

**TUGAS AKHIR TERAPAN – RC5501**

**PENDAYAGUNAAN KOLAM TAMPUNG  
SEBAGAI UPAYA INTEGRASI PENANGGULANGAN  
BANJIR DI KAMPUS ITS SUKOLILO**

**NASRULLAH SYABANI**

**NRP. 10111300000062**

**Dosen Pembimbing I :**

**Ir. Edy Sumirman, MT.**

**NIP. 19581212 198701 1 001**

**Dosen Pembimbing II :**

**Dwi Indriyani, ST., MT**

**NIP. 19810210 201404 2 001**

**PROGRAM DIPLOMA III TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
2019**



**TUGAS AKHIR TERAPAN – RC 5501**

**PENDAYAGUNAAN KOLAM TAMPUNG SEBAGAI  
UPAYA INTEGRASI PENANGGULANGAN BANJIR  
DI KAMPUS ITS SUKOLILO**

NASRULLAH SYABANI

NRP. 10111300000062

Dosen Pembimbing I

Ir. Edy Sumirman, M.T.

NIP. 19581212 198701 1 001

Dosen Pembimbing II

Dwi Indriyani, S.T., M.T.

NIP. 19810210 201404 2 001

PROGRAM DIPLOMA III TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019



**FINAL PROJECT APPLIED – RC 5501**

**UTILIZATION OF STORAGE COLUMN AS AN  
INTEGRATION EFFORTS OF FLOOD CONTROL IN ITS  
SUKOLILO CAMPUS**

NASRULLAH SYABANI

NRP. 10111300000062

*Counsellor I*

Ir. Edy Sumirman, M.T.

NIP. 19581212 198701 1 001

*Counsellor II*

Dwi Indriyani, S.T., M.T.

NIP. 19810210 201404 2 001

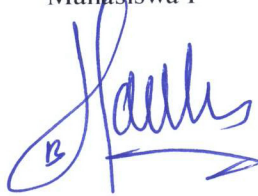
*Program Diploma III Civil Infrastructure Engineering  
Vocational Faculty  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2019*

**LEMBAR PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR TERAPAN  
PENDAYAGUNAAN KOLAM TAMPUNG  
SEBAGAI UPAYA INTEGRASI PENANGGULANGAN BANJIR  
DI KAMPUS ITS SUKOLILO**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Menyelesaikan  
Tugas akhir Terapan Pada  
Konsentrasi Bangunan Air Program Diploma III Teknik Infrastruktur Sipil  
Fakultas vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Disusun Oleh :

Mahasiswa I



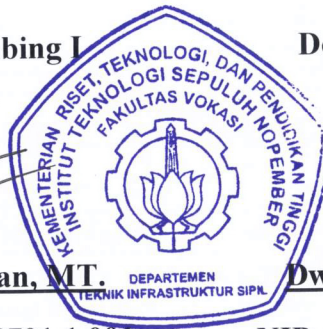
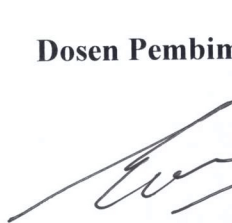
**Nasrullah Syabani**

**NRP. 1011300000062**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**



30 JUL 2019  


**Ir. Edy Sumirman, MT.**

**Dwi Indriyani, ST., MT**

**NIP. 19581212 198701 1 001**

**NIP. 19810210 201404 2 001**



**BERITA ACARA**  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**  
PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNOLOGI SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :  
44852/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2019

Tanggal :  
1-7-2019

|                           |                                                                                                     |              |                |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|
| Judul Tugas Akhir Terapan | Pendayagunaan Kolerasi Tampung Sebagai Upaya Integrasi Penanggulangan Banjir Di Kampus ITS Sukolilo |              |                |
| Nama Mahasiswa 1          | Nasrullah Syabani                                                                                   | NRP          | 10111300000062 |
| Nama Mahasiswa 2          | -                                                                                                   | NRP          | -              |
| Dosen Pembimbing 1        | Ir. Edy Sumirman, M.T.<br>NIP 19581212 198701 1 001                                                 | Tanda tangan |                |
| Dosen Pembimbing 2        | Dwi Indriyani, S.T., M.T.<br>NIP 19810210 201404 2 001                                              | Tanda tangan |                |

| URAIAN REVISI                                                                                                                | Dosen Penguji                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1. <i>Tampungan mana yg di pakai sebagai penampung banjir dgn sistemnya?</i><br>2. <i>pola aliran pompa pd kolam tampung</i> | <br>Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.<br>NIP 19600517 198903 1 002     |
| 1. <i>Perhitungan ts per gerak</i><br>2. <i>Skema / layout ts</i><br>3. <i>Kesimpulan dan penutup ts</i>                     | <br>S. Kamilia Aziz, S.T., M.T.<br>NIP 19771231 200604 2 001 |
|                                                                                                                              | -<br>NIP -                                                   |
|                                                                                                                              | -<br>NIP -                                                   |

**PERSETUJUAN HASIL REVISI**

| Dosen Penguji 1                                      | Dosen Penguji 2                                          | Dosen Penguji 3 | Dosen Penguji 4 |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|
|                                                      |                                                          | -               | -               |
| Ir. Ismail Sa'ud, M.MT.<br>NIP 19600517 198903 1 002 | S. Kamilia Aziz, S.T., M.T.<br>NIP 19771231 200604 2 001 | NIP -           | NIP -           |

| Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan | Dosen Pembimbing 1                                      | Dosen Pembimbing 2                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|                                                                                | <br>Ir. Edy Sumirman, M.T.<br>NIP 19581212 198701 1 001 | <br>Dwi Indriyani, S.T., M.T.<br>NIP 19810210 201404 2 001 |



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116  
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025  
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Masnullah syabani 2  
 NRP : 1 10111000000062 2  
 Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing : Dwi Indriyani, ST, MT

| No | Tanggal | Tugas / Materi yang dibahas                                                                                              | Tanda tangan | Keterangan               |                          |                                     |
|----|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
|    | 19/11   | Survey, dan update lokasi terbaru                                                                                        | ↓            |                          |                          |                                     |
|    | 10      | - Cari kapasitas kolam tampung<br>- Selesaikan perhitungan kolam tampung dan seluas                                      |              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
|    | 10/11   | - Perhitungan $T_c$ Max<br>- Laporan di perbaiki detail perhitungan $T_c$<br>- Layout $T_c$ di perbaiki                  | ↓            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
|    | 11/11   | - perbaiki perhitungan $T_c$ sampai dapat perencanaan<br>- perhitungan bobot di dua Cit tem Duhose.                      |              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
|    | 1/12    | - perhitungan operasional pompa pada bobot.                                                                              | ↓            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
|    | 13/12   | - perhitungan $T_c$ di Coltagi<br>- Gambar hubungan Basin Cros, sebelum dan sesudah Normalisasi,<br>- Gambar kurva pompa |              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

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



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**FAKULTAS VOKASI**  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116  
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025  
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

Nama : 1 2  
 NRP : 1 2  
 Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing :

| No | Tanggal | Tugas / Materi yang dibahas                    | Tanda tangan | Keterangan               |                                     |                          |
|----|---------|------------------------------------------------|--------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
|    | 18/11   | - Gambar Long, Cross Saluran Yang bermasalah - |              |                          |                                     |                          |
|    | 17      | - Kanan tampang di normalisasi                 |              | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|    |         | - Gambar Existing di gambar                    |              |                          |                                     |                          |
|    |         |                                                |              | 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"/> |
|    |         |                                                |              |                          |                                     |                          |
|    |         |                                                |              | 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



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS VOKASI**

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116  
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025  
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

**Nama** : 1 Marcellah Syabani 2  
**NRP** : 1 1011130000062 2  
**Judul Tugas Akhir** : Pandayagunaan kolam tampung sebagai upaya integrasi Penanggulangan banjir di kampus ITS Sebatido  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Eddy Sumirman, MT

| No | Tanggal | Tugas / Materi yang dibahas       | Tanda tangan       | Keterangan               |                          |                                     |
|----|---------|-----------------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
|    |         | - Tabel polilituga<br>tc          | <i>[Signature]</i> |                          |                          |                                     |
|    |         | - Tabel polilituga<br>Intensitas. |                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
|    |         | - Hubungan tc dan<br>Intensitas.  | <i>[Signature]</i> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |
|    |         | - Lengkap dengan<br>grafik        |                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
|    |         |                                   |                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
|    |         |                                   |                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
|    |         |                                   |                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
|    |         |                                   |                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
|    |         |                                   |                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |

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



**PENDAYAGUNAAN KOLAM TAMPUNG  
SEBAGAI UPAYA INTEGRASI  
PENANGGULANGAN BANJIR DI KAMPUS ITS  
SUKOLILO**

**Nama Mahasiswa : Nasrullah Syabani**

**NRP : 10111300000062**

**Jurusan : D-III Teknik Infrastruktur Sipil  
Vokasi – ITS**

**Dosen Pembimbing I : Ir. Edy Sumirman, MT**

**Dosen Pembimbing II : Dwi Indriyani, ST., MT**

**ABSTRAK**

Perubahan-perubahan fungsi lahan semakin memperbesar koefisien pengaliran yang pada akhirnya juga akan memperbesar debit limpasan permukaan, hal inilah yang sering kali mengakibatkan terjadinya banjir di Kampus ITS Sukolilo.

Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan tinggi genangan yang terjadi yang telah dilakukan terdapat beberapa lokasi terjadinya genangan yang terdapat pada sebagian wilayah di Kampus ITS. Tinggi genangan yang terjadi rata-rata berkedalaman 20 cm. Penyebab banjir yang terjadi di sub-sistem drainase kampus ITS pada umumnya dikarenakan oleh kurangnya daya tampung kapasitas saluran, saluran yang kurang memadai atau rusak, baik dikarenakan oleh banyaknya sedimen ataupun dimensi saluran yang kurang lebar. Selain itu juga dikarenakan pada beberapa titik lokasi saluran tidak terhubung dengan pembuang akhir sehingga mengakibatkan genangan.

Analisa yang dilakukan pada Tugas Akhir Terapan ini meliputi analisa hidrologi, hidrolika, kolam tampung, dan pompa. Analisa Hidrologi memperhitungkan curah hujan rencana dengan distribusi *Log Pearson Type III* periode ulang dua, lima dan sepuluh tahun, serta perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode rasional. Untuk perhitungan analisa

hidrolika dilakukan untuk mengetahui kapasitas eksisting penampang saluran.

Hasil dari evaluasi dilakukan dengan membandingkan debit eksisting dengan debit banjir rencana. Berdasarkan analisa perhitungan diperoleh hasil beberapa dimensi saluran eksisting yang tidak dapat menampung debit banjir rencana yaitu saluran SII H SII I, SII Z SII V, SII B, SII C, SII D, SII F, SII G, SII K, SII L, SII S, dan SII X, Untuk cara menanggulangnya dilakukan pengalihan debit ke kolam tampung, Dari hasil evaluasi kapasitas tampungan kolam tampung / boezem ada beberapa kolam tampung yang tidak dapat menampung debit *inflow*, yaitu kolam tampung 3 dan Kolam tampung 7. Pada kolam tampung 2 hasil evaluasi debit *outflow* kolam yang dialirkan secara gravitasi menuju saluran pembuang dapat ditampung oleh saluran. Sedangkan pada kolam tampung 11 debit *outflow* dialirkan melalui pompa air kesaluran buangan akhir yaitu Kali Bokor. Dari hasil perhitungan analisa pompa pada kolam tampung 11, kapasitas pompa direncanakan  $1 \text{ m}^3/\text{det}$  dengan jumlah pompa sebanyak 3 pompa untuk dapat memenuhi debit outflow sebesar  $3 \text{ m}^3/\text{det}$  dari kolam tampung.

