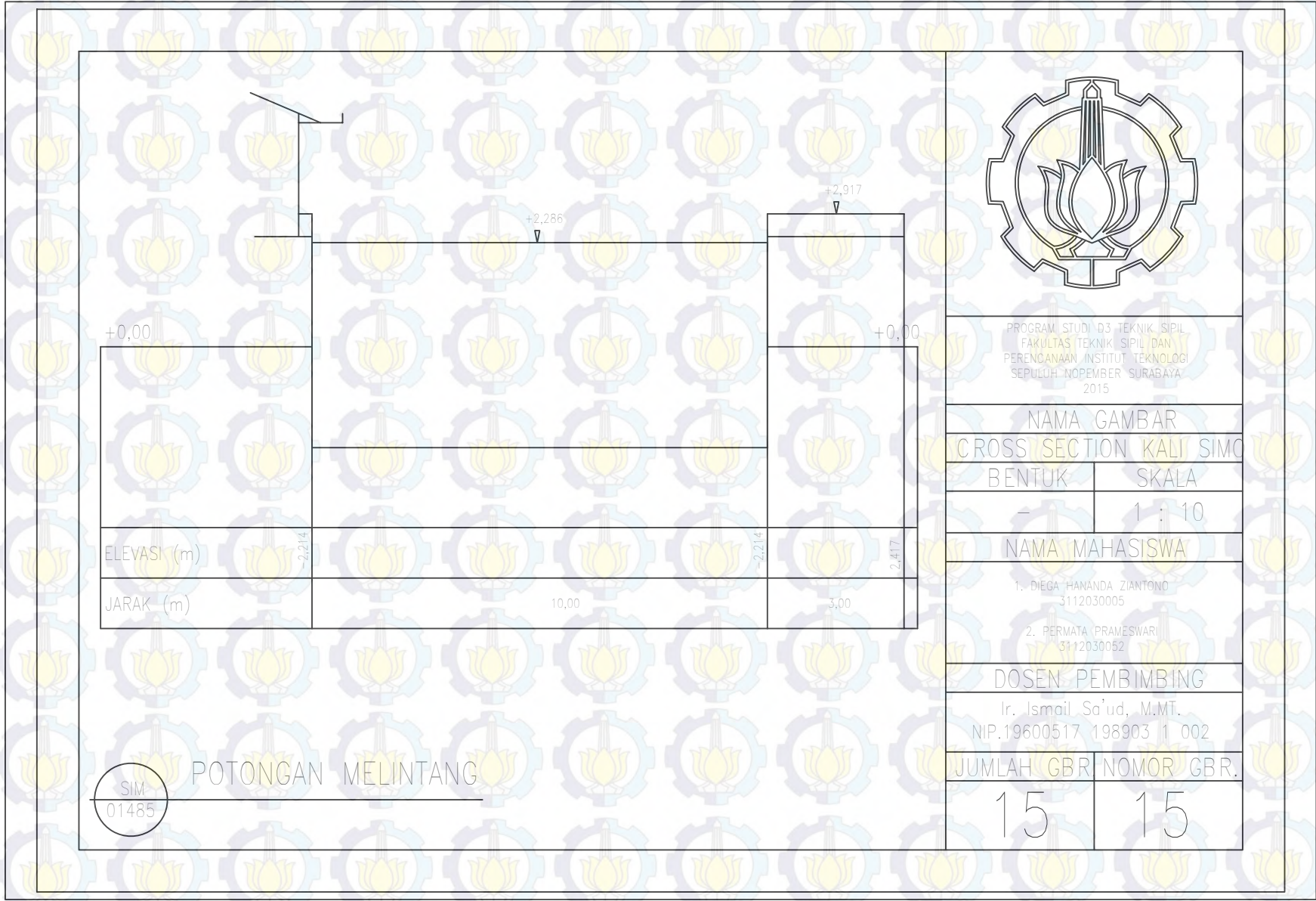
NAMA MAHASISWA

- DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
- PERMATA PRAMESWARI
3112030052

DOSEN PEMBIMBING
 Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

| | |
|------------|------------|
| JUMLAH GBR | NOMOR GBR. |
| 15 | 14 |

POTONGAN MELINTANG
 SIM
 01366



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
 PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI
 SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
 2015

NAMA GAMBAR
 CROSS SECTION KALI SIMO

| | |
|--------|--------|
| BENTUK | SKALA |
| - | 1 : 10 |

NAMA MAHASISWA

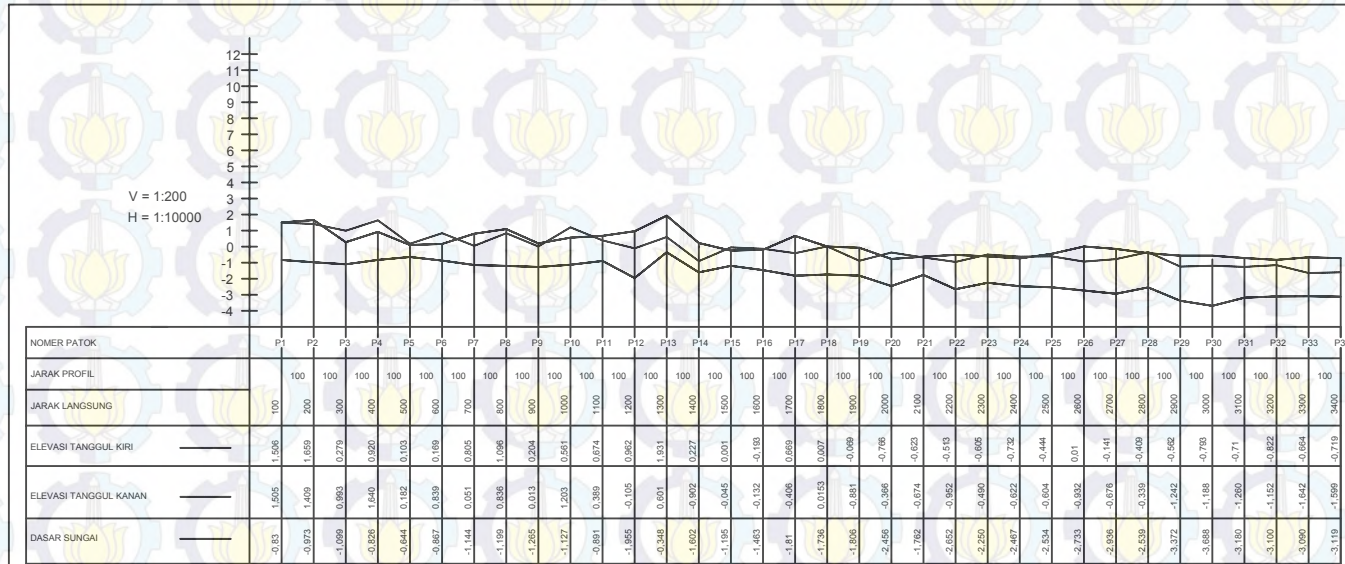
1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI
3112030052

DOSEN PEMBIMBING
 Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

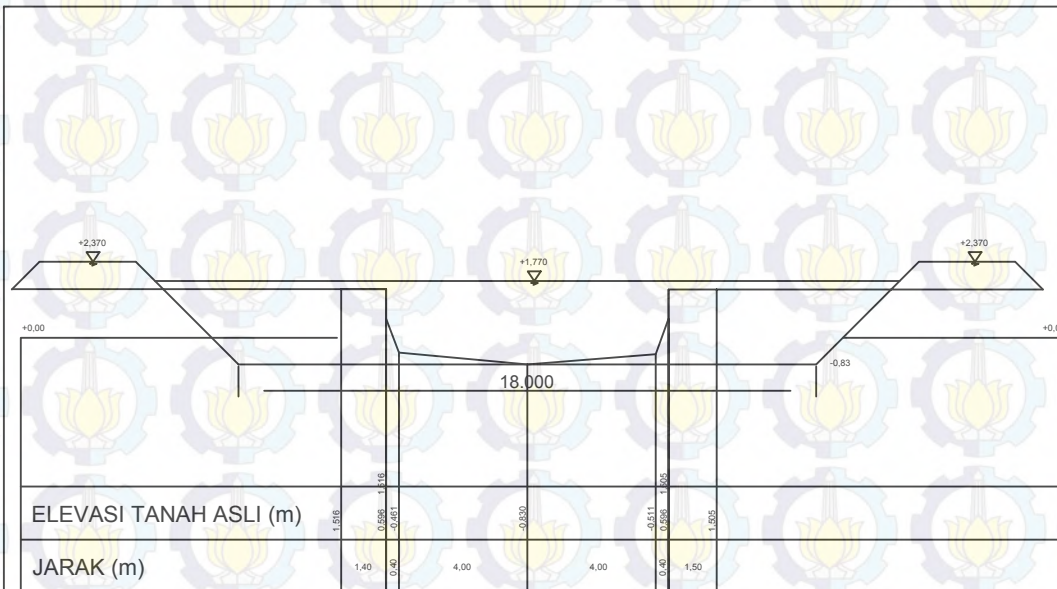
| | |
|------------|------------|
| JUMLAH GBR | NOMOR GBR. |
| 15 | 15 |

SIM
01485

POTONGAN MELINTANG



| | | | | | | | |
|---|--------------------------|-------|---------|--|---|----------------|---------------|
| PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2015 | NAMA GAMBAR | SKALA | 1 : 100 | 1. DIEGA HANANDA ZIANTONO 3112030005 2. PERMATA PRAMESWARI 3112030052 | Ir. Ismail Sa'ud, M.M.T. NIP.19600517 198903 1 002 | JUMLAH GBR. | NOMOR GBR. |
| | LONG SECTION KALI BALONG | | | | | 1 | 1 |



P 1



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

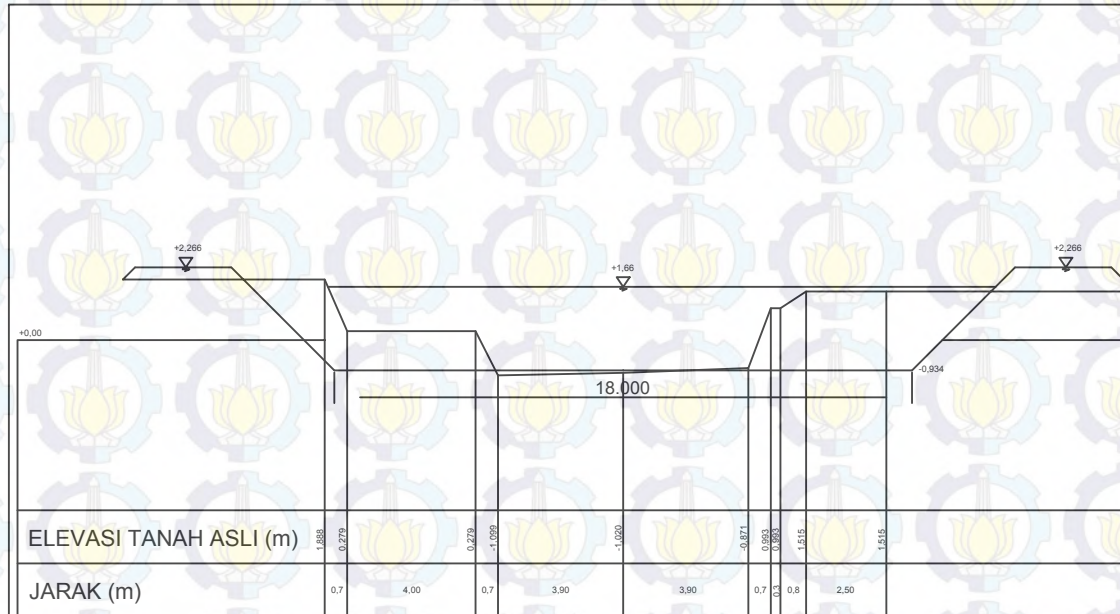
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