**Kata Kunci :** Kolam tampung, Drainase, Pompa

**UTILIZATION OF STORAGE COLUMN AS AN  
INTEGRATION EFFORTS OF FLOOD CONTROL IN  
ITS SUKOLILO CAMPUS**

***Student Name*** : Nasrullah Syabani  
***NRP*** : 10111300000062  
***Faculty*** : D-III Infrastructure and Civil  
Engineering  
Vocational Faculty – ITS  
***Counsellor I*** : Ir. Edy Sumirman, MT  
***Counsellor II*** : Dwi Indriyani, ST., MT

**ABSTRACT**

*Land function changes further enlarge the flow coefficient which in turn will also increase surface runoff discharge, this is what often results in flooding on the ITS Sukolilo campus.*

*Based on the results of the survey that have been carried out the high inundation that occurs Based on the survey that has been carried out there are several locations for the occurrence of inundation found in parts of the ITS campus. The height of the inundation occurs with an average depth of 20 cm. The causes of flooding that occur in the ITS campus drainage sub-system are generally due to the lack of capacity of the channel capacity, channels that are less adequate or damaged, either due to the amount of sediment or the dimensions of the channel that are less wide. In addition, it is also due to the fact that at some point the channel location is not connected with the final waster resulting in a pool.*

*The analysis carried out in this Final Project includes hydrological analysis, hydraulic analysis, pool analysis, and pump analysis. Hydrological analysis calculates planned rainfall with a Log Pearson Type III distribution period of two, five and ten years, and calculation of planned flood discharge using the*

*rational method. For the calculation of hydraulic analysis is done to determine the existing capacity of the cross section of the channel.*

*The results of the evaluation were carried out by comparing the existing discharge with the planned flood discharge. Based on the analysis of the calculation, the results of several dimensions of the existing channel that cannot accommodate the planned flood discharge are SII H SII I, SII Z, SII V, SII B, SII C, SII D, SII F, SII G, SII K, SII L, SII S, and SII X,. For mitigation, transfer of the discharge to the pond is carried out. From the evaluation of the reservoir / boezem capacity there are several ponds that cannot accommodate inflow discharge, namely a pool of 3 and a pool 7. In a pool 2 the results of evaluating the pool outflow discharge which is flowed gravitationally towards the drainage can be accommodated by the channel. Whereas in the pond 11 outflow flows are flowed through the final discharge water pump, Kali Bokor. From the calculation of pump analysis in the 11 pond, the pump capacity is planned to be  $0.5 \text{ m}^3 / \text{s}$  with the number of pumps as much as 3 pumps to be able to meet the outflow discharge of  $1.5 \text{ m}^3 / \text{s}$  from the pool.*

*Keywords: Boezem, Drainage, Pumps*

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat taufik dan hidayah-Nya kepada kita. Serta shalawat beserta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarganya, para sahabatnya, hingga kepada umatnya hingga akhir zaman, amin. Sehingga kami dapat menyelesaikan dan menyusun Proposal Tugas Akhir Terapan dengan judul :

### **“ Pendayagunaan Kolam Tampung Sebagai Upaya Integrasi Penanggulangan Banjir di Kampus ITS Sukolilo ”**

Proyek akhir terapan ini merupakan salah satu syarat kelulusan bagi seluruh mahasiswa dalam menempuh pendidikan pada program Diploma III Teknik Infrastruktur Sipil ITS.

Kami menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini juga tidak terlepas dari dukungan dan motivasi berbagai pihak yang membantu kami dan memberi masukan serta arahan kepada kami. Untuk itu pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih terutama kepada :

1. Bapak Dr. Machsus, ST., MT. Selaku Kepala Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
2. Bapak Muhammad Khoiri, ST., MT., Ph.D Selaku Sekretaris Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
3. Ibu Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Diploma III Teknik Infrastruktur Sipil ITS,
4. Bapak Ir. Edy Sumirman, MT.. selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir Terapan,
5. Ibu Dwi Indriyani, ST., MT selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir Terapan
6. Bapak Ir. Ismail Sa'ud, M.MT. selaku dosen wali,
7. Bapak/Ibu dosen yang telah mendidik dan mengajar kami serta seluruh karyawan/ karyawanwati DIII Teknik Infrastruktur Sipil ITS,

8. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberi dorongan yang tak terhingga kepada kami,
9. Rekan – rekan Diploma III Teknik Infrastrukturu Sipil ITS serta semua pihak yang membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir Terapan ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Kami juga menyadari bahwa hasil yang tercapai dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini dapat dikembangkan lebih lanjut, dan kekurangan-kekurangan yang ada merupakan cambuk bagi kami untuk membuat yang lebih baik lagi.

Akhir kata, semoga apa yang kami sajikan dapat memberi manfaat bagi pembaca dan semua pihak, Aamiin.

Surabaya, 29 Juli 2019

## DAFTAR ISI

|                                                    |      |
|----------------------------------------------------|------|
| ABSTRAK .....                                      | i    |
| <i>ABSTRACT</i> .....                              | iii  |
| KATA PENGANTAR .....                               | v    |
| DAFTAR ISI .....                                   | vii  |
| DAFTAR GAMBAR .....                                | xi   |
| DAFTAR TABEL .....                                 | xiii |
| BAB 1 PENDAHULUAN .....                            | 1    |
| 1.1. Latar Belakang .....                          | 1    |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                         | 2    |
| 1.3. Batasan Masalah .....                         | 2    |
| 1.4. Maksud dan Tujuan .....                       | 3    |
| 1.5. Manfaat .....                                 | 3    |
| 1.6. Lokasi Studi .....                            | 3    |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....                      | 5    |
| 2.1. Kajian Terdahulu .....                        | 5    |
| 2.1.1. Luas Daerah .....                           | 5    |
| 2.1.2. Konsep drainase .....                       | 5    |
| 2.1.3. Sistem Pengendalian Banjir .....            | 6    |
| BAB III DASAR TEORI .....                          | 8    |
| 3.1. Studi Literatur .....                         | 9    |
| 3.1.1. Definisi Peran Drainase .....               | 9    |
| 3.1.2. Fungsi Drainase .....                       | 10   |
| 3.1.3. Fungsi Drainase Perkotaan Secara Umum ..... | 10   |
| 3.1.4. Berdasarkan Fungsi Layanan .....            | 11   |
| 3.1.5. Berdasarkan Fisiknya .....                  | 11   |
| 3.1.6. Faktor Medan dan Lingkungan .....           | 12   |

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.7 Studi Kelayakan.....                                                    | 12 |
| 3.1.8 Macam – Macam Drainase .....                                            | 12 |
| 3.1.9 Pola Jaringan.....                                                      | 15 |
| 3.1. Analisa Hidrologi.....                                                   | 17 |
| 3.2.1 Curah Hujan Rata-rata Daerah ( <i>Basin Rainfall</i> ).....             | 17 |
| 3.2.2 Curah Hujan Rencana .....                                               | 17 |
| 3.2.3 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi .....                               | 25 |
| 3.2.4 Debit Banjir Rencana.....                                               | 28 |
| 3.3. Analisa Hidrolika.....                                                   | 35 |
| 3.3.1 Perhitungan Debit .....                                                 | 35 |
| 3.3.2 Kecepatan aliran disaluran .....                                        | 36 |
| 3.3.3 Kemiringan dasar saluran.....                                           | 36 |
| 3.3.4 Koefisien kekasaran Manning .....                                       | 36 |
| 3.3.5 Perhitungan <i>Fullbank Capacity</i> .....                              | 37 |
| 3.4. Kontrol Banjir .....                                                     | 37 |
| 3.4.1 Perbandingan Debit Banjir Rencana Debit <i>Full Bank Capacity</i> ..... | 37 |
| 3.4.2 Perhitungan Dimensi Saluran.....                                        | 38 |
| 3.4.3 Perhitungan Debit .....                                                 | 39 |
| 3.4.4 Perhitungan <i>Fullbank Capacity</i> .....                              | 40 |
| 3.4.5 Analisa <i>Boezem</i> atau kolam tampung.....                           | 40 |
| 3.4.6 Analisa Pompa .....                                                     | 44 |
| BAB IV METODOLOGI.....                                                        | 47 |
| 4.1. Metodologi Perencanaan .....                                             | 47 |
| 4.1.1. Persiapan.....                                                         | 47 |
| 4.1.2. Pengumpulan Data .....                                                 | 47 |
| 4.1.3. Survey Lapangan .....                                                  | 48 |
| 4.1.4. Usulan Solusi .....                                                    | 48 |
| 4.1.5. Kesimpulan .....                                                       | 48 |
| 4.1.6. Selesai.....                                                           | 48 |
| BAB V ANALISA HIDROLOGI .....                                                 | 49 |
| 5.1 Curah Hujan Rata-Rata Daerah.....                                         | 49 |



|                                    |                                                            |     |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----|
| 5.2                                | Curah Hujan Rencana .....                                  | 51  |
| 5.2.1                              | Parameter Dasar Statistik .....                            | 51  |
| 5.2.2                              | Metode Distribusi <i>Log Pearson Tipe III</i> .....        | 54  |
| 5.3                                | Uji Kecocokan Distribusi .....                             | 56  |
| 5.3.1                              | Uji <i>Chi Kuadrat</i> .....                               | 56  |
| 5.3.2                              | Uji <i>Smirnov Kolmogorov</i> .....                        | 62  |
| 5.4                                | Analisa Debit Banjir Rencana .....                         | 63  |
| 5.4.1                              | Koefisien Pengaliran ( <i>C</i> ) .....                    | 63  |
| 5.4.2                              | Intensitas Hujan .....                                     | 65  |
| 5.4.3                              | Debit Banjir Rencana .....                                 | 74  |
| BAB VI ANALISA HIDROLIKA .....     |                                                            | 83  |
| 6.1                                | Kapasitas Eksisting Saluran Sekunder .....                 | 83  |
| 6.2                                | Kapasitas Eksisting Saluran Primer .....                   | 83  |
| 6.3                                | Kapasitas Eksisting Saluran Primer .....                   | 90  |
| 6.4                                | Perencanaan Saluran Drainase .....                         | 92  |
| 6.5                                | Kolam Tampung ( <i>Boezem</i> ) .....                      | 97  |
| 6.5.1                              | Analisa Kolam Tampung .....                                | 98  |
| 6.5.2                              | Debit <i>Inflow</i> dan <i>Outflow</i> Kolam Tampung ..... | 101 |
| 6.6                                | Analisa Kapasitas Pompa .....                              | 107 |
| 6.7                                | Analisa Kapasitas Kolam tampung .....                      | 110 |
| 6.7.1                              | Perhitungan Normalisasi Kolam Tampung .....                | 113 |
| BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN ..... |                                                            | 115 |
| 7.1                                | Kesimpulan .....                                           | 115 |
| 7.2                                | Saran .....                                                | 116 |
| DAFTAR PUSTAKA .....               |                                                            | 117 |
| BIODATA PENULIS .....              |                                                            | 119 |

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gambar 1.1 Lokasi Study .....                                                                           | 4   |
| Gambar 2.1 Saluran drainase ITS.....                                                                    | 7   |
| Gambar 3.1 Saluran Alami .....                                                                          | 12  |
| Gambar 3.2 Saluran Buatan.....                                                                          | 13  |
| Gambar 3.3 Saluran Terbuka.....                                                                         | 13  |
| Gambar 3.4 Saluran Tertutup .....                                                                       | 14  |
| Gambar 3.5 Pola Jaringan Drainase Siku .....                                                            | 15  |
| Gambar 3.6 Pola Jaringan Drainase Pararel .....                                                         | 15  |
| Gambar 3.7 Pola Jaringan Drainase Grid Iron.....                                                        | 16  |
| Gambar 3.8 Pola Jaringan Drainase Alamiah .....                                                         | 16  |
| Gambar 3.9 Pola Jaringan Drainase Radial .....                                                          | 17  |
| Gambar 3.10 Sketsa Penetapan WF dan RUA.....                                                            | 32  |
| Gambar 3.11 Hidrograf Rasional $T_c = T_d$ .....                                                        | 41  |
| Gambar 3.12 Hidrograf Rasional $T_c < T_d$ .....                                                        | 41  |
| Gambar 3.13 Pengaliran secara gravitasi.....                                                            | 43  |
| Gambar 3.14 Pengaliran dengan bantuan pompa.....                                                        | 44  |
| Gambar 5.1 Peta DAS dan Luas Pengaruh Stasiun Hujan.....                                                | 50  |
| Gambar 5.2 Grafik Perbandingan antara Intensitas Hujan dengan<br>$T_c$ .....                            | 73  |
| Gambar 6.1 Penampang saluran persegi.....                                                               | 83  |
| Gambar 6.2 Gambar penampang saluran trapesium .....                                                     | 85  |
| Gambar 6.3 <i>Catchment</i> saluran yang tidak aman, <i>fullbank</i> dan<br>pembuatan saluran baru..... | 97  |
| Gambar 6.4 Pembagian <i>Catchment</i> Kolam Tampung / <i>Boezem</i>                                     | 101 |
| Gambar 6.5 Grafik <i>inflow</i> kolam tampung 6 .....                                                   | 107 |
| Gambar 6.6 Grafik hubungan <i>inflow</i> dan <i>outflow</i><br>.....                                    | 109 |