17

1



P 3



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

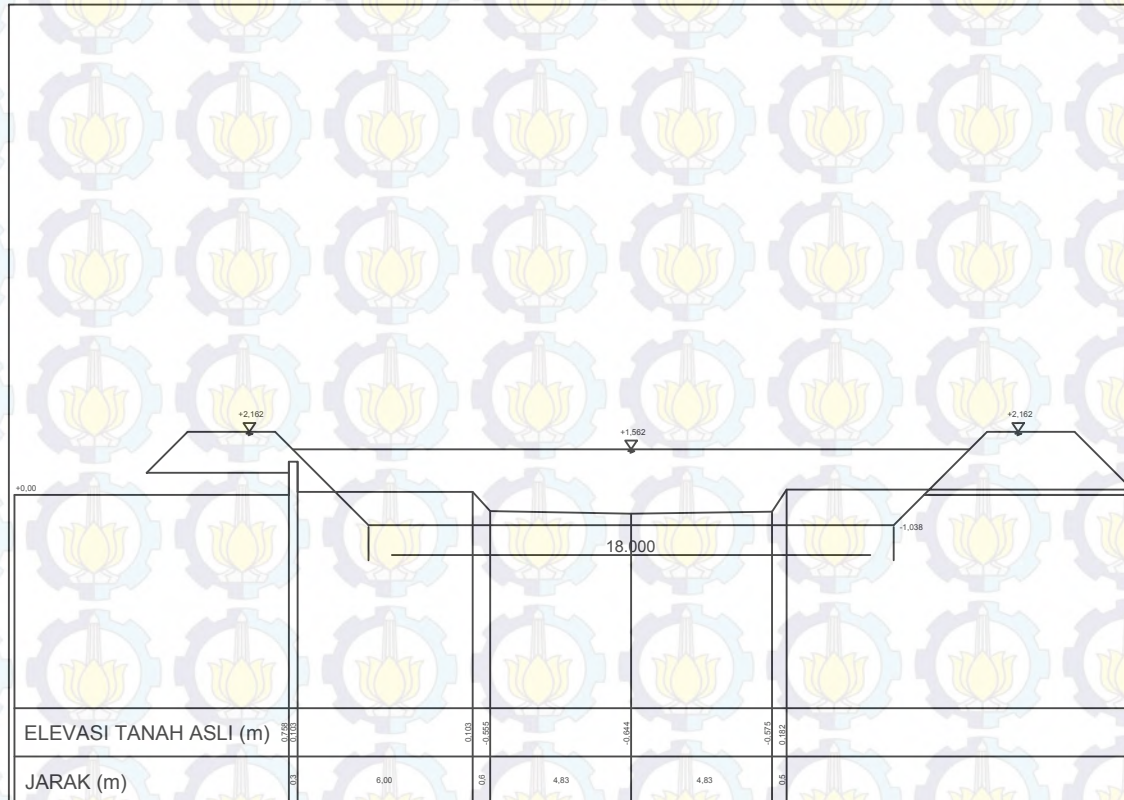
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

17

2



P 5



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

| BENTUK | SKALA |
|--------|---------|
| | 1 : 100 |

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

| JUMLAH GBR. | NOMOR GBR. |
|-------------|------------|
| 17 | 3 |



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

| | |
|--------|---------|
| BENTUK | SKALA |
| | 1 : 100 |

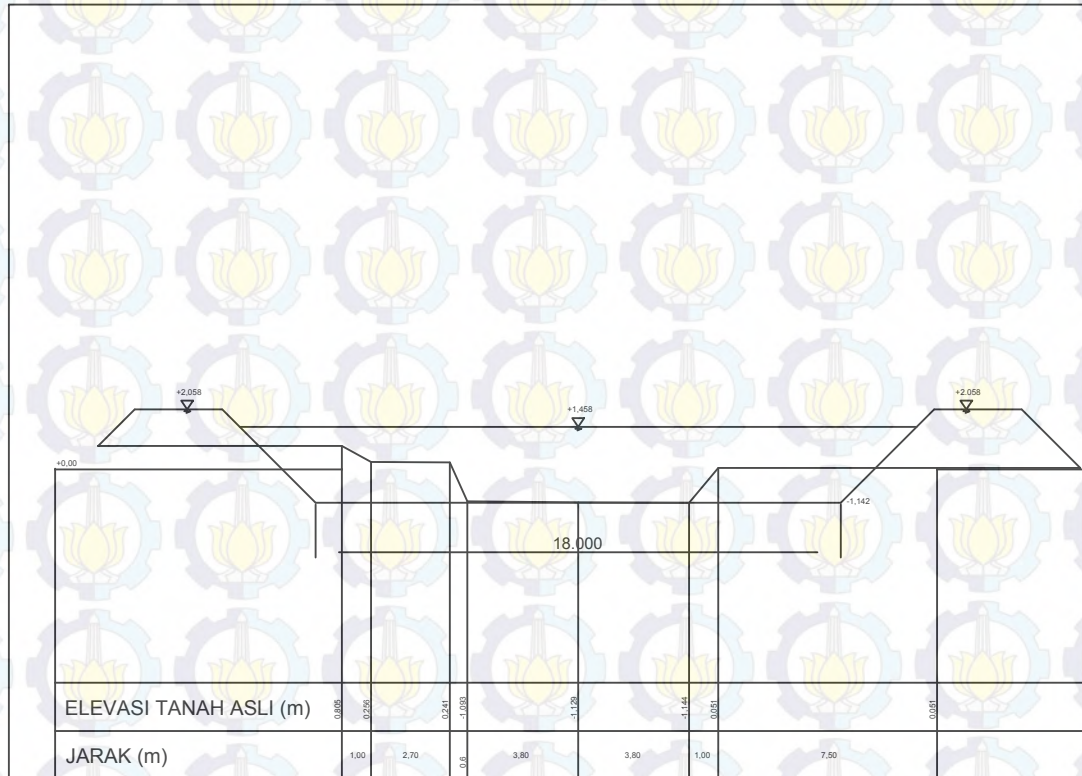
NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI
3112030052

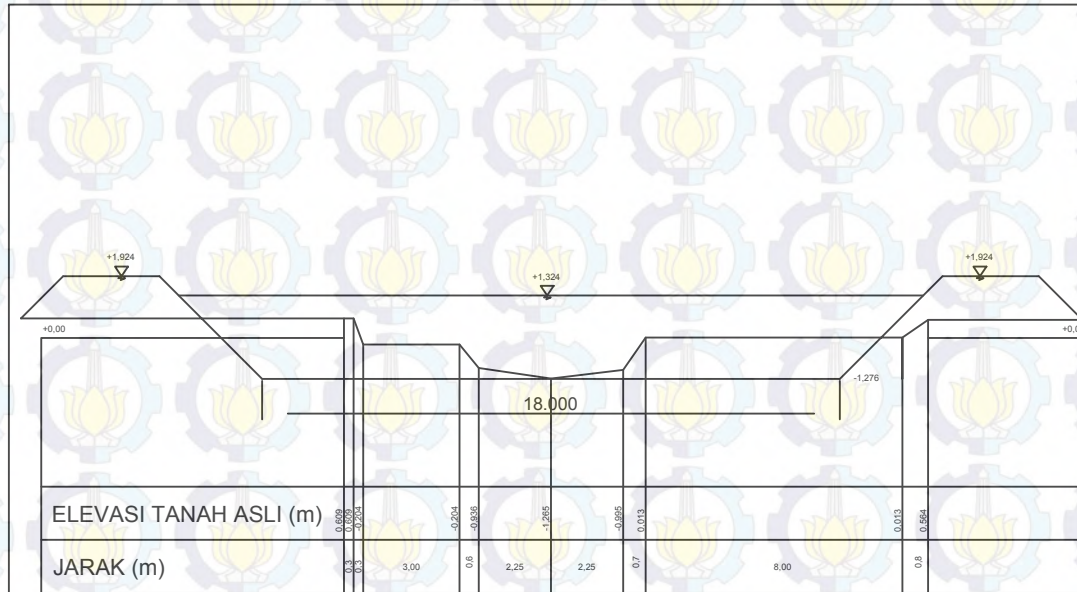
NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
NIP.19600517 198903 1 002

| | |
|-------------|------------|
| JUMLAH GBR. | NOMOR GBR. |
| 17 | 4 |



P 7



P 9



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

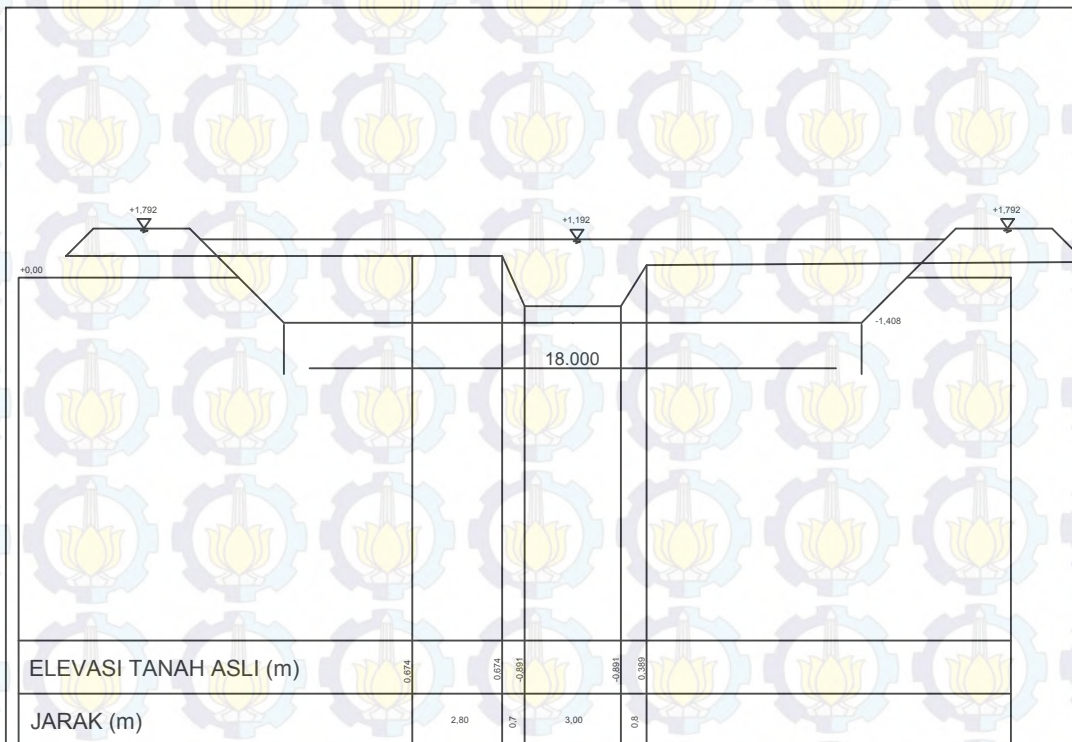
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

17

5



P 11



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

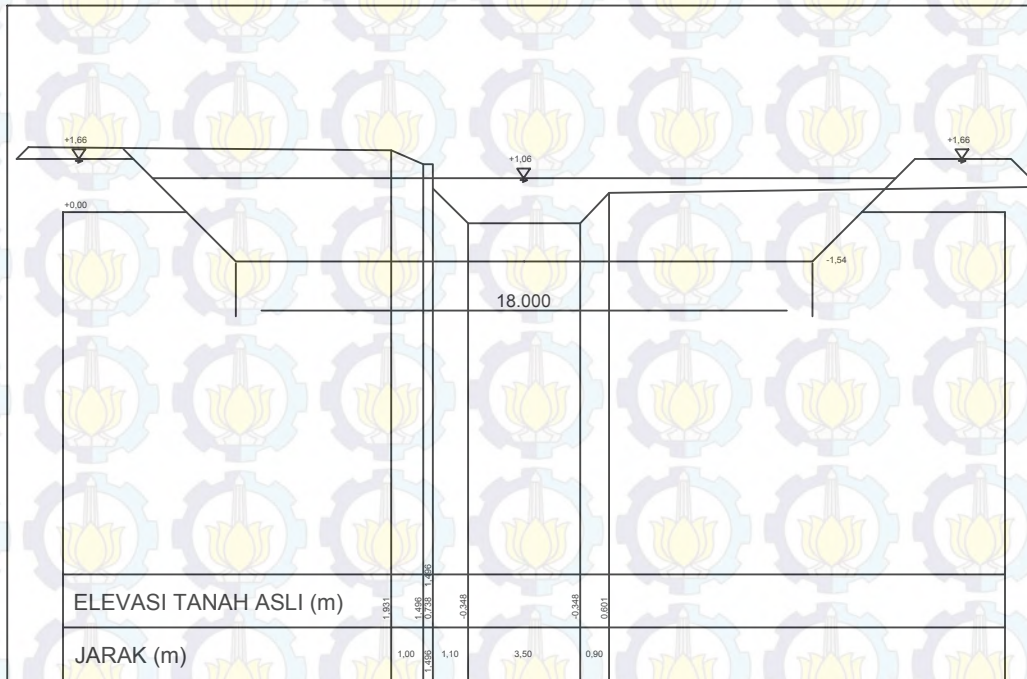
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

17

6



P 13



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

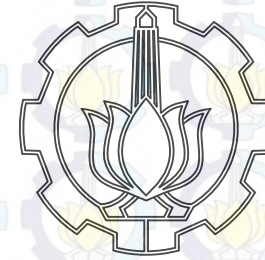
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

17

7



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

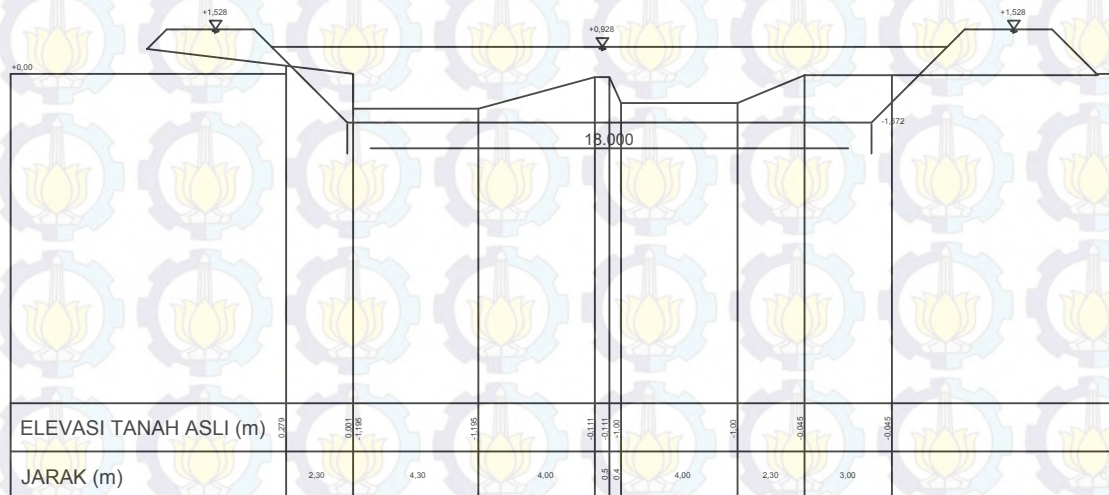
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR.

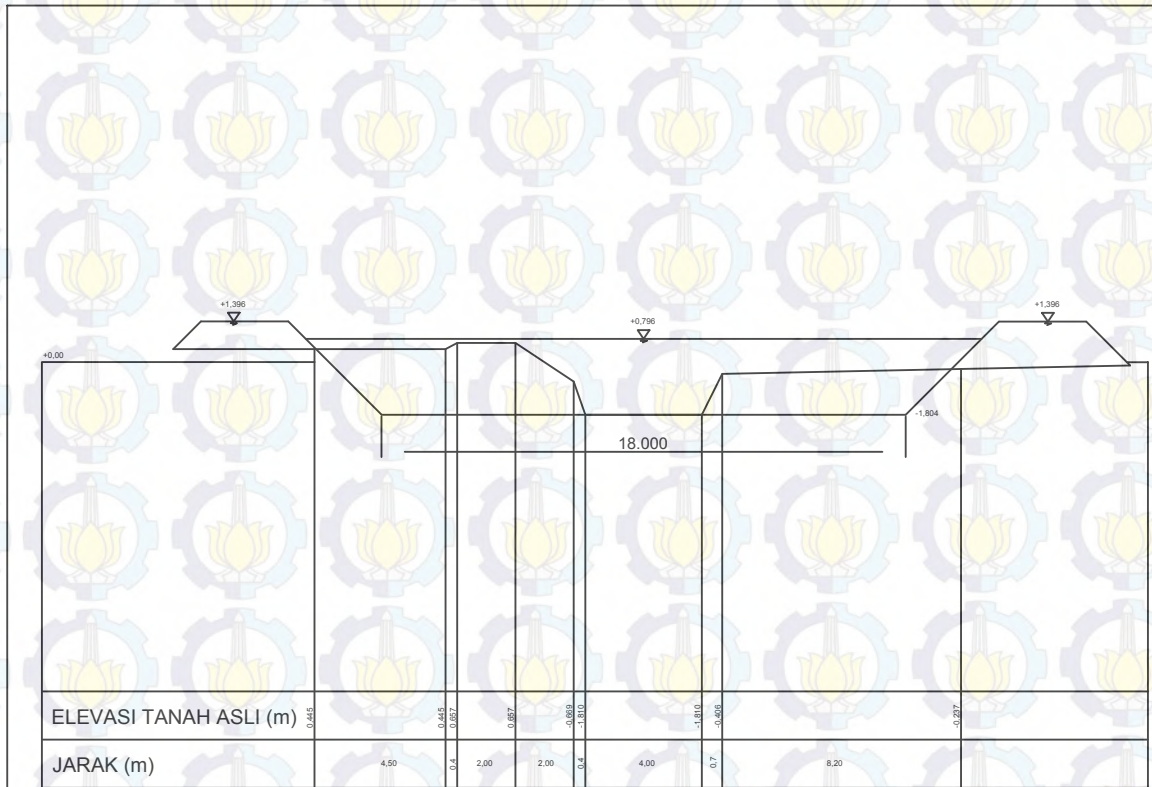
NOMOR GBR.

17

8



P 15



P 17



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

| | |
|--------|---------|
| BENTUK | SKALA |
| | 1 : 100 |

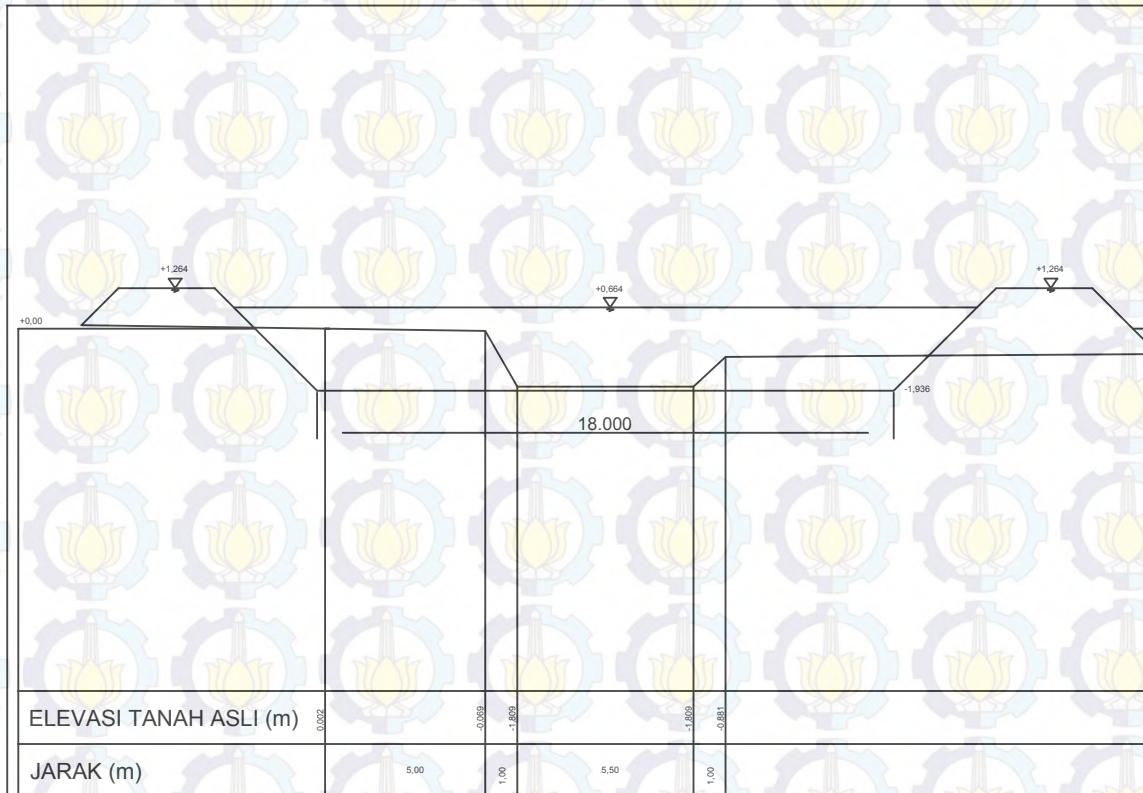
NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

| | |
|-------------|------------|
| JUMLAH GBR. | NOMOR GBR. |
| 17 | 9 |



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
 3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI
 3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

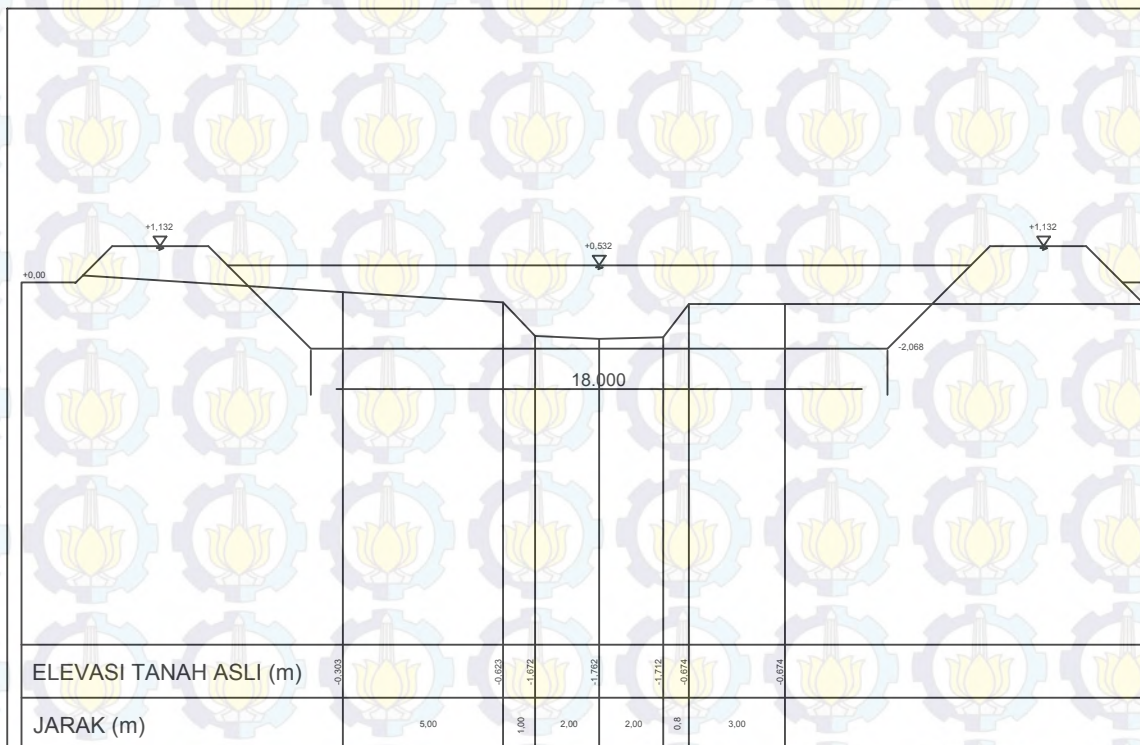
JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