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*

## DAFTAR TABEL

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3.1 Hubungan <i>Reduce mean</i> ( $Y_n$ ) dengan Besarnya Sample $n$ .....         | 19 |
| Tabel 3.2 Hubungan reduced standar ( $S_n$ ) dengan banyaknya sampel ( $n$ ).....        | 19 |
| Tabel 3.3 Hubungan $Y_t$ dengan besarnya periode ulang ( $T$ ).....                      | 20 |
| Tabel 3.4 Nilai $K$ Distribusi Log Person Tipe III .....                                 | 23 |
| Tabel 3.5 Nilai Chi-Kuadrat Kritis Sumber : Trihatmojo, 1995 .                           | 26 |
| Tabel 3.6 Nilai Kritis $D_o$ untuk uji <i>Smirnov-Kolmogorov</i> .....                   | 27 |
| Tabel 3.7 Nilai Kritis $D_o$ untuk uji <i>Smirnov-Kolmogorov</i> .....                   | 28 |
| Tabel 3.8 Kemiringan dasar saluran yang diijinkan.....                                   | 36 |
| Tabel 3.9 Koefisien Kekasaran <i>Manning</i> ( $n$ ) .....                               | 37 |
| Tabel 3.10 Koefisien Kekasaran <i>Manning</i> ( $n$ ) .....                              | 37 |
| Tabel 5.1 Curah hujan maksimum.....                                                      | 51 |
| Tabel 5.2 Perhitungan parameter dasar statistik .....                                    | 52 |
| Tabel 5.3 Penentuan distribusi curah hujan .....                                         | 53 |
| Tabel 5.4 Perhitungan Metode <i>Log Pearson</i> Tipe III .....                           | 54 |
| Tabel 5.5 Nilai $K$ distribusi <i>log pearson</i> tipe III.....                          | 55 |
| Tabel 5.6 Perhitungan <i>Chi Kuadrat</i> untuk <i>Log Pearson</i> Tipe III               | 57 |
| Tabel 5.7 Nilai Variabel Reduksi <i>Gauss</i> .....                                      | 59 |
| Tabel 5.8 Penentuan Nilai $E_i$ .....                                                    | 59 |
| Tabel 5.9 Nilai <i>chi kuadrat</i> teoritis.....                                         | 61 |
| Tabel 5.10 Perhitungan <i>Smirnov Kolmogorov</i> untuk <i>Log Pearson Tipe III</i> ..... | 62 |
| Tabel 5.11 Nilai kritis untuk uji <i>Smirnov Kolmogorov</i> .....                        | 62 |
| Tabel 5.12 Koefisein Pengaliran .....                                                    | 64 |
| Tabel 5.13 Perhitungan Koefisien Pengaliran.....                                         | 64 |
| Tabel 5.14 Nilai koefisien kekasaran saluran .....                                       | 66 |
| Tabel 5.15 Hasil perhitungan waktu konsentrasi ( $T_c$ ) .....                           | 69 |
| Tabel 5.16 Kontrol kapasitas saluran sekunder .....                                      | 77 |
| Tabel 5.17 Hasil perhitungan debit banjir rencana saluran primer .....                   | 81 |
| Tabel 6.1 Kontrol kapasitas saluran eksisting.....                                       | 87 |

|                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 6.2 Daftar redisain saluran dan penambahan saluran baru .....  | 93  |
| Tabel 6.3 Kontrol kapasitas saluran eksisting.....                   | 95  |
| Tabel 6.4 Perhitungan analisa kolam tampung atau <i>boezem</i> ..... | 99  |
| Tabel 6.5 Perhitungan <i>routing</i> kapasitas kolam tampung .....   | 103 |
| Tabel 6.6 Perhitungan <i>routing</i> kapasitas kolam tampung .....   | 106 |
| Tabel 6.7 Perhitungan analisa kapasitas pompa.....                   | 108 |
| Tabel 6.8 Kapasitas Kolam Tampung .....                              | 110 |
| Tabel 6.9 Perhitungan analisa kapasitas pompa.....                   | 113 |

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Sebagai salah satu perguruan tinggi terkemuka di Indonesia, ITS tumbuh menjadi institut yang unggul dan diperhitungkan dalam perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni di Indonesia maupun mancanegara. Untuk lebih memantapkan pertumbuhan dan perkembangan sumberdaya, saran dan prasarana dimasa datang diperlukan arahan dan pedoman yang dapat digunakan sebagai acuan. Melihat sejarah perkembangannya, ITS telah melalui berbagai transformasi sebagaimana tahapan perkembangan ITS.

Gambaran tentang perkembangan kampus ITS, dengan berbagai perubahan atau perbedaaan kebijakan baik dari aspek perencanaan *Master Plan* maupun dari aspek pelaksanaan, tuntutan kebutuhan masa depan dan menunjang kesejahteraan masyarakat kampus ITS, masalah banjir di kampus ITS, dan menipisnya ketersediaan lahan kampus dalam menanggapi tuntutan perkembangan bidang-bidang pendidikan baru.

Belum terpadunya saluran primer, sekunder dan tersier. Dalam hal ini, perlu adanya ketentuan/ketetapan apakah saluran induk di dalam kampus masih merupakan kelanjutan dari saluran luar yang masuk dari arah barat, atau merupakan sistem saluran tertutup dengan memfungsikan kolam-kolam tampung dan kenal pembuang lingkaran luar kampus disertai sistem pompa yang handal. Masalah lain yang secara khusus perlu diperhatikan dalam kajian *Review Master Plan* saat ini adalah penetapan ulang drainase, hal tersebut sehubungan dengan kenyataan seringnya terjadi banjir belakangan ini yang datang menggenangi kampus ITS baik pada daerah komplek Perumahan Dosen maupun daerah Gedung perkuliahan dan Gedung Laboratorium di daerah bagian timur Kampus ITS.

Mengingat permasalahan di atas maka akan saluran drainase di kampus ITS sukolilo perlu dievaluasi dan ditata kembali untuk beberapa tahun ke depan dan berusaha mengoptimalkan saluran drainase yang ada. Sehingga mampu mengalirkan dan menyalurkan air di waktu hujan dengan baik.

## 1.2.Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan uraian dari latar belakang tersebut maka permasalahan drainase kampus ITS Sukolilo dapat di rumuskan sebagai berikut :

1. Apa penyebab genangan yang terjadi di kampus ITS sukolilo ?
2. Berapa debit banjir yang di rencanakan pada saluran sekunder dan primer di kampus ITS Sukolilo
3. kapasitas saluran drainase kampus ITS Sukolilo sekunder dan primer mampu menampung debit banjir rencana ?
4. Berapa kapasitas kolam tampung dan pompa yang di butuhkan di kampus ITS sukolilo ?

## 1.3.Batasan Masalah

Beberapa parameter yang akan digunakan pada penelitian ini, meliputi : curah hujan, kapasitas saluran, panjang saluran, bentuk penampang saluran, kemiringan saluran, dan data penggunaan tanah.

Adapun batasan masalah yang akan direncanakan meliputi :

1. Perencanaan sistem drainase hanya meliputi luas wilayah Kampus ITS Sukolilo Surabaya.
2. Menganalisa kapasitas saluran sekunder dan primer kampus ITS Sukolilo.
3. Menghitung debit banjir rencana periode ulang ( $Q_{10}$ ) saluran Primer dan ( $Q_5$ ) saluran Sekunder kampus ITS Sukolilo.
4. Alternatif pengendalian banjir hanya pada rencana normalisasi, saluran baru, kolam tampung dan Pompa.
5. Tidak memperhitungkan *back water*
6. Tidak menghitung anggaran biaya



## **1.4 Maksud dan Tujuan**

Maksud di lakukannya pembuatan Tugas Akhir Terapan ini yaitu pengendalian banjir sistem drainase di Kampus ITS adalah untuk mengendalikan genangan banjir yang terjadi di kampus ITS sukolilo.

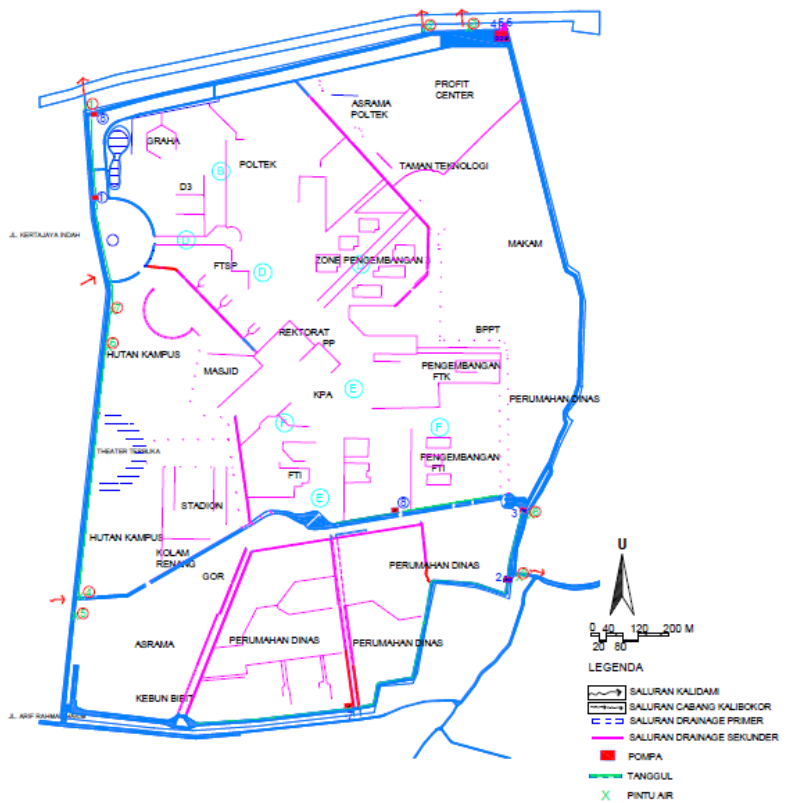
Adapun tujuan dilakukannya pengendalian banjir Mencari penyebab genangan yang terjadi di kampus ITS sukolilo. Perhitungan kapasitas saluran drainase dengan debit banjir rencana untuk periode ulang 5 tahunan ( saluran Sekunder), 10 tahunan ( saluran Primer ). Menghitung debit banjir rencana sesuai degan tingkat salurannya. Mengetahui kapasitas tampungan *Boezem* dan Pompa untuk mengendalikan debit banjir. Mengetahui apakah Skema Jaringan untuk Sistem Drainase Kampus ITS Sukolilo Surabaya bagian utara perlu di desain ulang atau tidak.

## **1.5 Manfaat**

Manfaat yang kami harapkan dengan selesainya Tugas Akhir Terapan ini yaitu dapat diketahui kendala apa saja yang menyebabkan adanya genangan di kampus ITS sukolilo, dan terbentuknya suatu sistem drainase yang dapat menyalurkan dan menyerap air serta menghindari terjadinya genangan air pada kawasan Kampus ITS Sukolilo. Dan dapat mengetahui pemeliharaan yang diperlukan untuk kampus ITS agar produktivitas tetap berjalan dan berkembang.

## **1.6 Lokasi Studi**

Lokasi Tugas Akhir terapan berada di Kampus ITS Sukolilo, tepatnya berada di wilayah Kota Surabaya bagian timur seperti gambar 1.1 berikut.



Gambar 1.1 Lokasi Studi

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Kajian Terdahulu**

Sistem jaringan Drainase ITS secara umum tidak merubah sistem yang sudah ada direncanakan dalam *master plan* kampus ITS 1986 yaitu sistem grafitasi dan pompa, hanya dilakukan penyempurnaan yang dianggap perlu. Dari hasil *review* terhadap konsep *Masterplan* ITS tahun 2003 dapat disimpulkan beberapa konsep-konsep umum yang akan digunakan pada *Masterplan* ITS tahun 2015.

Sistem jaringan Drainase meliputi :

- Saluran drainase tersier untuk saluran di sekeliling bangunan kampus.
- Saluran drainase sekunder untuk saluran di lingkungan bangunan menuju saluran utama / primer
- Saluran drainase primer untuk saluran pembangunan dari saluran sekunder menuju saluran kanal di sekeliling kampus

##### **2.1.1 Luas Daerah**

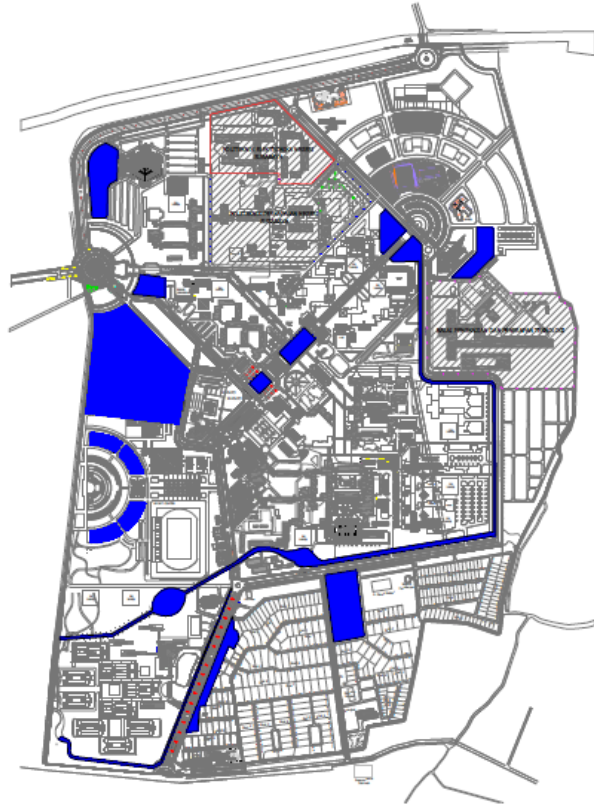
Kampus ITS Sukolilo menempati area seluas  $\pm 187,00$  Ha dengan kondisi tanah relatif datar, berawa dengan kedalaman air tanah  $\pm 0,60-1,00$  m. Pembagian areal tersebut  $\pm 7,60$  Ha dipakai oleh BPPT sebagai laboratorium Hidrodinamika BPPT,  $\pm 10,70$  Ha dipakai oleh politeknik, yang keduanya terpisah dari ITS, sehingga luas efektif ITS  $\pm 169,60$  Ha

##### **2.1.2 Konsep drainase**

Konsep drainase ramah lingkungan diterapkan untuk sistem drainase kampus ITS. Konsep drainase ramah lingkungan adalah mengelola air kelebihan hujan dengan cara sebesar-besarnya di resapkan dalam tanah secara alamiah atau mengalirkan ke sungai tanpa melampaui kapasitas sungai. Salah satu metode ekodrainase adalah menggunakan kolam penampungan, untuk menampung air hujan terlebih dahulu, diresapkan dan sisanya dapat dialirkan ke sungai secara perlahan.

### **2.1.3 Sistem Pengendalian Banjir**

- Pola pengendalian banjir kawasan direncanakan dalam bentuk penyediaan tampungan air hujan/bozem, *long storage* dan pompa
- Laguna, istilah lain untuk bosem, yaitu kolam penampungan limpasan hujan yang berasal dari satu atau lebih saluran. Ada 3 laguna yang ada / direncanakan existing, ditingkatkan kapasitasnya, yaitu untuk mengurangi genangan karena air hujan tidak dapat dengan mudah mengalir ke Saluran Kalibokor dan Saluran Kalidami diperlukan lebih banyak/ luar kolam penampungan air dan memperlebar dimensi saluran pada *long section* seperti gambar 2.1



MASTERPLAN ITS 2015

0 40 120 200 M

20 80

■ KOLAM PENAMPUNGAN AIR HUJAN

Gambar 2.1 Saluran drainase ITS

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*

## **BAB III DASAR TEORI**

### **3.1. Studi Literatur**

#### **3.1.1 Definisi Peran Drainase**

Secara garis besar, drainase adalah tindakan teknis untuk mengendalikan :

a. Kelebihan Air hujan

Jika tidak ada drainase, maka kelebihan air hujan akan merugikan masyarakat karena tidak adanya penampungan kelebihan air hujan. Tanah memiliki kapasitasnya sendiri untuk mampu menyerap air hujan yang jatuh. Jika kapasitas itu tidak terpenuhi, maka otomatis tanah tersebut akan jenuh air, sehingga sisanya yang tidak menembus tanah dan akan mengendang di permukaan jalan.

Sebagai akibat selanjutnya, lama kelamaan akan terjadi banjir jika air ini tidak segera dialirkan menuju badan air penerimaan. Banjir ini dapat berakibatnya kerusakan lahan - lahan produktif yang mempengaruhi kondisi perekonomian akibat menurunnya proses produksi, erosi tanah, dan endapat yang dapat merusak keindahan kota.

b. Elevasi Badan Air Permukaan

Adanya arus limpasan air hujan menuju badan penerima, maka akan timbul kemungkinan naiknya elevasi badan air permukaan. Selain itu, dampak lain yang dapat mengganggu adalah kemungkinan terjadinya air balik dan kerusakan terhadap badan air permukaan yang disebabkan oleh melimpahnya air permukaan kiriman dari air drainase

c. Elevasi permukaan air produktif.

Bila air hujan disalurkan tanpa adanya saluran drainase, maka yang terjadi adalah air tersebut akan masuk ke badan jalan, tanah, dan lain sebagainya dengan tanpa terkendali. Apabila hal ini terjadi, maka akan berakibat lapisan tanah di atasnya becek dan dapat berpengaruh pada kelembaban tanah yang beresiko

gangguan fisik, kimiawi, dan biologis terhadap sarana dan prasarana lingkungan kota / pemukiman

### **3.1.2 Fungsi Drainase**

Kegunaan drainase secara umum adalah sebagai alat pematus daerah dari kelebihan air permukaan dan air tanah. Maksudnya adalah apabila tidak dipatus atau dikendalikan dan di kontrol, maka kiriman air hujan akan masuk secara tidak terkendali kedalam badan air penerimaan, sehingga akibatnya seperti yang sudah di sebutkan sebelumnya adalah naiknya elevasi permukaan air permukaan yang implikasinya adalah gangguan air permukaan, melimpahnya air menyebabkan banjir di sekitar badan air penerimaan . jika hal tersebut di patus atau di kendalikan dengan adanya saluran drainase yang di rencanakan ( seperti pengtur waktu limpasannya, waktu air di saluran ) maka aliran hujan menuju badan air dapat diushakan tidak mengganggu kondisi ekosistemnya. Selain itu, fungsi utamanya dari drainase adalah sebagai pemelihara dan pengendali sumber daya air. Secara tidak lansung hal ini telah di bahas pada permasalahan diatas. Fungsinya termasuk memelihara elevasi baik air permukaan maupun air tanah. memerlukan kerjasama dengan beberapa ahli di bidang lain yang terkait.

### **3.1.3 Fungsi Drainase Perkotaan Secara Umum**

- Meringankan bagian wilayah kota dari genangan sehingga tidak menimbulkan dampak negatif.
- Mengalirkan air permukaan ke badan air penerima terdekat secepatnya.
- Mengendalikan kelebihan air permukaan yang dapat dimanfaatkan untuk persediaan air dan kehidupan akuatik.
- Meresapkan air permukaan untuk menjaga kelestarian air tanah (konservasi air).
- Melindungi sarana dan prasarana yang sudah terbangun.



### **3.1.4 Berdasarkan Fungsi Layanan**

#### **1. Sistem Drainase Lokal**

Yang termasuk sistem drainase lokal adalah saluran awal yang melayani suatu kawasan kota tertentu seperti kompleks permukiman, areal pasar, perkantoran, areal industri dan komersial. Sistem ini melayani areal kurang dari 10 ha. Pengelolaan sistem drainase lokal menjadi tanggung jawab masyarakat, pengembang atau instansi lainnya.

#### **2. Sistem Drainase Utama**

Yang termasuk dalam sistem drainase utama adalah saluran drainase primer, sekunder, tersier beserta bangunan pelengkap yang melayani kepentingan sebagian besar warga masyarakat. Pengelolaan sistem drainase utama merupakan tanggung jawab pemerintah kota.

#### **3. Pengendalian Banjir (*Flood Control*)**

Sungai yang melalui wilayah kota yang berfungsi mengendalikan air sungai, sehingga tidak mengganggu dan dapat memberi manfaat bagi kehidupan masyarakat. Pengelolaan pengendalian menjadi tanggung jawab Direktorat Jenderal SDA.

### **3.1.5 Berdasarkan Fisiknya**

#### **1. Sistem Saluran Primer**

Adalah saluran utama yang menerima masukan aliran dari saluran sekunder. Dimensi saluran ini relatif besar. Akhir saluran primer adalah badan penerima air.

#### **2. Sistem Saluran Sekunder**

Adalah saluran terbuka atau tertutup yang berfungsi menerima aliran air dari saluran tersier dan limpasan air dari permukaan sekitarnya, dan meneruskan air ke saluran primer. Dimensi saluran tergantung pada debit yang dialirkan.

#### **3. Sistem Saluran Tersier**

Adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran drainase lokal. .

### 3.1.6 Faktor Medan dan Lingkungan

- Topografi: Pembangunan drainase pada daerah datar harus memperhatikan sistem pengaliran dan ketersediaan air pengelontor.
- Kestabilan tanah: pembangunan di daerah lereng pegunungan harus memperhatikan masalah longsor yang disebabkan oleh kandungan air tanah.

### 3.1.7 Studi Kelayakan

- Perencanaan sistem drainase perkotaan satu atau lebih daerah pengaliran air untuk waktu 5 atau 10 tahun.
- Lingkupnya diarahkan pada daerah prioritas yang telah ditentukan dalam rencana induk.

### 3.1.8 Macam – Macam Drainase

#### A. Menurut Asalnya

Menurut asalnya drainase dibedakan menjadi dua yaitu :

- a. Saluran alam (natural) seperti gambar 3.1



Gambar 3.1 Saluran Alami

b. Saluran buatan (*artificial*) seperti gambar 3.2



Gambar 3.2 Saluran Buatan

## **B. Menurut Konstruksi**

a. Saluran terbuka

Saluran terbuka yaitu saluran yang lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun untuk drainase air non-hujan yang tidak



Gambar 3.3 Saluran Terbuka

membahayakan kesehatan/ mengganggu lingkungan. Seperti gambar 3.3

b. Saluran tertutup

Saluran tertutup yaitu saluran yang pada umumnya sering dipakai untuk aliran kotor (air yang mengganggu kesehatan/lingkungan) atau untuk saluran yang terletak di kota/permukiman. Seperti gambar 3.4



Gambar 3.4 Saluran Tertutup

**C. Menurut Fungsi**

a. *Single purpose*

*Single purpose* yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan, misalnya air hujan saja atau jenis air buangan yang lainnya seperti limbah domestik, air limbah industri dan lain – lain.

b. *Multi purpose*

*Multi purpose* yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan baik secara bercampur maupun bergantian.

### 3.1.9 Pola Jaringan

#### 1. Siku

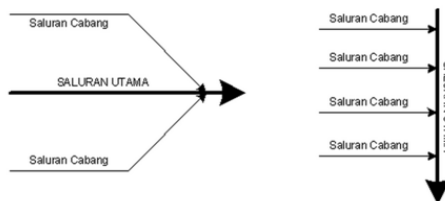
Dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai saluran pembuang akhir berada di tengah kota. Seperti gambar 3.5



Gambar 3.5 Pola Jaringan Drainase Siku

#### 2. Pararel

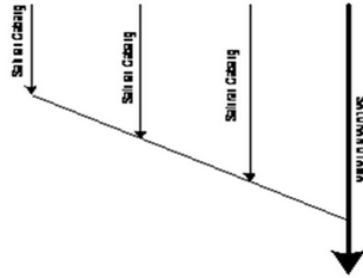
Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan dapat menyesuaikan diri. Seperti gambar 3.6



Gambar 3.6 Pola Jaringan Drainase Pararel

### 3. Grid Iron

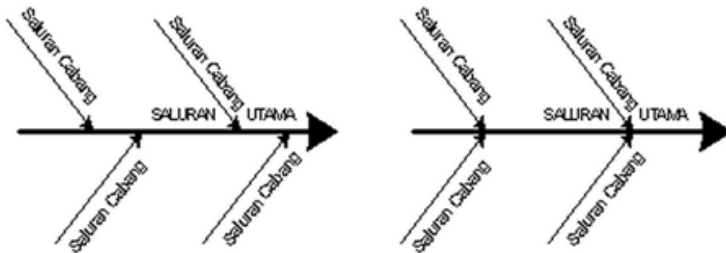
Untuk daerah dimana sungainya terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpulan. Seperti gambar 3.7



Gambar 3.7 Pola Jaringan Drainase Grid Iron

### 4. Alamiah

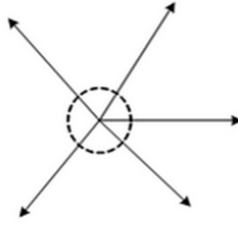
Sama seperti pola siku, hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar. Seperti gambar 3.8



Gambar 3.8 Pola Jaringan Drainase Alamiah

### 5. Radial

Pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah. Seperti gambar 3.9.