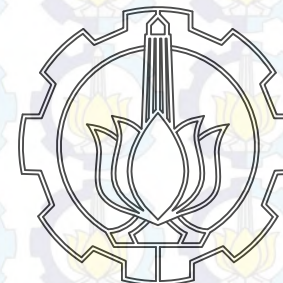
17

10

P 19



P 21



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
 3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI
 3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

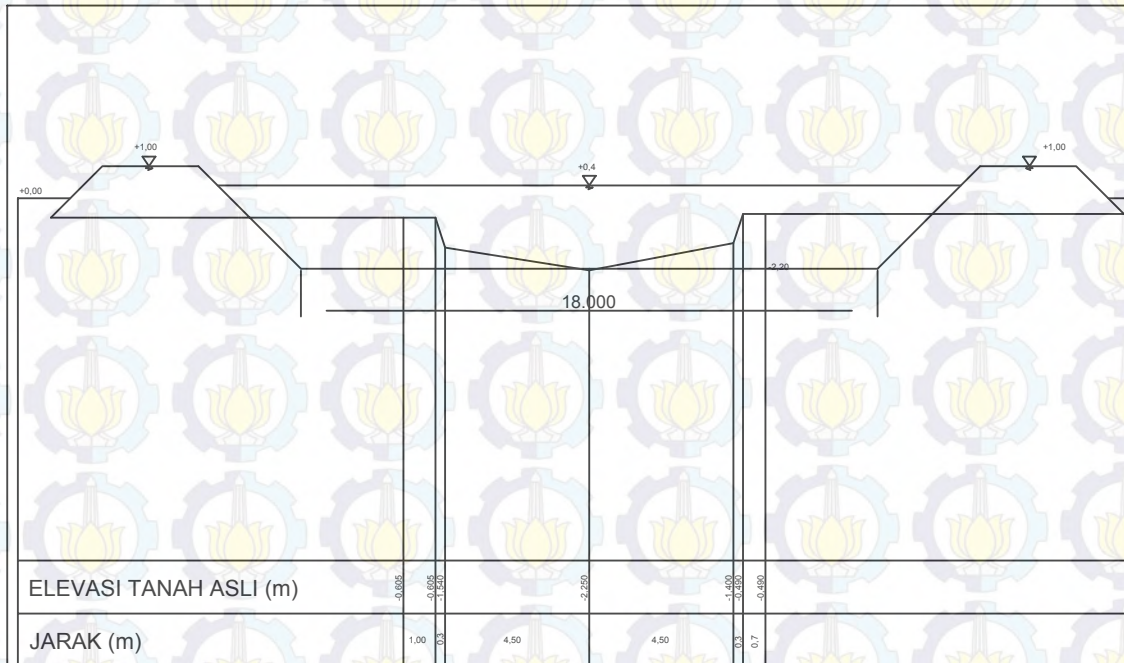
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

17

11



P 23



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

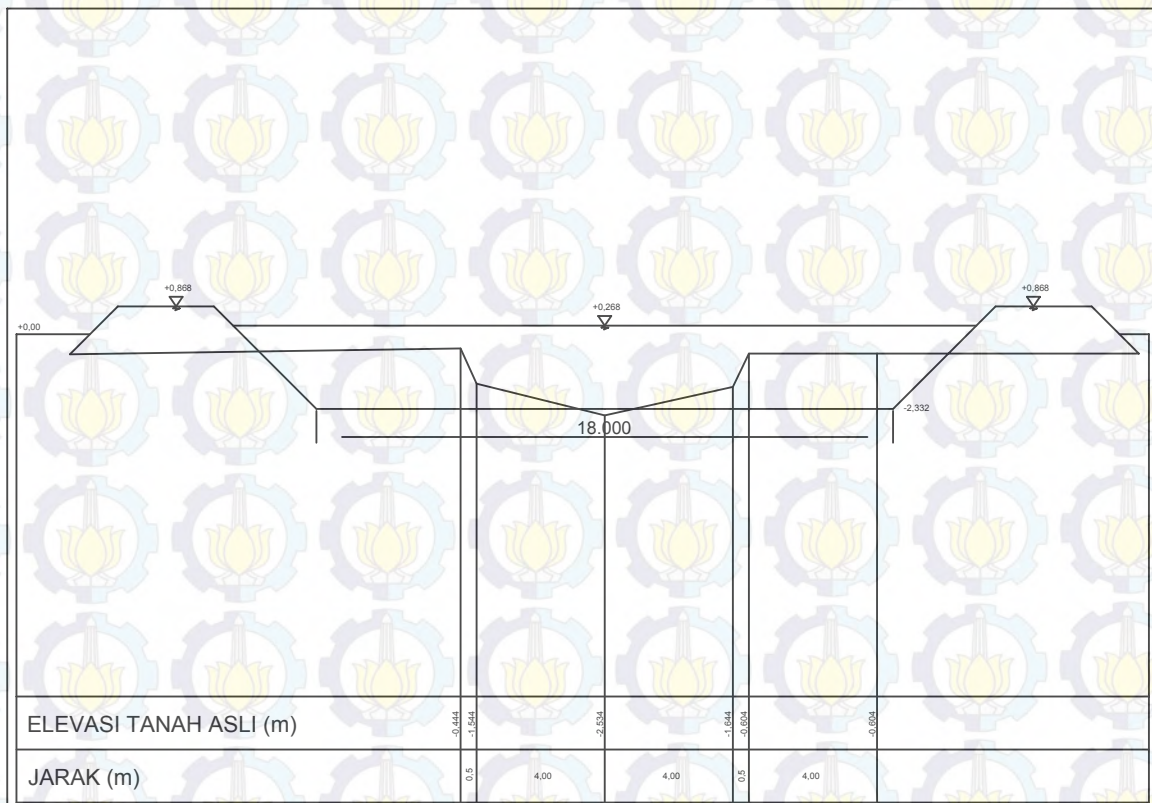
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

17

12



P 25



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

| | |
|--------|---------|
| BENTUK | SKALA |
| | 1 : 100 |

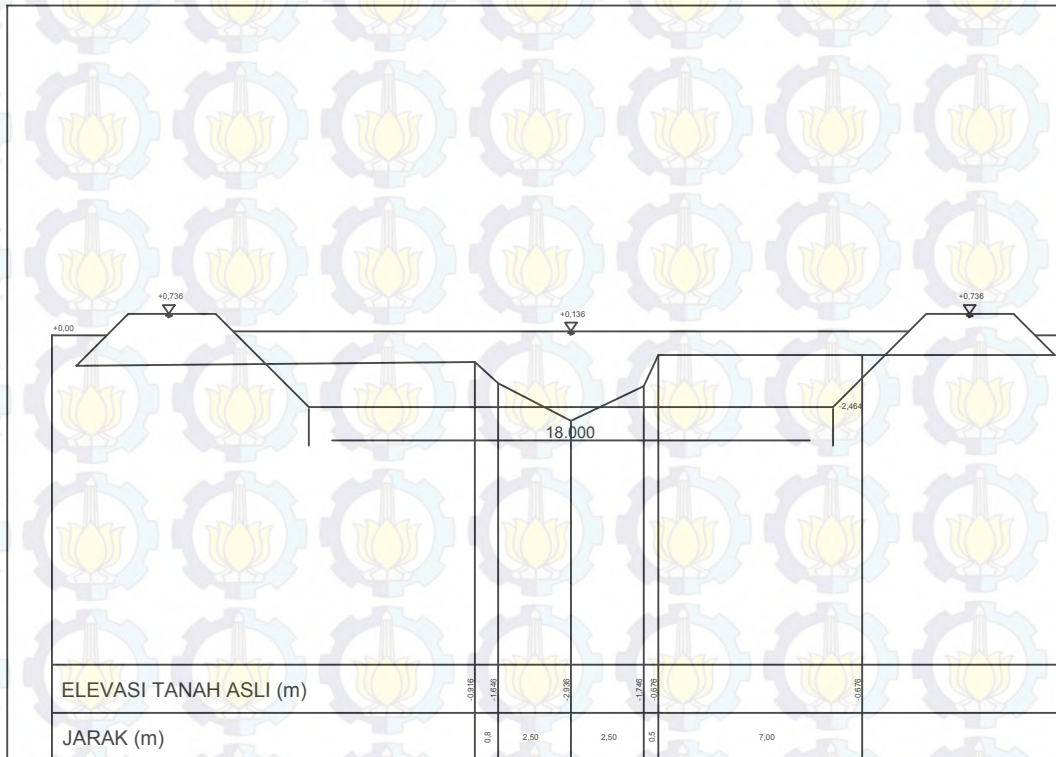
NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

| | |
|-------------|------------|
| JUMLAH GBR. | NOMOR GBR. |
| 17 | 13 |



P 27



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

| | |
|--------|---------|
| BENTUK | SKALA |
| | 1 : 100 |

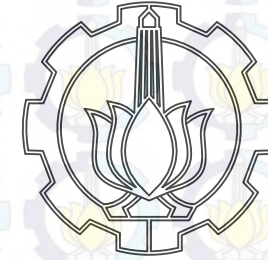
NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

| | |
|-------------|------------|
| JUMLAH GBR. | NOMOR GBR. |
| 17 | 14 |



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

BENTUK

SKALA

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
 3112030005

2. PERMATA PRAMESWARI
 3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

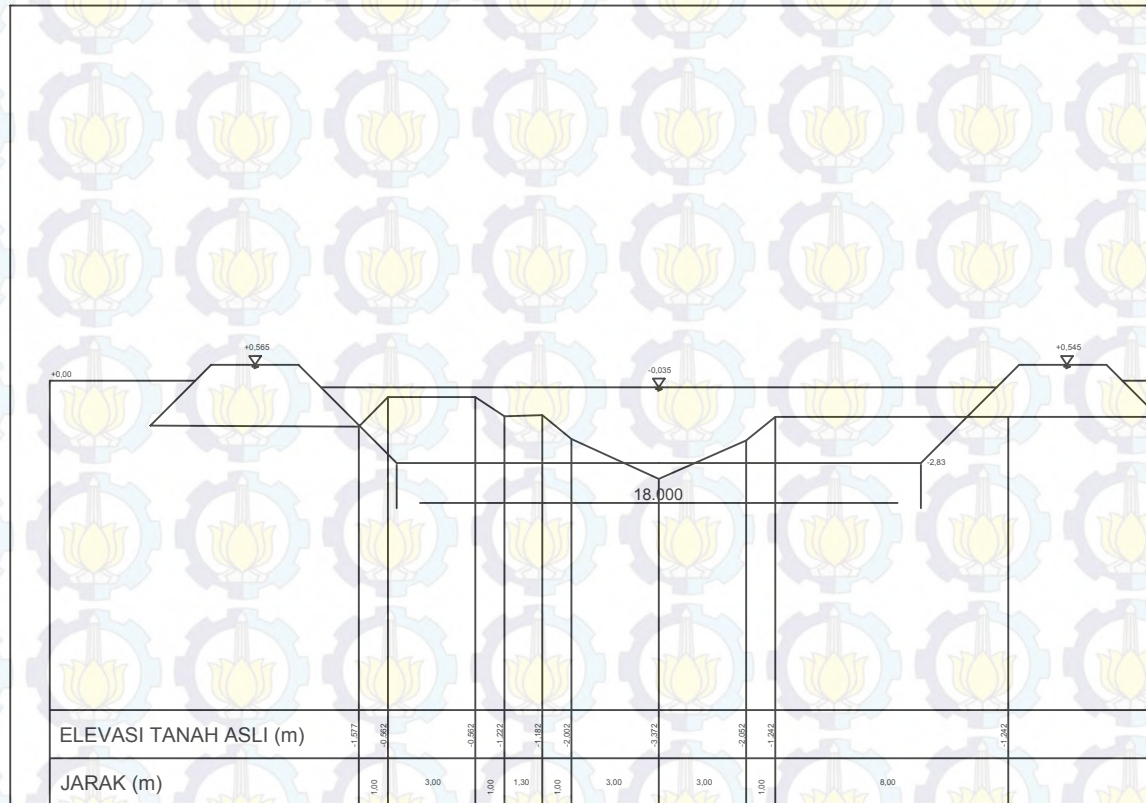
Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

JUMLAH GBR.