Gambar 3.9 Pola Jaringan Drainase Radial

### 3.1. Analisa Hidrologi

Dalam analisa hidrologi akan dikaji data hujan, rata-rata hujan, curah hujan rencana, distribusi hujan dan debit banjir rencana

#### 3.2.1 Curah Hujan Rata-rata Daerah (*Basin Rainfall*)

Hujan yang tercatat pada suatu stasiun hujan merupakan hujan bersifat lokal yang terjadi disekitar stasiun hujan terdekat. Agar dalam analisa dapat menggambarkan curah hujan. Untuk memperoleh besarnya hujan rata-rata ditentukan dari merata-rata curah hujan dari beberapa stasiu. Untuk menghitung curah hujan rata-rata dapat digunakan metode rata-rata matematika (aritmatika). Metode rata-rata aritmatika caranya dengan jalan menjumlahkan data curah hujan dari beberapa stasiun dibagi dengan banyaknya stasiun hujan

$$R = ( R_1 + R_2 + R_3 \dots + R_n ) / n$$

Dimana:

R = Curah hujan rata-rata daerah (mm)

$R_1, R_2, R_3, R_n$  = Tinggi hujan pada masing-masing stasiun hujan (mm)

n = Banyaknya stasiun hujan

#### 3.2.2 Curah Hujan Rencana

Motode yang di gunakan dalam perhitungan curah hujan rencana ini adalah sebagai berikut :

- Motode Gumbel (  $CS = 1,139$  , dan  $Ck < 4,002$  )

- Metode Distribusi *Log Person* III (  $CS \neq 0$  )

### 3.2.2.1 Distribusi E.J Gumbel

Gumbel menggunakan teori harga maksimum untuk menunjukkan bahwa dalam deret harga-harga curah hujan maksimum  $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ , dengan  $R$  adalah variabel distribusi eksponensial

$$R_t = R + K \cdot S_x$$

Dimana :

$R_t$  = Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang pada  $t$  tahun

$R$  = Curah hujan rata-rata daerah

$S_x$  = Standart deviasi

$K$  = Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe distribusi frekuensi

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

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

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

Dimana:

$Y_t$  = *Reduced variate* sebagai fungsi periode ulang  $t$   
=  $-\ln(\ln(T-1)/T)$

$Y_n$  = *Reduced mean* sebagai fungsi dari banyaknya data  $n$

$S_n$  = *Reduced standart deviasi*

$t$  = banyaknya data  $n$  Periode ulang ( tahun )

Dengan mensubtitusikan ketiga persamaan diatas diperoleh :

$$R_t = R + \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n} \cdot S_x$$



$Y_n$  dan  $Y_t$  merupakan parameter statistik yang nilainya tergantung pada banyaknya data ( $n$ ). Hubungan antara banyaknya data ( $n$ ) dengan harga *reduced mean* ( $Y_n$ ) seperti pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Hubungan *Reduce mean* ( $Y_n$ ) dengan Besarnya *Sample n*

| <b>n</b>  | <b><math>Y_n</math></b> | <b>N</b> | <b><math>Y_n</math></b> | <b>N</b> | <b><math>Y_n</math></b> |
|-----------|-------------------------|----------|-------------------------|----------|-------------------------|
| <b>10</b> | 0,4952                  | 21       | 0,5252                  | 31       | 0,5371                  |
| <b>11</b> | 0,4996                  | 22       | 0,5268                  | 32       | 0,538                   |
| <b>12</b> | 0,5035                  | 23       | 0,5268                  | 33       | 0,5388                  |
| <b>13</b> | 0,507                   | 24       | 0,5296                  | 34       | 0,5396                  |

Hubungan antara harga *reduced standart* ( $sn$ ) dengan banyaknya data  $n$  seperti tabel 3.2

Tabel 3.2 Hubungan *reduced standar* ( $Sn$ ) dengan banyaknya sampel ( $n$ )

| <b>n</b>  | <b><math>Sn</math></b> | <b>N</b> | <b><math>Sn</math></b> | <b>N</b> | <b><math>Sn</math></b> |
|-----------|------------------------|----------|------------------------|----------|------------------------|
| <b>10</b> | 0,9496                 | 21       | 1,0696                 | 31       | 1,1159                 |
| <b>11</b> | 0,9676                 | 22       | 1,0754                 | 32       | 1,1193                 |
| <b>12</b> | 0,9833                 | 23       | 1,0811                 | 33       | 1,1226                 |
| <b>13</b> | 0,9971                 | 24       | 1,0864                 | 34       | 1,1255                 |
| <b>14</b> | 1,0095                 | 25       | 1,0915                 | 35       | 1,1285                 |
| <b>15</b> | 1,0206                 | 26       | 1,0961                 | 36       | 1,1313                 |
| <b>16</b> | 1,0316                 | 27       | 1,004                  | 37       | 1,1339                 |
| <b>17</b> | 1,0411                 | 28       | 1,1047                 | 38       | 1,1363                 |
| <b>18</b> | 1,0493                 | 29       | 11,086                 | 39       | 1,1388                 |
| <b>19</b> | 1,0565                 | 30       | 1,1124                 | 40       | 1,1413                 |

Hubungan antara besarnya *reduced variate* ( $Y_t$ ) dengan periode Ulang ( $T$ ) seperti pada table 3.3

Tabel 3.3 Hubungan  $Y_t$  dengan besarnya periode ulang ( $T$ )

| <b>T</b><br><b>(Tahun)</b> | <b>Reduced</b><br><b>variate</b><br><b><math>Y_t</math></b> | <b>T</b><br><b>(Tahun)</b> | <b>Reduced</b><br><b>variete</b><br><b><math>Y_t</math></b> |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>5</b>                   | 1,4999                                                      | 200                        | 5,2958                                                      |
| <b>10</b>                  | 2,2504                                                      | 500                        | 6,2136                                                      |
| <b>100</b>                 | 4,6001                                                      | 1000                       | 6,9072                                                      |

### 3.2.2.2 Distribusi Metode *Log Pearson Type III*

Distribusi *Log Pearson* Tipe III digunakan untuk analisis variabel hidrologi dengan nilai varian minimum misalnya analisis frekuensi distribusi dari debit minimum (*low flows*). Distribusi *Log Pearson* Tipe III, mempunyai koefisien kemencengan ( $CS \neq 0$ ). Metode *Log Pearson* III menggunakan persamaan sebagai berikut :

a. Logaritma R dengan persamaan :y

$$\text{Log } R = \overline{\text{Log } R} + K \cdot Sd$$

b. Nilai rerata dengan persamaan :

$$\overline{\text{Log } R} = \frac{\sum \text{Log } R}{n}$$

c. Standar deviasi dengan dengan persamaan :

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

d. Koefisien asimetri (*skewness*), dengan persamaan :

$$Cs = \frac{n \times \sum (\text{log } R - \overline{\text{Log } R})^3}{(n-1) \times (n-2) \times (Sd \text{ Log } R)^3}$$

e. Keragaman sampel (variasi), dengan persamaan :

$$Cv = \frac{(Sd \text{ Log } R)}{\overline{\text{Log } R}}$$

f. Koefisien kurtosis dengan persamaan :

$$Ck = \frac{n}{(n-1) + (n-2) + (n-3) + (Sd \text{ Log } R)^3} \times \sum_{i=1}^n (\text{log } R - \overline{\text{Log } R})^3$$

Dimana:

- R = Curah hujan rata-rata
- Sd = Standart deviasi data hujan
- K = Harga dari tabel
- cs = Koefisien *Skewness*

n = Jumlah data  
Cv = Koefisien Variasi  
Ck = Koefisien Kurtosis

Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari Cs dan periode ulang seperti tabel 3.4.

Tabel 3.4 Nilai K Distribusi *Log Pearson* Tipe III

| Kemencengan<br>CS | Periode Ulang (Tahun) |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                   | 2                     | 5     | 10    | 25    | 50    | 100   | 200   | 1000  |
|                   | Peluang (%)           |       |       |       |       |       |       |       |
|                   | 50                    | 20    | 10    | 4     | 2     | 1     | 0,3   | 0,1   |
| <b>3</b>          | -0,36                 | 0,42  | 1,18  | 2,278 | 3,152 | 4,051 | 4,97  | 7,25  |
| <b>2,5</b>        | -0,36                 | 0,518 | 1,25  | 2,262 | 3,048 | 3,845 | 4,652 | 6,6   |
| <b>2,5</b>        | -0,33                 | 0,574 | 1,284 | 2,24  | 2,97  | 3,705 | 4,444 | 6,2   |
| <b>2</b>          | -0,307                | 0,609 | 1,302 | 2,219 | 2,912 | 3,605 | 4,298 | 5,91  |
| <b>1,8</b>        | -0,282                | 0,643 | 1,318 | 2,193 | 2,848 | 3,499 | 4,417 | 5,66  |
| <b>1,6</b>        | -0,254                | 0,675 | 1,329 | 2,163 | 2,78  | 3,388 | 3,99  | 5,39  |
| <b>1,4</b>        | -0,225                | 0,705 | 1,337 | 2,128 | 2,706 | 3,271 | 3,282 | 5,11  |
| <b>1,2</b>        | -0,195                | 0,732 | 1,34  | 2,087 | 2,626 | 3,149 | 3,661 | 4,82  |
| <b>1</b>          | -0,164                | 0,758 | 1,34  | 2,043 | 2,542 | 3,022 | 3,489 | 4,54  |
| <b>0,9</b>        | -0,148                | 0,769 | 1,339 | 2,018 | 2,498 | 2,957 | 3,41  | 4,395 |
| <b>0,8</b>        | -0,132                | 0,78  | 1,336 | 1,998 | 2,453 | 2,891 | 3,312 | 4,25  |
| <b>0,7</b>        | -0,116                | 0,79  | 1,333 | 1,967 | 2,407 | 2,824 | 3,223 | 4,115 |
| <b>0,6</b>        | -0,099                | 0,8   | 1,328 | 1,939 | 2,359 | 2,755 | 3,132 | 3,96  |
| <b>0,5</b>        | -0,083                | 0,808 | 1,323 | 1,91  | 2,311 | 2,686 | 3,041 | 3,815 |
| <b>0,4</b>        | -0,066                | 0,816 | 1,317 | 1,88  | 2,261 | 2,615 | 2,949 | 3,67  |
| <b>0,3</b>        | -0,05                 | 0,824 | 1,309 | 1,849 | 2,211 | 2,544 | 2,856 | 3,525 |
| <b>0,2</b>        | -0,033                | 0,83  | 1,301 | 1,818 | 2,159 | 2,472 | 2,763 | 3,38  |

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*

### 3.2.3 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

#### 3.2.3.1 Uji Chi-Kuadrat

Uji *Chi-Kuadrat* dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang di pilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang di analisis.

Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $x^2$ . Oleh karena itu di sebut uji *Chi-Kuadrat*. Parameter  $x^2$  dapat dihitung dengan rumus :

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

*Sumber : Soewarno, 1995*

Dimana :

$x^2$  = Parameter Chi-Kuadrat terhitung

G = Jumlah Sub –Kelompok

$O_i$  = Jumlah nilai pengamatan pada sub-kelompok ke i

$E_i$  = Jumlah teoritis sub kelompok ke i

Prosedur *Chi-kuadrat* adalah :

1. Urutkan data pengamatan (dari daerah hujan terbesar hingga terkecil atau sebaliknya).
2. Kelompokkan data menjadi G sub-Grup.
3. Jumlah data dari persamaan distribusi yang di gunakan sebesar  $E_i$ .
4. Tiap-tiap grup hitung nilai :

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

5. Jumlah seluruh G sub grup nilai  $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$  untuk menentukan nilai Chi-Kuadrat.
6. Tentukan derajat keabsahan  $dK = G - R - 1$  (nilai  $R=2$  untuk distribusi normal dan binominal, nilai  $R=1$  untuk distribusi person).

Hasil Interpretasinya :

Nilai  $X^2$  yang diperoleh harus lebih kecil dari  $X_{Cr}^2$  (Chi-kuadrat kritik) untuk suatu derajat tertentu yang sering diambil 5% Interpretasi hasilnya adalah :

- 1) Apabila peluang lebih dari 5% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima.
- 2) Apabila peluang lebih kecil 1%, maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima.
- 3) Apabila peluang terletak diantara 1 – 5% adalh tidak mungkin mengambil keputusan, misalkan perlu tambah data.

Besarnya nilai  $X_{Cr}^2$  seperti pada tabel 3.5 data pengamatan sebesar  $O_i$ , tiap-tiap grup.

Tabel 3. 5 Nilai *Chi-Kuadrat* Kritis

| <b>Distribusi X2</b> |             |             |             |             |             |             |             |             |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>DK</b>            | <b>0,99</b> | <b>0,90</b> | <b>0,80</b> | <b>0,70</b> | <b>0,50</b> | <b>0,30</b> | <b>0,20</b> | <b>0,10</b> |
| 1                    | 0,00        | 0,016       | 0,064       | 0,148       | 0,297       | 12,002      | 6,393       | 2,343       |
| 2                    | 0,020       | 0,211       | 0,446       | 0,713       | 0,554       | 12,857      | 7,264       | 1,070       |
| 3                    | 0,115       | 0,584       | 1,005       | 1,424       | 0,872       | 13,716      | 8,148       | 3,822       |
| 4                    | 0,297       | 1,064       | 1,649       | 2,195       | 1,239       | 14,578      | 9,034       | 4,594       |
| 5                    | 0,554       | 1,610       | 2,343       | 3,000       | 1,646       | 5,812       | 5,229       | 5,380       |
| 6                    | 0,872       | 2,204       | 1,070       | 3,828       | 2,088       | 1,064       | 5,812       | 6,179       |
| 7                    | 1,239       | 2,833       | 3,822       | 4,671       | 2,558       | 1,610       | 6,408       | 6,989       |
| 8                    | 1,646       | 3,890       | 4,594       | 5,527       | 3,053       | 2,204       | 7,015       | 7,807       |
| 9                    | 2,088       | 4,168       | 5,380       | 6,393       | 1,070       | 2,833       | 7,633       | 8,634       |
| 10                   | 2,558       | 6,179       | 6,179       | 7,264       | 3,822       | 3,890       | 8,260       | 9,467       |
| 11                   | 3,053       | 5,578       | 6,989       | 8,148       | 4,594       | 4,168       | 0,872       | 10,307      |
| 12                   | 3,571       | 6,304       | 7,807       | 9,034       | 5,380       | 6,179       | 1,239       | 11,152      |
| 13                   | 4,107       | 7,042       | 8,634       | 9,926       | 6,179       | 1,646       | 1,646       | 12,002      |
| 14                   | 4,660       | 7,790       | 9,467       | 10,821      | 6,989       | 2,088       | 2,088       | 0,713       |
| 15                   | 5,229       | 8,547       | 10,307      | 11,721      | 7,807       | 2,558       | 2,558       | 1,424       |
| 16                   | 5,812       | 9,312       | 11,152      | 12,624      | 8,634       | 3,053       | 3,053       | 2,195       |
| 17                   | 6,408       | 10,085      | 12,002      | 13,531      | 9,467       | 3,571       | 3,571       | 3,000       |
| 18                   | 7,015       | 10,865      | 12,857      | 14,440      | 10,307      | 4,107       | 0,115       | 3,828       |
| 19                   | 7,633       | 11,651      | 13,716      | 15,352      | 3,571       | 4,660       | 0,297       | 4,671       |
| 20                   | 8,260       | 12,443      | 14,578      | 16,266      | 4,107       | 5,229       | 0,554       | 5,527       |

Sumber : Trihatmojo, 1995



### 3.2.3.2 Uji *Smirnov Kolmogorov*

Uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorov* sering disebut uji kecocokan non parametik, karena pengujian tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Prosedurnya adalah:

- Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya dan tentukan peluang dari masing-masing data.
- Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusi).
- Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dan teoritis ( $D$ )
- Berdasarkan tabel 2.6 nilai kritis (*Smirnov\_kolmogorov test*), tentukan harga  $D_0$ .
- Apabila  $D < D_0$  maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima.