NOMOR GBR.

17

15



P 29



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

| | |
|--------|---------|
| BENTUK | SKALA |
| | 1 : 100 |

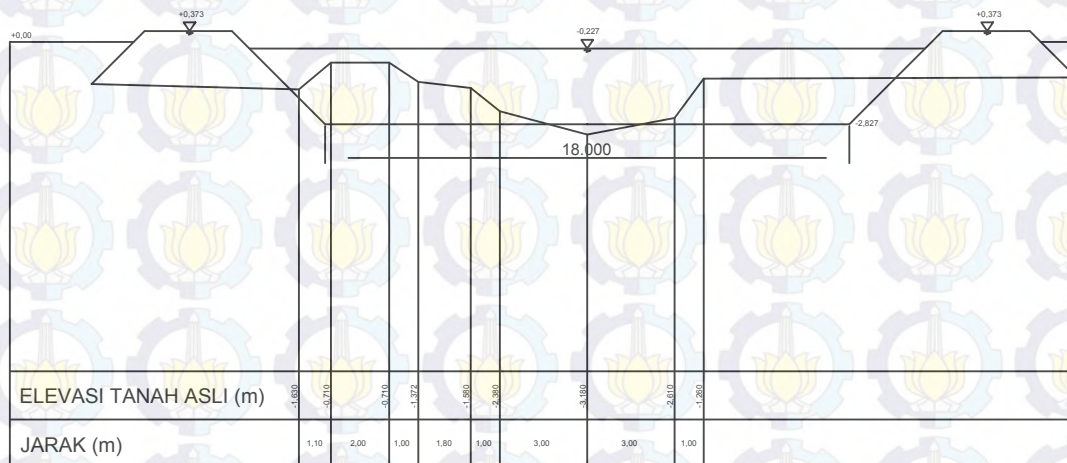
NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI
3112030052

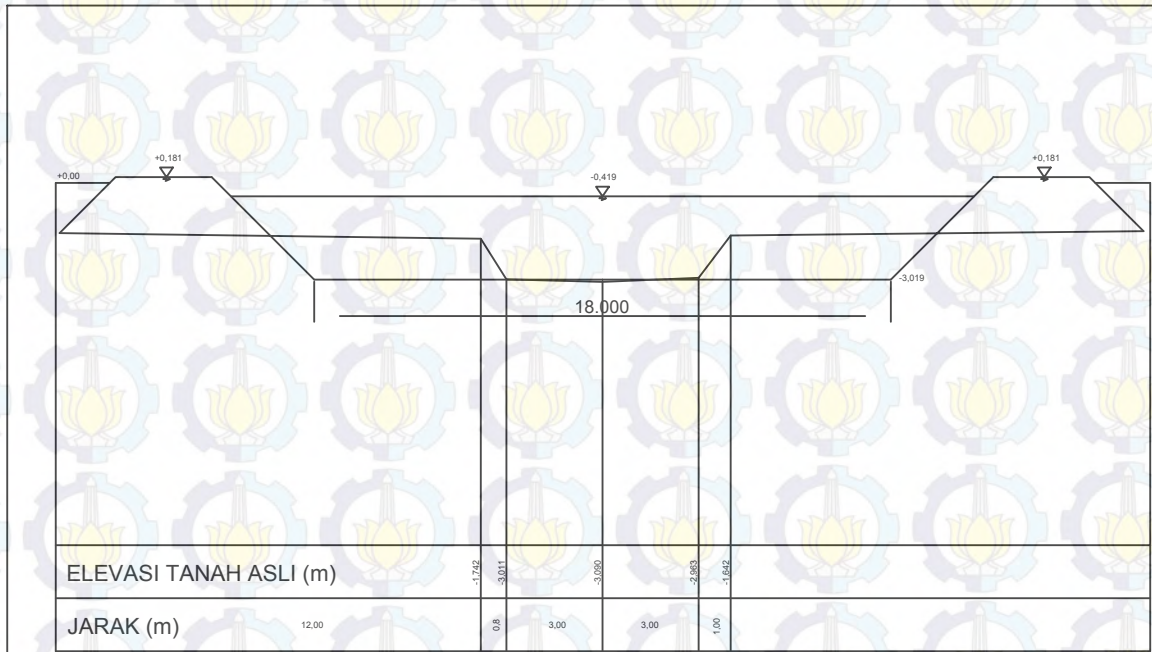
NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

| | |
|-------------|------------|
| JUMLAH GBR. | NOMOR GBR. |
| 17 | 16 |



P 31



P 33



PROGRAM STUDI D3 TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2015

NAMA GAMBAR

CROSS SECTION KALI BALONG

| | |
|--------|-------|
| BENTUK | SKALA |
|--------|-------|

1 : 100

NAMA MAHASISWA

1. DIEGA HANANDA ZIANTONO
3112030005
2. PERMATA PRAMESWARI
3112030052

NAMA DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.
 NIP.19600517 198903 1 002

| | |
|-------------|------------|
| JUMLAH GBR. | NOMOR GBR. |
|-------------|------------|

| | |
|----|----|
| 17 | 17 |
|----|----|

KM 2+000 S/D KM 2+200

GAMBAR SITUASI DAN LONG SECTION

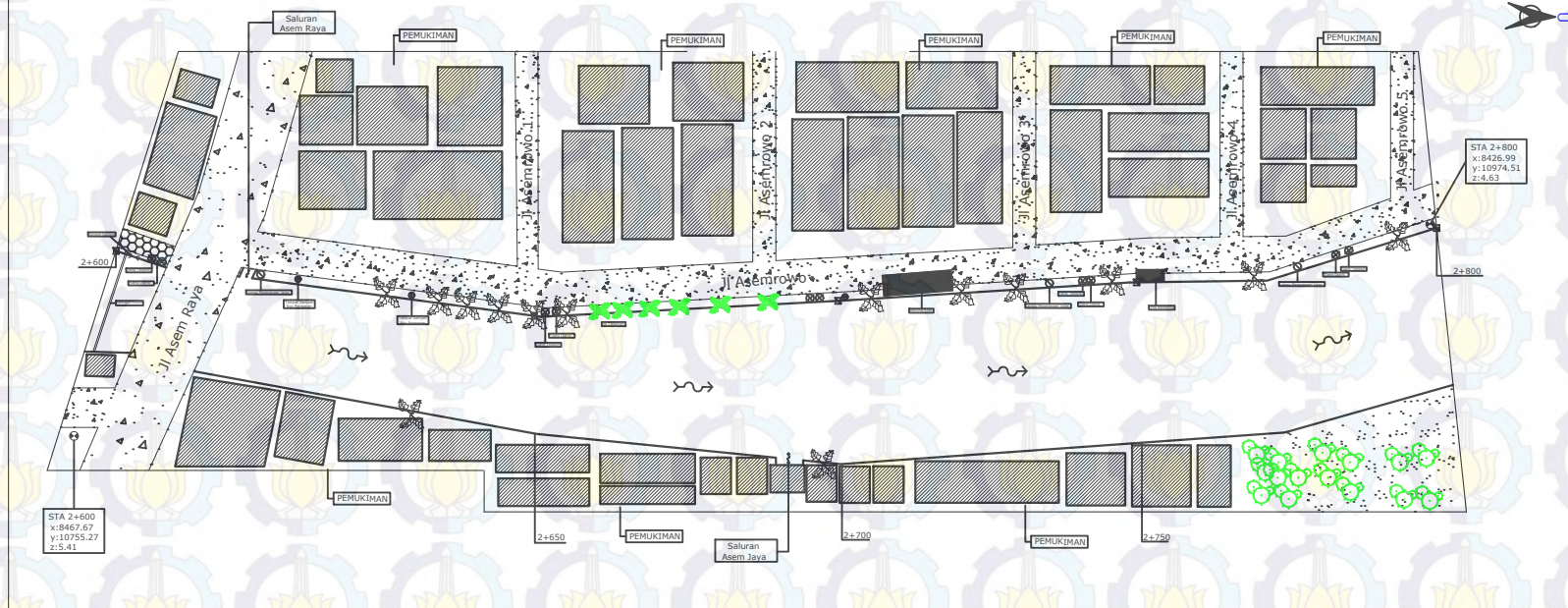


| | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 2000.00 | 2050.00 | 2100.00 | 2150.00 | 2200.00 | 2250.00 | 2300.00 | 2350.00 | 2400.00 |
| ELEVASI TANAH ASLI | 2.18 | 2.17 | 2.15 | 2.20 | 2.63 | | | | |
| JARAK PATOK (M) | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 | | | | |
| JARAK DARI CENTERLINE (M) | 2000.00 | 2050.00 | 2100.00 | 2150.00 | 2200.00 | | | | |
| ELEVASI TANGGUL | 5.16 | 5.22 | 4.89 | 5.41 | 5.22 | | | | |
| ELEVASI MUKA AIR | 3.64 | 3.62 | 3.64 | 3.55 | 3.46 | | | | |
| ELEVASI SEDIMEN | 2.35 | 2.62 | 2.48 | 2.36 | 2.72 | | | | |

SKALA:
PETA SITUASI
1:100
POTONGAN MEMANJANG
1:100

KM 2+600 S/D KM 2+800

GAMBAR SITUASI DAN LONG SECTION



| | | | | | |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 2600.00 | 2650.00 | 2700.00 | 2750.00 | 2800.00 |
| ELEVASI TANAH ASLI | 2.38 | 2.43 | 2.69 | 2.64 | 2.58 |
| JARAK PATOK (M) | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| JARAK DARI CENTERLINE (M) | 2600.00 | 2650.00 | 2700.00 | 2750.00 | 2800.00 |
| ELEVASI TANGGUL | 4.18 | 4.60 | 4.57 | 4.31 | 4.44 |
| ELEVASI MUKA AIR | 3.33 | 3.34 | 3.44 | 3.30 | 3.48 |
| ELEVASI SEDIMEN | 2.44 | 2.52 | 2.94 | 2.83 | 2.74 |

SKALA:
PETA SITUASI
1:100
POTONGAN MEMANJANG
1:100

DATUM : -1.0 m MSL

ELEVASI TANAH ASLI

JARAK PATOK (M)

JARAK DARI CENTERLINE (M)