Apabila  $D > D_0$  maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

Tabel 3.6 Nilai Kritis  $D_0$  untuk uji *Smirnov-Kolmogoro*

| N  | Derajat Kepercayaan |      |      |
|----|---------------------|------|------|
|    | 0,20                | 0,10 | 0,05 |
| 5  | 0,45                | 0,51 | 0,67 |
| 10 | 0,32                | 0,37 | 0,49 |
| 15 | 0,27                | 0,30 | 0,40 |

Tabel 3.7 Nilai Kritis Do untuk uji *Smirnov-Kolmogorov*  
(Lanjutan)

| N    | Derajat Kepercayaan    |                        |                        |                        |
|------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|      | 0,20                   | 0,10                   | 0,05                   | 0,01                   |
| 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 | $\frac{1,07}{N^{0,5}}$ | $\frac{1,22}{N^{0,5}}$ | $\frac{1,36}{N^{0,5}}$ | $\frac{1,63}{N^{0,5}}$ |

Sumber: Soewarno, 1995

### 3.2.4 Debit Banjir Rencana

#### 3.2.4.1 Debit Banjir Metode Rasional

Debit rencana dapat di hitung dengan metode rasional Dua parameter utama yang digunakan adalah waktu konsentrasi ( $T_c$ ) dan intensitas hujan ( $I$ ).

Intensitas hujan ( $I$ ) adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan persatuan waktu, yang tergabung dari banyaknya hujan dan frekuensi kejadiannya, yang diperoleh dari analisa data hujan. Perhitungan Intensitas hujan tergantung dari data yang tersedia. Dengan data hujan harian kita bisa menghitung Intensitas hujan dengan rumus *Mononobe*.

Waktu Konsentrasi ( $T_c$ ) adalah waktu yang diperlukan oleh air limpasan untuk mengalir dari titik terjauh pada suatu daerah pengaliran ke titik kontrol pada bagian hilir.

Metode Perhitungan :

a. Waktu Konsentrasi (  $T_c$  )

$$T_c = t_o + t_f$$

b. *Overland flow time* ( $t_o$ )

$$t_o = 0,095x\left(\frac{I_o}{\sqrt{I_o}}\right)^{0,77} \text{menit}$$

c. *Channel flow time* ( $t_f$ )

$$t_f = \frac{1}{v}$$

d. Kecepatan aliran ( $v$ )

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

e. Intensitas hujan ( $I$ )

$$I = \frac{R_t}{24}(24/t_c)^{2/3}$$

f. Debit rencana ( $Q$ )

$$Q = \frac{1}{3,6} \cdot C.I.A$$

keterangan :

$T_c$  : Waktu

$t_o$  : *Overland flow time*

$I_o$  : Jarak titik terjauh lahan terhadap sistem saluran yang ditinjau

$I_o$  : Kemiringan rata-rata permukaan tanah / medan lapangan

$t_f$  : *Channel flow time*

$L$  : Panjang saluran yang di tinjau

$V$  : Kecepatan rata-rata aliran dalam saluran

$I$  : Intensitas hujan pertama waktu konsentrasi (mm/jam)

$A$  : Luas DPS (km<sup>2</sup>)

$R_t$  : Hujan rencana kala ulang  $T$  tahun (mm)

$C$  : Koefisien limpasan

### 3.2.4.2 Perhitungan Hidrograf Satuan ( $Q_p$ )

Hidrograf satuan didefinisikan sebagai hidrograf limpasan langsung (tanpa aliran dasar) yang tercatat di ujung hilir DAS yang ditimbulkan oleh hujan efektif sebesar 1mm yang terjadi secara merata di permukaan DAS dengan intensitas tetap dalam suatu durasi tertentu. Metode hidrograf yang di gunakan adalah

metode hidrograf Nakayasu, Snyder, dan Gamma I dengan rumus sebagai berikut :

### 3.2.4.3 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

$$Q_p = \frac{1}{3,6} + \left( \frac{A R_c}{0,3T_p + T_{0,3}} \right)$$

Dimana :

$Q_p$  = Debit puncak banjir ( $m^3/detik$ )

$A$  = Luas DAS ( $km^2$ )

$T_p$  = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0,3}$  = Waktu yang diperlukan oleh permukaan debit, dari debit puncak menjadi 30% dari debit puncak (jam)

$R_c$  = Hujan Satuan (1mm)

*Sumber : Bambang Trihatmojo, 2009*

Untuk mendapatkan  $T_p$  dan  $T_{0,3}$  digunakan rumus empiris :

$$T_p = 0,4 + 0,058L \quad \rightarrow \quad \text{Untuk } L > 15 \text{ km}$$

$$T_p = 0,21L^{0,7} \quad \rightarrow \quad \text{Untuk } L < 15 \text{ km}$$

$$T_p = 0,5T_p$$

$$T_p = T_p + 0,8T_c$$

$$T_{0,3} = \alpha \times T_p$$

Dimana :

$L$  = Panjang sungai utama (km)

$T_p$  = Waktu konsentrasi (jam)

$T_c$  = Satuan waktu curah hujan (jam)

$\alpha$  = Koefisien karakteristik DAS

*Sumber : Bambang Trihatmojo, 2009*

Untuk mencari besarnya koefisien karakteristik DAS maka digunakan:

$\alpha = 2$  Untuk daerah pengaliran biasa

$\alpha = 1,5$  Untuk bagian naik hidrograf yang lambat dan bagian menurun yang cepat.

$\alpha = 3$  Untuk bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian menurun yang lambat.

Bentuk hidrograf satuan diberikan oleh persamaan berikut:

a. Pada kurva naik ( $0 < t < T_p$ )

$$Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4}$$

b. Pada kurva turun ( $T_p < t < T_p + T_{0,3}$ )

$$Q_t = Q_p \times 0,3 \cdot 0,3^{[(t-T_p)/(1,5T_{0,3})]}$$

c. Pada kurva turun ( $T_p + T_{0,3} < t < T_p + 0,3 + 1,5T_{0,3}$ )

$$Q_t = Q_p \times 0,3 \cdot 0,3^{[(t-T_p)+(0,5T_{0,3})]/(1,5T_{0,3})}$$

d. Pada kurva turun ( $t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$ )

$$Q_t = Q_p \times 0,3 \cdot 0,3^{[(t-T_p)+(0,5T_{0,3})]/(2T_{0,3})}$$

### 3.2.4.4 Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) SNYDER

- Dalam permulaan tahun 1938, F.F. SNYDER dari Amerika Serikat, telah mengembangkan rumus rumus dengan koefisien-koefisien empirik yang menghubungkan unsur-unsur hidrograf satuan dengan karakteristik daerah pengaliran.
- Hidrograf satuan tersebut mempunyai tinggi  $d = 1$  mm, dan dengan ketiga unsur yang lain, yaitu  $Q_p$  ( $m^3$ /detik),  $T_b$  dan  $t_r$  (jam).
- Unsur-unsur hidrograf tersebut dihubungkan dengan  $A =$  luas daerah pengaliran ( $km^2$ ),  $L =$  panjang aliran utama (km), dan  $L_c =$  jarak antara titik berat daerah pengaliran dengan pelepasan (*outlet*) yang diukur sepanjang aliran utama.

#### 1. Rumus-rumus HSS SNYDER

$$\bullet t_p = C_t(L L_c)^{0,3}$$

$$\bullet Q_p = 2,78 C_p A / \tau_p$$

$$\bullet t_r = \tau_p / 5,5$$

$$\bullet T_b = (72 + 3 T_p) / 24$$

Koefisien - koefisien  $C_t$  dan  $C_p$  harus ditentukan secara empirik, karena besarnya berubah-ubah antara daerah yang satu dengan daerah yang lain. Dalam sistem metrik besarnya  $C_t$  antara 0,75 dan 3,00, sedangkan  $C_p$  berada antara 0,90 hingga 1,40.

### 3.2.4.5 Analisa Hidrograf Satuan Sintetik Gamma I

Cara ini dipakai sebagai upaya untuk memperoleh hidrograf satuan suatu DTA yang belum pernah diukur. Dengan pengertian lain tidak tersedia data pengukuran debit maupun data AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) pada suatu tempat tertentu dalam sebuah DTA (tidak ada stasiun hidrometer).

$$\text{Rumus : } Q_t = Q_p \cdot e^{-1/2}$$

Dimana :

$Q_t$  = Debit yang diukur dalam jam ke- $t$  sesudah debit puncak dalam ( $m^3/det$ )

$Q_p$  = Debit puncak dalam ( $m^3/det$ )

$t$  = Waktu yang diukur dari saat terjadinya debit puncak (jam)

$k$  = Koefisien tampungan (jam)

#### A. Waktu mencapai puncak

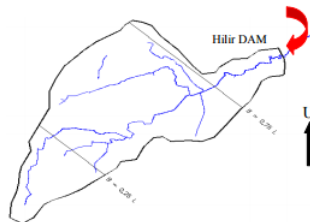
$$T_R = 0,43 \left[ \frac{L}{100-SF} \right]^3 + 1,06665 \cdot SIM + 1,2775$$

Di mana :

$T_R$  = Waktu naik (jam)

$L$  = Panjang sungai = 7,43 km

$SF$  = Faktor sumber yaitu perbandingan antara jumlah semua panjang sungai tingkat 1 dengan jumlah semua panjang sungai semua tingkat =  $\frac{7,43}{14,102} = 0,527$



Gambar 3.10 Sketsa Penetapan WF dan RUA

$$\begin{aligned}
 W_u &= \text{Lebar DTA pada } 0,75 & L &= 1,6 \text{ km} \\
 W_i &= \text{Lebar DTA pada } 0,25 & L &= 2,7 \text{ km} \\
 WF &= \frac{W_u}{W_i} = \frac{1,6}{2,7} = 0,553 \\
 SIM &= WF * RUA = 0,553 * 0,410 = 0,227
 \end{aligned}$$

### B. Debit puncak

$$QP = 0,1836 \cdot A^{0,5886} \cdot T_R^{-0,4008} \cdot JN^{0,2381}$$

Di mana :

Qp = Debit puncak (m<sup>3</sup>/det)

JN = Jumlah pertemuan sungai 5 buah

A = Luas DTA = 6,27 km<sup>2</sup>

TR = Waktu naik (jam)

### C. Waktu dasar

$$T_B = 27,4132 \cdot T_R^{0,1457} \cdot S^{-0,0986} \cdot SN^{0,7344} \cdot RUA^{0,2574}$$

Di mana :

TB = Waktu dasar (jam)

S = Landai sungai rata-rata  

$$= \frac{\text{elev.hulu (m)} - \text{elev.hilir (m)}}{L (m)}$$

SN = Frekuensi sumber yaitu perbandingan antara jumlah segmen sungai-sungai tingkat 1 dengan jumlah segmen sungai semua tingkat = (5/10) = 0,5

RUA = Perbandingan antara luas DTA yang diukur di hulu garis yang ditarik tegak lurus garis hubung antara stasiun pengukuran dengan titik yang paling dekat dengan titik berat DTA melewati titik tersebut dengan luas DTA total

RUA =  $\frac{AU}{A}$

### D. Φ indeks

$$\Phi = 10,4903 - 3,859 \times 10^{-6} \cdot A^2 + 1,6985 \times 10^{-13} \left[ \frac{A}{SN} \right]^4$$

**E. Aliran dasar**

$$Q_b = 0,4751 \cdot A^{0,6444} \cdot D^{0,9430}$$

Dimana :

$Q_b$  = Aliran dasar ( $m^3/det$ )

$A$  = Luas DTA ( $Km^2$ ) =  $6,27 km^2$

$D$  = Kerapatan jaringan kuras (drainage density)/ indeks kerapatan sungai yaitu perbandingan jumlah panjang sungai semua tingkat dibagi dengan luas

$$DTA = \frac{14,1}{6,7} = 2,248 km/km^2$$

**F. Faktor tampungan**

$$k = 0,5617 \cdot A^{0,1798} \cdot S^{-0,1446} \cdot SF^{-1,0897} \cdot D^{0,0452}$$

Dimana :

$K$  = koefisien tampungan

**G. Infiltrasi**

$$f = \frac{\Phi}{t_{0,15}}$$

Dimana :

$f$  = infiltrasi (mm)

$\Phi$  = indeks infiltrasi

$t$  = waktu (jam)

**H. Unit Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Gama-I**

Kurva hidrograf merupakan garis lurus sampai pada debit puncak ( $Q_p$ ), sedangkan untuk debit yang terjadi pada jam ke- $t$  dan setelahnya (setelah TR pada sumbu horizontal), maka ditentukan dengan persamaan berikut :

$$Q_t = Q_p \cdot e^{-1/k}$$

Dimana :

$Q_t$  = Debit yang terjadi pada jam ke- $t$

$Q_p$  = Debit puncak

$t$  = waktu



k = Faktor tampungan

### I. Hujan Efektif Jam-Jaman

$$Re = I - f$$

Di mana :

Re = Hujan Efektif (mm/jam)

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

f = Infiltrasi (mm/jam)

### J. Hidrograf Satuan Sintetik Gama-I

Analisis hidrograf banjir untuk kala ulang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_{\text{total}} = U_1 \cdot Re_i + U_2 \cdot Re_{i-1} + U_3 \cdot Re_{i-2} + \dots + U_n \cdot Re_{i-(n+1)} + Q_b$$

Di mana :

$Q_{\text{total}}$  = Debit Banjir Rancangan untuk periode ulang T tahun

$U_n$  = Ordinat Unit HSS Gama-I

$Re_i$  = Hujan efektif pada jam ke i

$Q_b$  = Aliran dasar (*Base Flow*)

## 3.3. Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika diperlukan untuk memperkirakan dimensi saluran dan tinggi muka air di saluran drainase atau sungai untuk memperkirakan besarnya normalisasi penampang saluran drainase atau sungai sesuai besarnya debit banjir rencana.

### 3.3.1 Perhitungan Debit

Aliran seragam adalah suatu jenis aliran yang kedalaman airnya, kecepatan aliran dan penampangnya tetap atau konstan disepanjang ruas saluran. Penyelesaian aliran seragam dapat digunakan **Rumus Manning**.

$$Q = A \times V$$

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

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

Dimana :

Q = Debit Aliran ( $m^3/dt$ )

V = Kecepatana aliran ( $m/dt$ )

A = Luas basah penampang saluran ( $m^2$ )

R = Jari-jari hidrolis (m)

P = Keliling basah penampang saluran (m)

l = Kemiringan dasar saluran

n = Koefisien kekasaran manning

Harga koefisien Manning dipengaruhi oleh bahan pembentuk dasar dan dinding saluran.

### 3.3.2 Kecepatan aliran disaluran

Kecepatan aliran yang diijinkan ditentukan berdasarkan jenis material dasar dan dinding saluran (tabel 3,9). Kecepatan aliran dipertimbangkan agar tidak terlalu cepat agar dapat menimbulkan erosi pada dasar dan dinding saluran yang ditentukan tidak terlalu lambat karena akan menyebabkan adanya endapan material didasar saluran.

### 3.3.3 Kemiringan dasar saluran

Kemiringan dasar saluran yang diijinkan ditentukan berdasarkan bahan dasar dan dinding saluran seperti tabel berikut. Perkiraan kemiringan yang diijinkan untuk saluran yang sudah ditentukan seperti pada tabel 3.8.

Tabel 3.8 Kemiringan dasar saluran yang diijinkan.

| No | Jenis Material | Kemiringan Selokan ( % ) |
|----|----------------|--------------------------|
| 1  | Tanah Asli     | 0 - 5                    |
| 2  | Kerikil        | 5 - 7,5                  |
| 3  | Pasangan       | 7,5                      |

Sumber : DPU, 1991

### 3.3.4 Koefisien kekasaran *Manning*

Koefisien kekasaran *Manning* menggambarkan kekasaran dasar dan dinding saluran. Adapun besarnya koefisien kekasaran Manning seperti tabel 3.9

Tabel 3.9 Koefisien Kekasaran *Manning* (n)

| Material Saluran            | Minimum | Normal | Maksimum |
|-----------------------------|---------|--------|----------|
| Pasangan Batu               |         |        |          |
| - Batu pecah disemen        | 0,017   | 0,025  | 0,030    |
| - Batu kosong               | 0,023   | 0,032  | 0,035    |
| Beton diplester             | 0,015   | 0,017  | 0,020    |
| Saluran Tanah               |         |        |          |
| - Bersih baru dibuat        | 0,016   | 0,018  | 0,020    |
| - Bersih telah melapuk      | 0,018   | 0,022  | 0,025    |
| - Kerikil penampang seragam | 0,022   | 0,025  | 0,030    |
| - Berumput                  | 0,022   | 0,027  | 0,033    |

Sumber : Chow, 1985

### 3.3.5 Perhitungan *Fullbank Capacity*

*Fullbank capacity* merupakan debit maksimum yang dapat dialirkan oleh penampang saluran eksisting. Besarnya debit hasil perhitungan *fullbank capacity* di bandingkan dengan besarnya debit rencana. Apabila debit *fullbank capacity* lebih kecil dari debit banjir rencana maka saluran eksisting tidak mampu menampung debit rencana sehingga meluber.

Perhitungan Debit *Fullbank Capacity* dapat dihitung dengan perumusan ;

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

Dimana :

A = Luas basah penampang saluran (m<sup>2</sup>)

R = Jari-jari hidrolis (m)

l = Kemiringan dasar saluran

n = Koefisien kekasaran manning

## 3.4. Kontrol Banjir

### 3.4.1 Perbandingan Debit Banjir Rencana Debit *Full Bank Capacity*

Perbandingan antara debit banjir rencana dan debit *fullbank capacity* dilakukan untuk mengetahui apakah saluran eksisting yang ada mampu mengalirkan debit banjir yang direncanakan. Jika saluran mampu mengalirkan debit banjir yang direncanakan

maka air tidak akan meluber dan tidak perlu dilakukan perencanaan ulang. Jika saluran tidak mampu mengalirkan debit banjir rencana maka air akan meluber dan terjadi banjir, oleh sebab itu perlu dilakukan perencanaan pada saluran tersebut.

Saluran tidak membutuhkan perencanaan ulang apabila :

$$Q_{rencana} < Q_{fullbank}$$

Saluran membutuhkan perencanaan ulang apabila :

$$Q_{rencana} > Q_{fullbank}$$

### 3.4.2 Perhitungan Dimensi Saluran

Bentuk penampang yang sering digunakan ada dua macam yaitu saluran trapesium dan saluran segiempat.

#### 3.4.2.1 Penampang Trapesium

Saluran berpenampang trapesium dimensinya direncanakan dengan persamaan :

$$A = (b+mh)h$$

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

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

$$T = b + 2mh$$

$$D = \frac{(b+mh)h}{b+2mh}$$

Dimana :

A = Luas penampang saluran ( $m^2$ )

P = Keliling basah saluran (m)

R = Jari-jari Hidrolis (m)

T = Lebat puncak (m)

D = Kedalaman Hidrolis (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

m = Kemiringan Talud

h = Tinggi muka air saluran (m)

#### 3.4.2.2 Penampang Segi Empat

Saluran berpenampang segi empat dimensinya direncanakan dengan persamaan :

$$\begin{aligned}
 A &= b \cdot h \\
 P &= b + 2h \\
 R &= \frac{A}{P} \\
 T &= b \\
 D &= h
 \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 A &= \text{Luas penampang saluran (m}^2\text{)} \\
 P &= \text{Keliling basah saluran (m)} \\
 R &= \text{Jari-jari Hidrolis (m)} \\
 T &= \text{Lebat puncak (m)} \\
 D &= \text{Kedalaman Hidrolis (m)} \\
 b &= \text{Lebar dasar saluran (m)} \\
 h &= \text{Tinggi muka air saluran (m)}
 \end{aligned}$$

### 3.4.3 Perhitungan Debit

Aliran seragam adalah suatu jenis aliran yang kedalaman airnya, kecepatan aliran dan penampangnya tetap atau konstan disepanjang ruas saluran. Penyelesaian aliran seragam dapat digunakan **Rumus Manning**.

$$\begin{aligned}
 Q &= A \times V \\
 V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\
 R &= \frac{A}{P}
 \end{aligned}$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 Q &= \text{Debit Aliran (m}^3\text{/dt)} \\
 V &= \text{Kecepatana aliran (m/dt)} \\
 A &= \text{Luas basah penampang saluran (m}^2\text{)} \\
 R &= \text{Jari-jari hidrolis (m)} \\
 P &= \text{Keliling basah penampang saluran (m)} \\
 l &= \text{Kemiringan dasar saluran} \\
 n &= \text{Koefisien kekasaran } \textit{manning}
 \end{aligned}$$

Harga koefisien *Manning* dipengaruhi oleh bahan pembentuk dasar dan dinding saluran.

### 3.4.4 Perhitungan Fullbank Capacity

Fullbank capacity merupakan debit maksimum yang dapat dialirkan oleh penampang saluran eksisting. Besarnya debit hasil perhitungan *fullbank capacity* di bandingkan dengan besarnya debit rencana. Apabila debit *fullbank capacity* lebih kecil dari debit banjir rencana maka saluran eksisting tidak mampu menampung debit rencana sehingga meluber.

Perhitungan Debit *Fullbank Capacity* dapat dihitung dengan perumusan ;

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

Dimana :

A = Luas basah penampang saluran (m<sup>2</sup>)

R = Jari-jari hidrolis (m)

l = Kemiringan dasar saluran

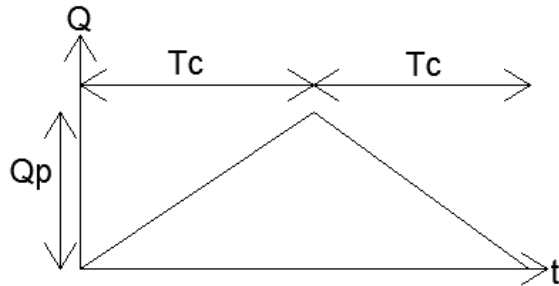
n = Koefisien kekasaran manning

### 3.4.5 Analisa *Boezem* atau kolam tampung

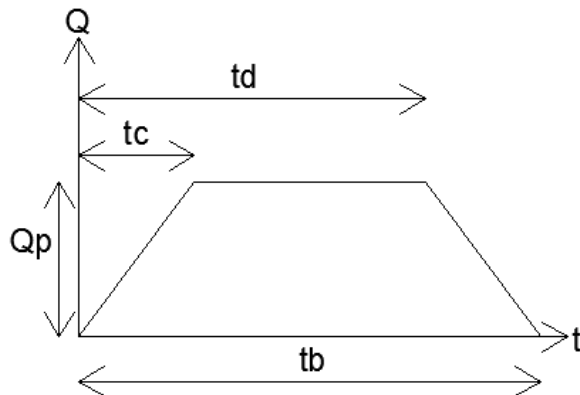
Kolam tampung atau *boezem* adalah kolam penampungan sementara air hujan dan air limbah dari saluran pengumpul sebelum dialirkan ke saluran pembuang akhir atau sungai.

#### 3.4.5.1 Volume Limpasan

Volume limpasan yang didapatkan dari kawasan kampus ITS Sukolilo bagian selatan akan dialirkan dari saluran primer menuju ke kolam tampung atau *boezem* sebelum dibuang ke saluran buangan akhir yaitu kali bokor. Untuk analisa volume limpasan tersebut menggunakan metode hidrograf rasional.