ELEVASI TANGGUL

ELEVASI MUKA AIR

ELEVASI SEDIMEN

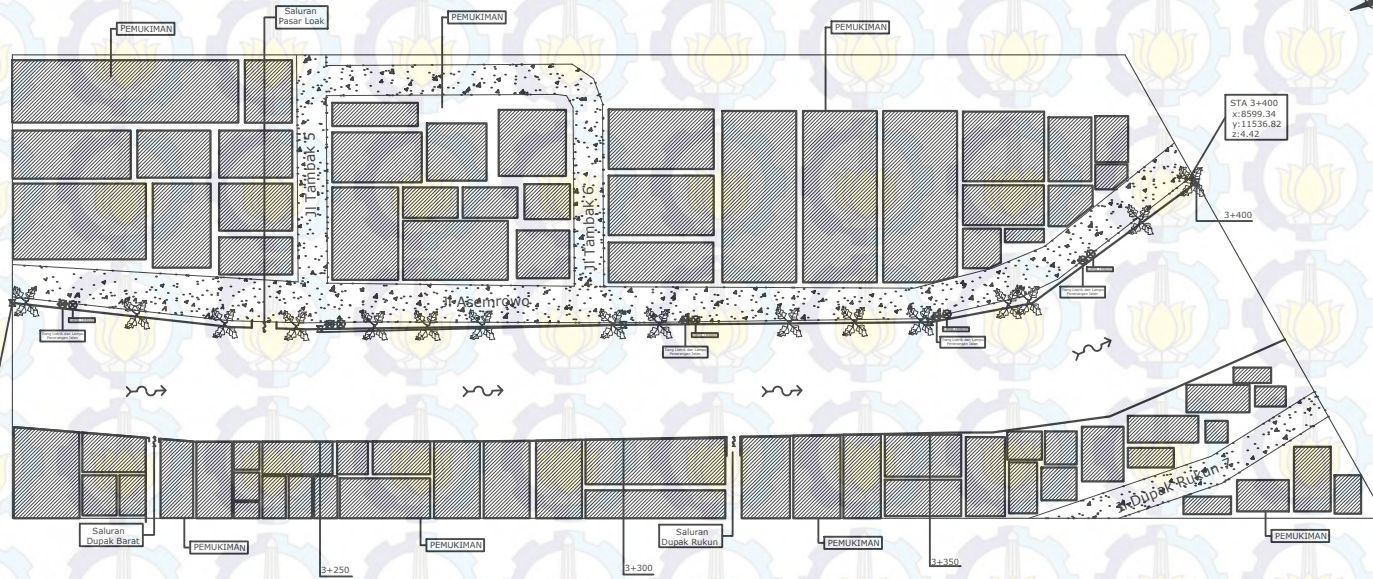
STA 2+600
x:8467.67
y:10755.27
z:5.41

STA 2+800
x:8426.99
y:10974.51
z:4.63



KM 3+200 S/D KM 3+400

GAMBAR SITUASI DAN LONG SECTION

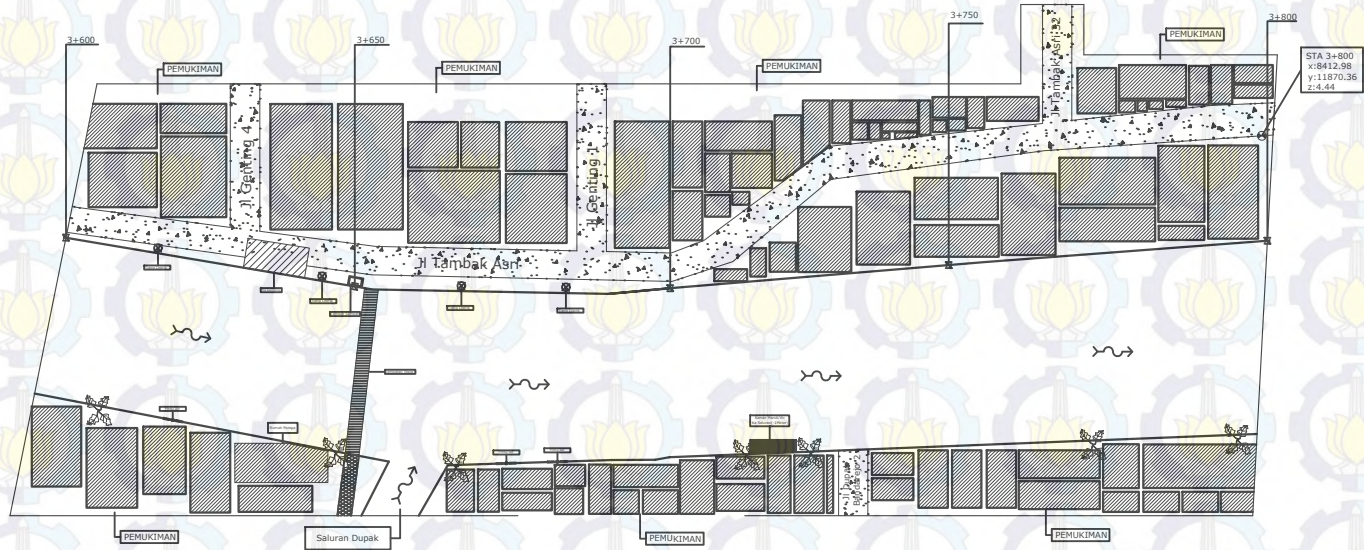


| | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 6,5 | | | | | | | | | | |
| 6,0 | | | | | | | | | | |
| 5,5 | | | | | | | | | | |
| 5,0 | | | | | | | | | | |
| 4,5 | | | | | | | | | | |
| 4,0 | | | | | | | | | | |
| 3,5 | | | | | | | | | | |
| 3,0 | | | | | | | | | | |
| 2,5 | | | | | | | | | | |
| 2,0 | | | | | | | | | | |
| 0 | | | | | | | | | | |
| DATUM : -1.0 m MSL | | | | | | | | | | |
| ELEVASI TANAH ASLI | 3200.00 | 2.31 | 3250.00 | 2.56 | 3300.00 | 1.99 | 3350.00 | 1.92 | 3400.00 | 1.98 |
| JARAK PATOK (M) | | 50 | | 50 | | 50 | | 50 | | 50 |
| JARAK DARI CENTERLINE (M) | | 3200.00 | | 3250.00 | | 3300.00 | | 3350.00 | | 3400.00 |
| ELEVASI TANGGUL | | 4.20 | | 4.19 | | 4.29 | | 4.23 | | 4.29 |
| ELEVASI MUKA AIR | | 3.33 | | 3.32 | | 3.35 | | 2.86 | | 3.33 |
| ELEVASI SEDIMEN | | 2.51 | | 2.39 | | 2.23 | | 2.08 | | 2.25 |

SKALA:
PETA SITUASI
1:100
POTONGAN MEMANJANG
1:100

KM 3+600 S/D KM 3+800

GAMBAR SITUASI DAN LONG SECTION

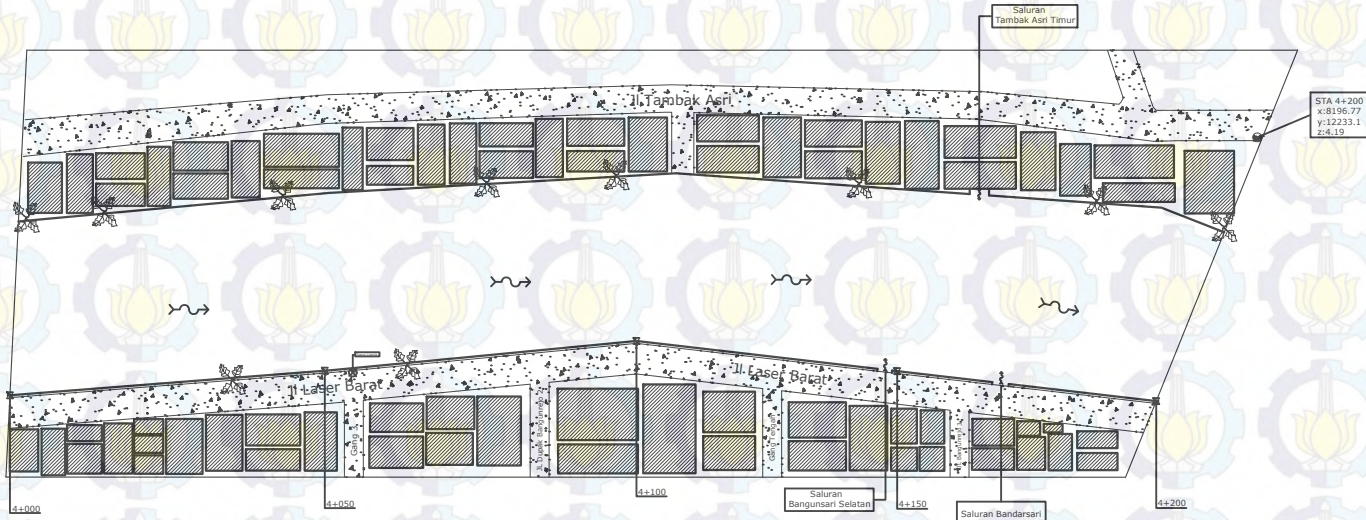


| | | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 6.0 | | | | | | | | | | |
| 5.5 | | | | | | | | | | |
| 5.0 | | | | | | | | | | |
| 4.5 | | | | | | | | | | |
| 4.0 | | | | | | | | | | |
| 3.5 | | | | | | | | | | |
| 3.0 | | | | | | | | | | |
| 2.5 | | | | | | | | | | |
| 2.0 | | | | | | | | | | |
| 0 | | | | | | | | | | |
| DATUM : -1.0 m MSL | | | | | | | | | | |
| ELEVASI TANAH ASLI | 3600.00 | 1.75 | 3650.00 | 1.72 | 3700.00 | 1.66 | 3750.00 | 1.60 | 3800.00 | 1.54 |
| JARAK PATOK (M) | | 50 | | 50 | | 50 | | 50 | | 50 |
| JARAK DARI CENTERLINE (M) | | 3600.00 | | 3650.00 | | 3700.00 | | 3750.00 | | 3800.00 |
| ELEVASI TANGGUL | | 4.77 | | 4.88 | | 4.36 | | 3.92 | | 3.95 |
| ELEVASI MUKA AIR | | 3.27 | | 3.27 | | 3.25 | | 3.21 | | 3.24 |
| ELEVASI SEDIMEN | | 1.96 | | 1.88 | | 1.92 | | 1.88 | | 1.79 |

SKALA:
PETA SITUASI
1:100
POTONGAN MEMANJANG
1:100

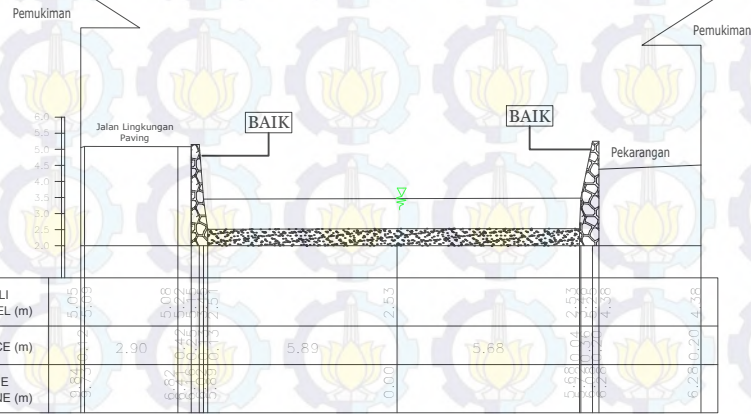
KM 4+000 S/D KM 4+200

GAMBAR SITUASI DAN LONG SECTION

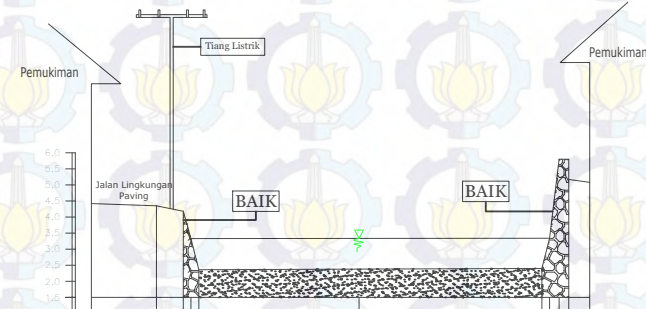


| | 4000.00 | 4050.00 | 4100.00 | 4150.00 | 4200.00 |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| DATUM :-1.0 m MSL | | | | | |
| ELEVASI TANAH ASLI | 4000.00 | 4050.00 | 4100.00 | 4150.00 | 4200.00 |
| JARAK PATOK (M) | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| JARAK DARI CENTERLINE (M) | 4000.00 | 4050.00 | 4100.00 | 4150.00 | 4200.00 |
| ELEVASI TANGGUL | 3.98 | 3.99 | 3.92 | 3.88 | 3.96 |
| ELEVASI MUKA AIR | 3.17 | 3.16 | 3.20 | 3.18 | 3.16 |
| ELEVASI SEDIMEN | 1.59 | 1.53 | 1.49 | 1.38 | 1.29 |

SKALA:
PETA SITUASI
1:100
POTONGAN MEMANJANG
1:100



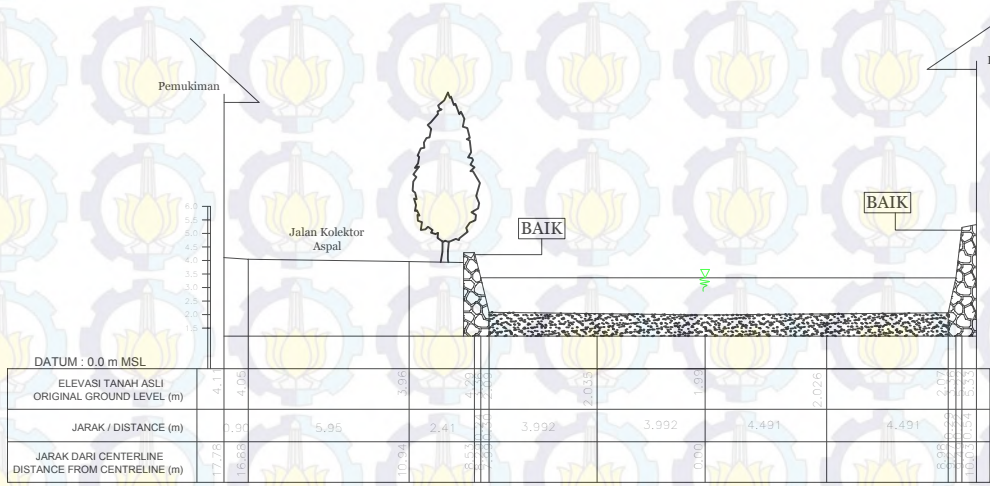
STA 2+200



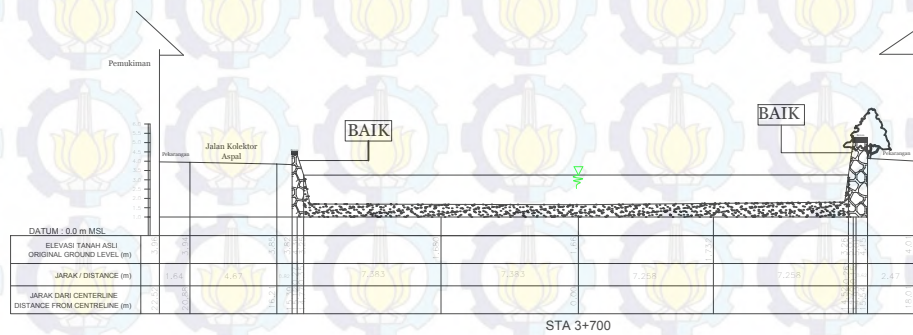
DATUM : 0.0 m MSL

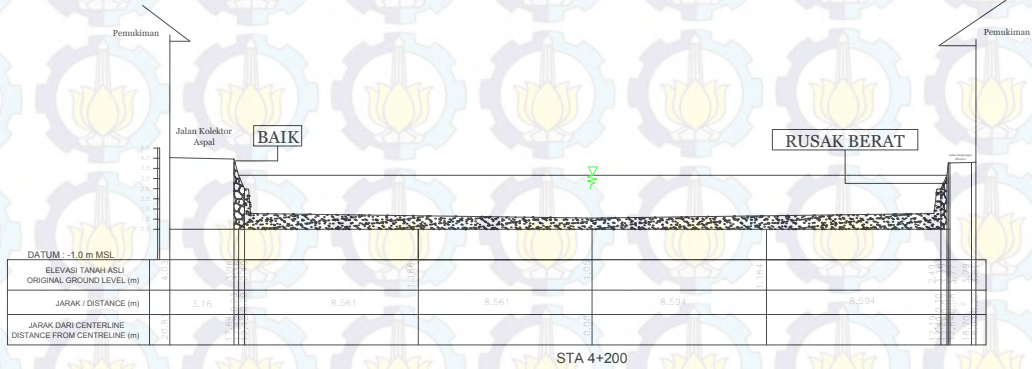
| | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| ELEVASI TANAH ASLI ORIGINAL GROUND LEVEL (m) | 4.45 | 4.25 | 4.18 | 3.98 | 2.38 | 2.10 | 2.00 | 1.90 | 1.80 | 1.70 | 1.60 |
| JARAK / DISTANCE (m) | 2.02 | 0.84 | 0.70 | 0.50 | 4.99 | 0.00 | 5.70 | 0.50 | 0.70 | 0.84 | 2.02 |
| JARAK DARI CENTERLINE DISTANCE FROM CENTRELINE (m) | 8.33 | 6.51 | 5.47 | 4.97 | 0.00 | 4.97 | 5.47 | 6.51 | 6.51 | 8.33 | 8.33 |

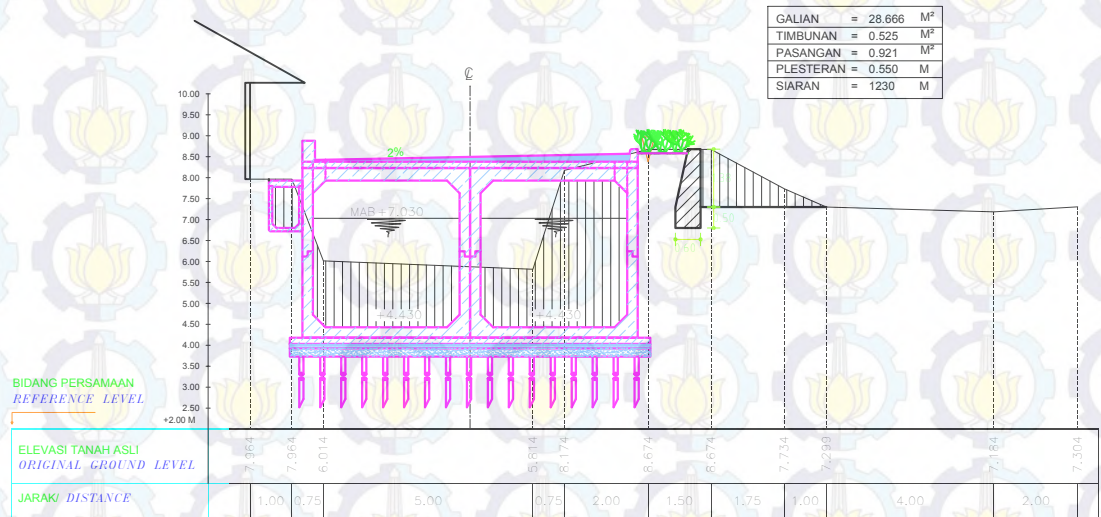
STA 2+600



STA 3+300

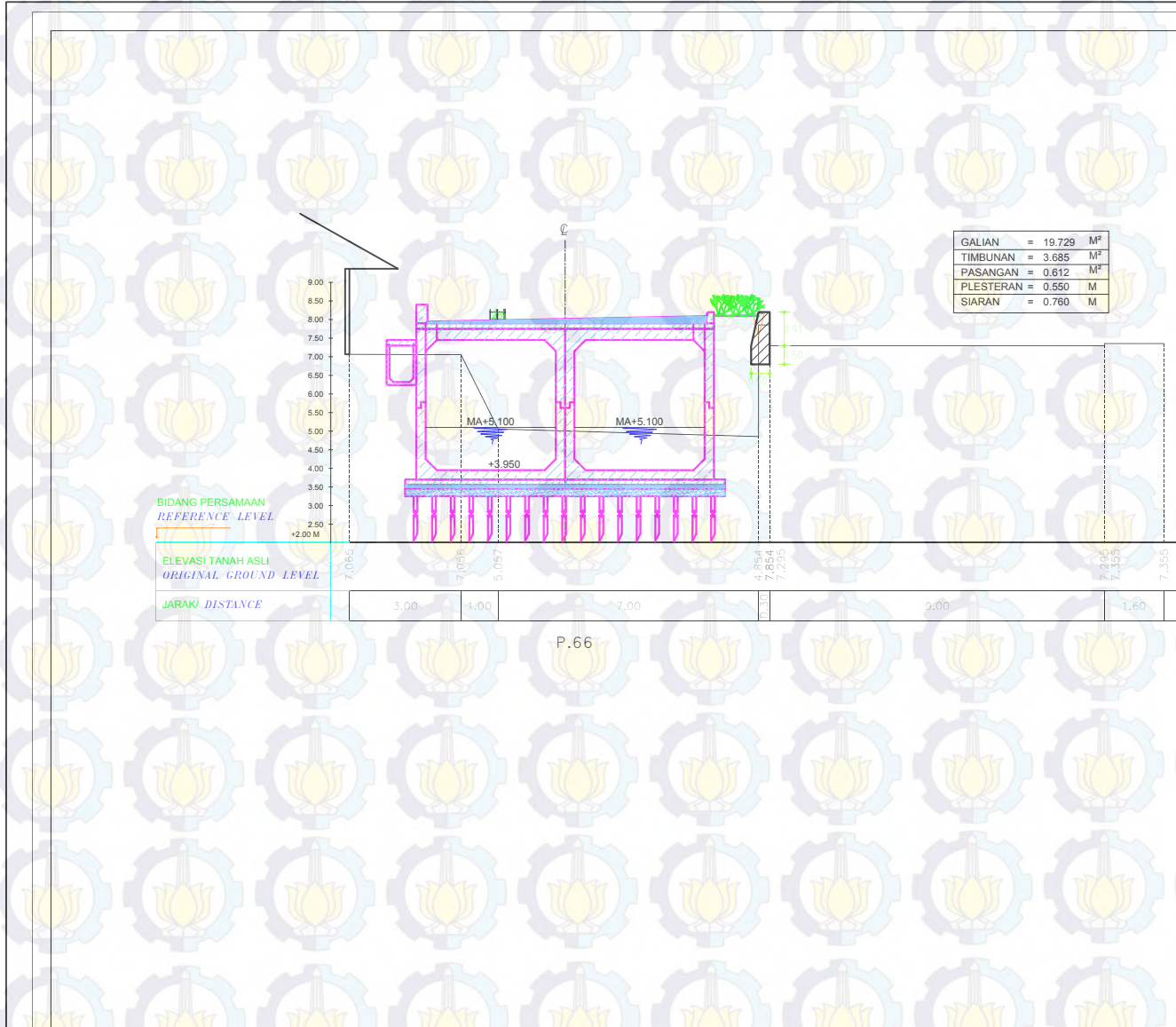






| | | |
|-----------|----------|----------------|
| GALIAN | = 28.666 | M ² |
| TIMBUNAN | = 0.525 | M ² |
| PASANGAN | = 0.921 | M ² |
| PLESTERAN | = 0.550 | M |
| SIARAN | = 1230 | M |

| | | |
|---|--|-------------|
| TGL | REVISI | T. TANGAN |
| | | |
|  PEMERINTAH KOTA SURABAYA DINAS PEKERJAAN UMUM BINA MARGA DAN PEMERTAN BIDANG PERENCANAAN DAN PEMANFAATAN | | |
| DANA APBD (PENDAPATAN DAERAH) | | |
| TAHUN ANGGARAN 2010 | | |
| NAMA KEGIATAN | | |
| PEMBANGUNAN SALURAN DRAINASE / GORONG-GORONG | | |
| PAKET PEKERJAAN | | |
| PEMBANGUNAN BOX CULVERT TYPE 1 SALURAN BANYU URIP (AFVOUR SIMO - DARMO SATELIT) | | |
| GAMBAR | SKALA | |
| POTONGAN MELINTANG CROSS SECTION (P.56 - P.58+50) | Skala Horizontal 1 : 100 Skala Vertikal 1 : 100 | |
| PENGGUNA JASA | TGL | T. TANGAN |
| PT. KASIA BANGUN Perencanaan dan Pemertan Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pemertan Kota Surabaya | | |
| IR. SRI MULYONO, MM Pemeriksa NIP. 1954203198401 1 001 | | |
| PENYEDIA JASA | TGL | T. TANGAN |
| CV. CIPTA SURAMADU CONSULTANT SEKELUAR KONSULTAN PERENCANA | | |
| TAJIBIK HIDAYAT, ST Desainer | | |
| KONSULTAN PERENCANA TEKNIK | | |
|  CV. CIPTA SURAMADU CONSULTANT Engineering & Management consultant Office : J. Raya 11 Surab - Bangkai Cendekia Street, Cendekia, Surabaya 60119 Telp. (031) 8463111 Fax. (031) 8463112 Email: info@ciptasuramadu.com | | |
| DIGAMBAR | PERENCANA | |
| | | |
| AKHMAD MASYHUDI | IR. SISIMANTO | |
| Kode Gambar | No. Lembar | Jml. Lembar |
| | | |



| | | |
|-----|--------|-----------|
| TGL | REVISI | T. TANGAN |
|-----|--------|-----------|

PEMERINTAH KOTA SURABAYA
DINAS PEKERJAAN UMUM BINA MARGA DAN PEMANTAUAN
BIDANG PERENCANAAN DAN PEMANFAATAN

DANA APBD (PENDAPATAN DAERAH)
TAHUN ANGGARAN 2010

NAMA KEGIATAN

PEMBANGUNAN SALURAN
DRAINASE / GORONG-GORONG

PAKET PEKERJAAN

PEMBANGUNAN BOX CULVERT
TYPE 1 SALURAN BANYU URIP
(AFVOUR SIMO - DARMO SATELIT)

| | |
|--------|-------|
| GAMBAR | SKALA |
|--------|-------|

| | |
|--|--|
| POTONGAN MELINTANG CROSS SECTION (P.66+24 - P.67+50) | Skala Horizontal 1 : 100 Skala Vertikal 1 : 100 |
|--|--|

| | | |
|---------------|-----|-----------|
| PENGGUNA JASA | TGL | T. TANGAN |
|---------------|-----|-----------|

Pt Kasia Bang
Perencanaan dan Pemantauan
Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Pemantauan
Kota Surabaya

IR. SRI MULYONO, MM
Perencana S-1
NIP. 19542023 198401 1 001

| | | |
|---------------|-----|-----------|
| PENYEDIA JASA | TGL | T. TANGAN |
|---------------|-----|-----------|

CV. CIPTA SURAMADU CONSULTANT
SELANGU KONSULTAN PERENCANA

TAJUFIK HIDAYAT, ST
Desainer

KONSULTAN PERENCANA TEKNIK

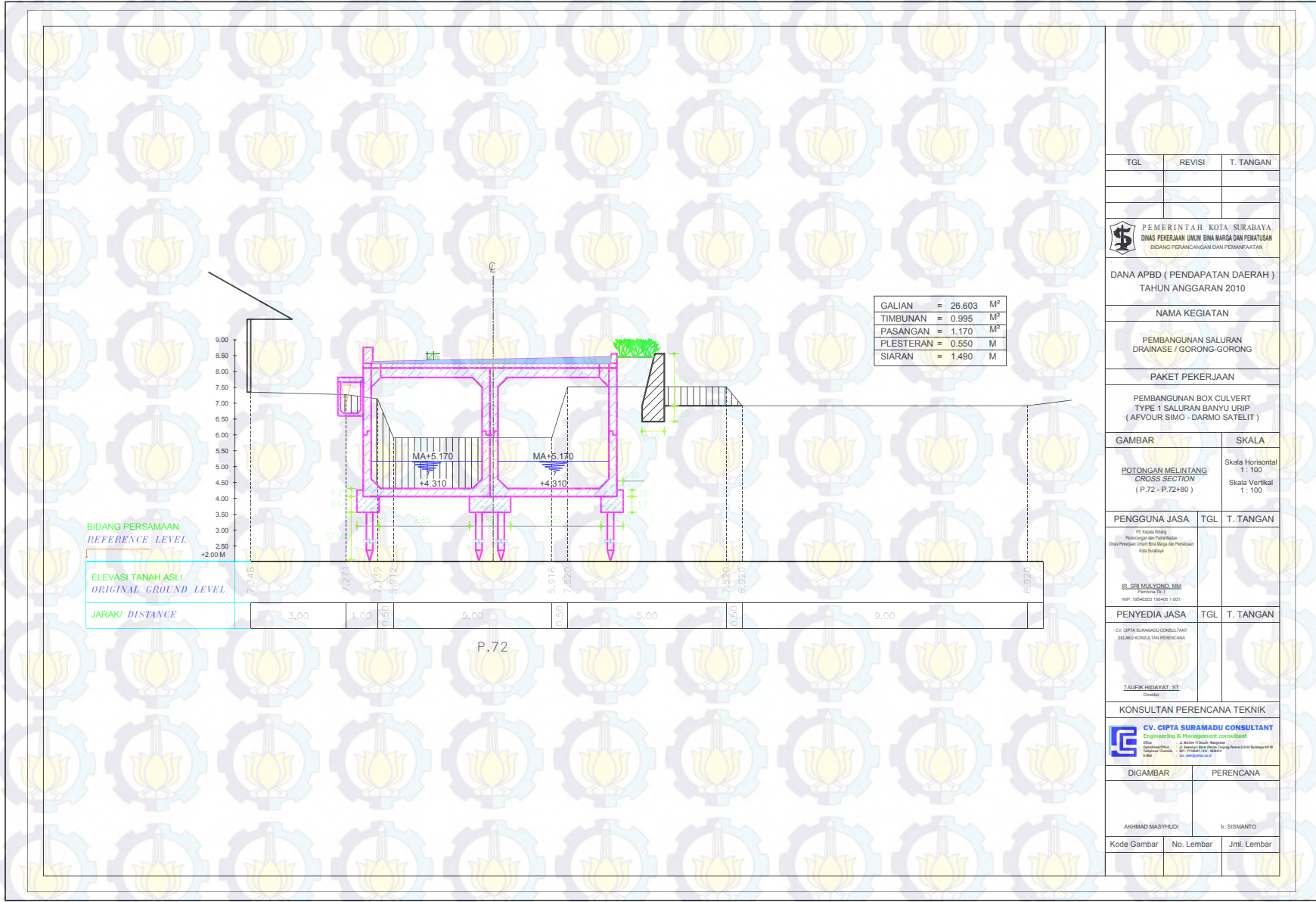
CV. CIPTA SURAMADU CONSULTANT
Engineering & Management consultant

Office : J. Raya 11 Surab - Bangkua
Cibubur, Jakarta Barat
Telp : 021-55000000
Fax : 021-55000000
E-mail : info@ciptasuramadu.com

| | |
|----------|-----------|
| DIGAMBAR | PERENCANA |
|----------|-----------|

| | |
|-----------------|---------------|
| AKHMAD MASYHUDI | IR. SISIMANTO |
|-----------------|---------------|

| | | |
|-------------|------------|-------------|
| Kode Gambar | No. Lembar | Jml. Lembar |
|-------------|------------|-------------|



| | | | |
|-----------|---|--------|----------------|
| GALIAN | = | 26.603 | M ² |
| TIMBUNAN | = | 0.995 | M ³ |
| PASANGAN | = | 1.170 | M ³ |
| PLESTERAN | = | 0.550 | M |
| SIARAN | = | 1.490 | M |

BIDANG PERSAMAAN
REFERENCE LEVEL

ELEVASI TANAH ASLI
ORIGINAL GROUND LEVEL

JARAK/ DISTANCE

P.72

| TGL | REVISI | T. TANGAN |
|-----|--------|-----------|
| | | |

PEMERINTAH KOTA SURABAYA
DINAS PEKERJAAN UMUM BINA MARGA DAN PEMANTAUAN
BIDANG PERENCANAAN DAN PEMANFAATAN

DANA APBD (PENDAPATAN DAERAH)
TAHUN ANGGARAN 2010

NAMA KEGIATAN

PEMBANGUNAN SALURAN
DRAINASE / GORONG-GORONG

PAKET PEKERJAAN

PEMBANGUNAN BOX CULVERT
TYPE 1 SALURAN BANYU URIP
(AFVOUR SIMO - DARMO SATELIT)

| GAMBAR | SKALA |
|---|--|
| POTONGAN MELINTANG CROSS SECTION (P.72 - P.72+80) | Skala Horizontal 1 : 100 Skala Vertikal 1 : 100 |

| PENGGUNA JASA | TGL | T. TANGAN |
|---------------|-----|-----------|
| | | |

Pt. Kasia Bang
Perencanaan dan Pemantauan
Dinas Pekerjaan Umum Bina Bangun dan Pemeliharaan
Kota Surabaya
IR. SRI MULYONO, MM
Perencana S.T.

| PENYEDIA JASA | TGL | T. TANGAN |
|---------------|-----|-----------|
| | | |

CV. CIPTA SURAMADU CONSULTANT
SEKELUAR KONSULTAN PERENCANA
TAJUFIK HIDAYAT, ST
Desainer

KONSULTAN PERENCANA TEKNIK

CV. CIPTA SURAMADU CONSULTANT
Engineering & Management consultant
Office : J. Raya 11 Surab - Bangoran
Cibadene, Sukorejo, C. Madya : 2. Jember Raya, Jember
C. Madya : 2. Jember Raya, Jember

| DIGAMBAR | PERENCANA |
|----------|-----------|
| | |

| | |
|-----------------|---------------|
| AKHMAD MASYHUDI | IR. SISIMANTO |
|-----------------|---------------|

| Kode Gambar | No. Lembar | Jml. Lembar |
|-------------|------------|-------------|
| | | |

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya, 11 Mei 1995, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Dharmawanita-Surabaya lulus pada tahun 2001, SDN Kendangsari V no.562 Surabaya lulus pada tahun 2006, SMPN 35 Surabaya lulus pada tahun 2009, dan SMAN 16 Surabaya lulus pada tahun 2012. Setelah lulus dari Sekolah Menengah Atas pada tahun 2012, penulis mengikuti Seleksi Masuk ITS (SMITS) dan diterima di jurusan D III Teknik Sipil ITS pada tahun 2012 dan terdaftar dengan NRP 3112 030 005. Di jurusan DIII Teknik Sipil ini penulis mengambil bidang studi Bangunan Air.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya, 15 Agustus 1994, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Dewi Sartika Krembangan-Surabaya lulus pada tahun 2001, SDK ST. Aloysius Surabaya lulus pada tahun 2006, SMPK Stella Maris Surabaya lulus pada tahun 2009, dan SMAK Stella Maris Surabaya lulus pada tahun 2012. Setelah lulus dari Sekolah Menengah Atas pada tahun 2012, penulis mengikuti Seleksi Masuk ITS (SMITS) dan diterima di jurusan D III Teknik Sipil ITS pada tahun 2012 dan terdaftar dengan NRP 3112 030 052. Di jurusan DIII Teknik Sipil ini penulis mengambil bidang studi Bangunan Air.