Gambar 3.11 Hidrograf Rasional  $T_c = T_d$ 

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

Gambar 3.12 Hidrograf Rasional  $T_c < T_d$ 

Luas bidang trapesium = Volume limpasan  
 $= \frac{1}{2} \times Q_p \times t_d$

Dimana :

$T_c$  = waktu konsentrasi ( detik )

$Q_p$  = debit puncak aliran (  $m^3/det$  )

$T_d$  = durasi hujan

### 3.4.5.2 Analisa Tampungan

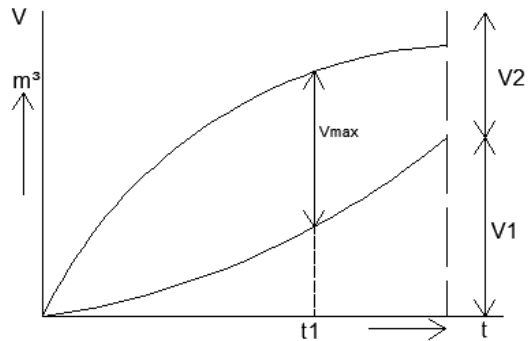
Perencanaan kolam tampung pada kawasan kampus ITS Sukolilo bagian selatan bertujuan untuk menampung limpasan yang terjadi pada kawasan kampus agar tidak membebani kapasitas saluran Kalibokor sebagai tempat bungan akhir drainase Kampus ITS Sukolilo bagian selatan pada saat terjadi hujan. Agar kolam tampungan tidak menjadikan genangan pada kawasan kampus, maka perlu adanya pintu air pada kolam tampungan. Besarnya debit yang keluar dari kolam tampungan menuju saluran luar kawasan diatur sesuai dengan kondisi eksisting yang masuk saluran luar kawasan.

Perhitungan kapasitas kolam tampungan berdasarkan waktu konsentrasi ( $t_c$ ) dari system drainase yang bermuara di kolam tampungan. Intensitas hujan ( $I$ ) yang tidak merata yang terjadi pada DAS kampus ITS Sukolilo bagian selatan, maka ditetapkan lamanya hujan ( $t_d$ ), sehingga bentuk hidrograf pada kolam tampungan berbentuk trapesium.

Prinsip hidrolis kerja kolam tampung meliputi hubungan antara *inflow* (aliran masuk ke kolam tampungan) dari saluran-saluran drainase, *outflow* (aliran keluar dari kolam tampung) dan *storage* (tampungan dalam kolam tampung) dapat digambarkan dalam sket gambar 3.13 dan gambar 3.14.



a. Pengaliran secara gravitasi (tanpa pintu, pompa)



Gambar 3.13 Pengaliran secara gravitasi

Keterangan :

$V$  = Volume limpasan total ( $m^3$ )

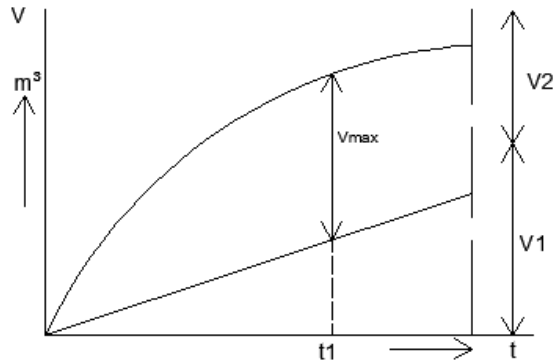
$V_1$  = Volume yang dibuang secara gravitasi ( $m^3$ )

$V_2$  = Volume akhir *boezem* ( $m^3$ )

$V_{max}$  = Volume maksimum *boezem* ( $m^3$ )

b. Pengaliran dengan pompa :

Air dari dalam *boezem* dibuang melalui bantuan pompa dengan debit konstan.



Gambar 3.14 Pengaliran dengan bantuan pompa

Keterangan :

$V$  = Volume limpasan total ( $m^3$ )

$V_1$  = Volume yang dibuang melalui bantuan pompa dengan debit konstan ( $m^3$ )

$V_2$  = Volume akhir *boezem* ( $m^3$ )

$V_{max}$  = Volume maksimum *boezem* ( $m^3$ )

### 3.4.6 Analisa Pompa

Dalam perencanaan ulang system drainase kampus ITS Sukolilo dimana pada sistem drainase tidak dapat sepenuhnya mengandalkan gravitasi sebagai faktor pendorong, maka perlu dibantu dengan pompa air. Pompa air digunakan pada waktu tertentu apabila muka air di pembuangan akhir lebih tinggi daripada muka air di saluran, sehingga air tidak bisa mengalir secara gravitasi. Untuk mencegah terjadinya genangan yang lama, maka pada daerah tersebut dibangun pompa air drainase sebagai pompa pengangkat air dari elevasi yang rendah ke elevasi yang lebih tinggi.

Analisa pompa yang dilakukan menentukan kapasitas pompa yang dibutuhkan dan oprasional pompa untuk memompa air dari dalam *boezem* ke saluran buangan akhir pada waktu muka air Kalibokor tinggi.

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

$$D_p = \frac{Q \cdot h_p \cdot \gamma_w}{\eta_{ef}}$$

Dimana :

$D_p$  = daya pompa (HP)

$H_p$  =  $H_s + \Sigma h_f$

$\gamma_w$  = berat jenis air ( $\text{ton/m}^3$ )

$\eta$  = efisiensi pompa (%)

$\Sigma h_f$  = kehilangan tinggi energi (m)

$H_s$  = beda tinggi antara saluran yang ditinjau (m)

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*

## **BAB IV METODOLOGI**

### **4.1. Metodologi Perencanaan**

Metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir terapan ini adalah sebagai berikut :

#### **4.1.1. Persiapan**

- Mengurus surat-surat yang diperlukan, proposal, surat pengantar.
- Mencari informasi sekaligus meminta data-data kepada instansi yang terkait antara lain koordinator PIMPITS ( Pusat Implementasi *Master Plan* ITS ).
- Mencari, mengumpulkan, dan mempelajari segala bentuk kegiatan yang dapat mendukung dalam penyusunan tugas akhir terapan.

#### **4.1.2. Pengumpulan Data**

Data-data yang menunjang digunakan dalam studi sistem drainase Kampus ITS Sukolilo yaitu:

- a. Peta Situasi
  - Peta daerah aliran sungai.  
Untuk mengetahui Luasan serta batas daerah aliran sungai.
  - Peta stasiun hujan .  
Untuk mengetahui letak stasiun-stasiun hujan.
- b. Data tataguna lahan  
Data tersebut berguna untuk mengetahui fungsi lahan di kampus ITS Sukolilo.
- c. Data Hidrologi  
Data Hidrologi yang ada adalah data curah hujan harian.
- d. Data tabel  
Data tabel diperoleh dari referensi atau literatur yang diperlukan

#### **4.1.3. Survey Lapangan**

Survey lapangan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi rawan genangan di sekitar saluran.

- a. Kondisi eksiting  
Data tentang keadan eksiting saluran yang akan di analisa.
- b. Topografi
- c. Long dan cross section

#### **4.1.4. Usulan Solusi**

Mengatasi masalah grnangan yang terjadi

- Perhitungan dimensi saluran
- Dengan adanya pelebaran saluran
- Normalisasi saluran
- Perhitungan perencanaan bangunan bantu

#### **4.1.5. Kesimpulan**

Dari uraian di atas akhirnya di ketahui genangan-genangan yang ada di ITS sukolilo dengan perhitungan dimensi saluran.

#### **4.1.6. Selesai**

## **BAB V**

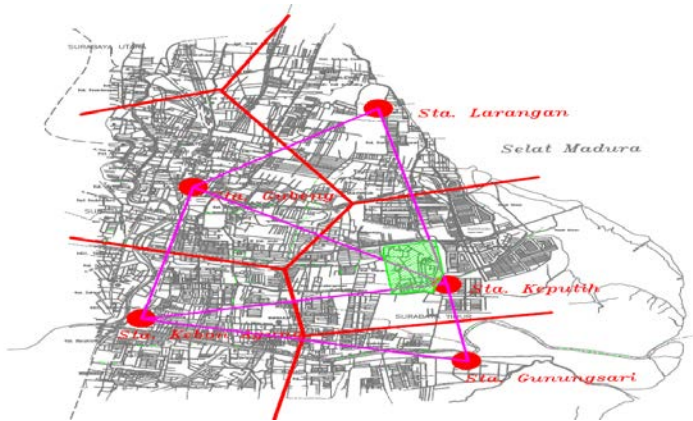
### **ANALISA HIDROLOGI**

Analisa hidrologi dilakukan untuk mengetahui secara detail mengenai parameter hidrologi pada sistem drainase Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya bagian selatan. Yang dihasilkan dari analisa hidrologi ini berupa debit rencana untuk mengevaluasi sistem drainase Kampus ITS Sukolilo bagian selatan.

#### **5.1 Curah Hujan Rata-Rata Daerah**

Dalam evaluasi ini data curah hujan yang dipakai adalah data curah hujan satu setasiun penakar hujan yaitu data curah hujan dari stasiun penakar hujan keputih, karena Das sistem drainase ITS sukolilo masuk dalam *catchment area* stasiun hujan keputih. Data yang digunakan dari stasiun penakar hujan keputih dengan pencatatan data selama 10 tahun dari tahun 2008 sampai tahun 2018.

Karena data hujan yang tersedia adalah data hujan harian selama 10 tahun, maka dicari curah hujan maksimal setiap tahunnya dengan metode kejadian yang sama, dimana setiap tahun diambil data hujan maksimal untuk dijadikan sebagai patokan curah hujan tahun tersebut. Untuk menunjukkan bahwa kampus ITS Sukolilo masuk pada DAS stasiun hujan keputih maka digunakan metode *Polygon Thiessen*.



Gambar 5.1 Peta DAS dan Luas Pengaruh Stasiun Hujan

Sumber : Surabaya Drainage Master Plan 2000

Dengan melihat hasil *Polygon Thiessen* wilayah kampus ITS bagian selatan masuk pada wilayah DAS Stasiun hujan keputih. Untuk mengetahui curah hujan maksimum tahunan yang terjadi pada DAS keputih selama 10 tahun dari tahun 2008 sampai 2018 dapat dilihat pada tabel 5.1.



Tabel 5.1 Curah hujan maksimum

| Curah Hujan Harian Maksimum (mm) |       |                 |               |
|----------------------------------|-------|-----------------|---------------|
| Tahun                            | Tahun | Stasiun Keputih |               |
|                                  |       | Waktu kejadian  | Rwilayah (mm) |
| 1                                | 2009  | 09-Jan          | 120           |
| 2                                | 2010  | 19-Feb          | 46            |
| 3                                | 2011  | 09-Nov          | 78            |
| 4                                | 2012  | 30-Jan          | 85            |
| 5                                | 2013  | 23-Apr          | 80            |
| 6                                | 2014  | 14-Mar          | 67            |
| 7                                | 2015  | 05-Feb          | 63,5          |
| 8                                | 2016  | 30-May          | 164           |
| 9                                | 2017  | 24-Nov          | 124           |
| 10                               | 2018  | 19-Jan          | 49            |
| Rata-rata                        |       |                 | 87,65         |

(Sumber : PU Pengairan UPT PSA WS Pekatingan)

### Metode Polygon Theissen

## 5.2 Curah Hujan Rencana

Curah hujan rencana adalah curah hujan terbesar tahunan dengan satu kemungkinan terjadi pada periode ulang tertentu. Periode ulang diartikan sebagai waktu yang diduga dimana hujan atau debit dengan besaran tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tertentu.

### 5.2.1 Parameter Dasar Statistik

Perhitungan ini digunakan untuk menentukan distribusi frekuensi yang akan digunakan. Dalam perhitungan parameter dasar statistik ini akan dicari nilai  $C_s$ ,  $C_k$ ,  $C_v$ , Standar deviasi, dan  $X$  rata-rata. Adapun perhitungan terlampir pada Tabel 5.2 .

Tabel 5.2 Perhitungan parameter dasar statistik

## Menentukan Nilai Cs dan Ck

| No.      | Tahun | Rwilayah<br>(mm) | Urutan X<br>(mm) | Xrata-rata<br>(mm) | $(X_i - \bar{X})^2$ | $(X_i - \bar{X})^3$ | $(X_i - \bar{X})^4$ |
|----------|-------|------------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 1        | 2009  | 120              | 164              |                    | 5829,3225           | 445068,77           | 33981000,81         |
| 2        | 2010  | 46               | 124              |                    | 1321,32             | 48030,07            | 1745893,15          |
| 3        | 2011  | 78               | 120              |                    | 1046,5225           | 33855,00            | 1095209,34          |
| 4        | 2012  | 85               | 85               |                    | 7,0225              | -18,61              | 49,32               |
| 5        | 2013  | 80               | 80               | 87,65              | 58,52               | -447,70             | 3424,88             |
| 6        | 2014  | 67               | 78               |                    | 93,12               | -898,63             | 8671,80             |
| 7        | 2015  | 64               | 67               |                    | 426,42              | -8805,62            | 181836,15           |
| 8        | 2016  | 164              | 64               |                    | 583,22              | -14084,82           | 340148,48           |
| 9        | 2017  | 124              | 49               |                    | 1493,8225           | -57736,24           | 2231505,66          |
| 10       | 2018  | 49               | 46               |                    | 1734,7225           | -72251,19           | 3009262,15          |
| Jumlah = |       |                  |                  |                    | 12594,03            | 372711,03           | 42597001,75         |

$$\sum x_i = 876,5$$

$$N = 10$$

## ➤ Perhitungan Nilai Rata-Rata

$$\begin{aligned} X \text{ rata-rata} &= \frac{\sum x_i}{n} \\ &= \frac{876,5}{10} \\ &= 87,65 \end{aligned}$$

## ➤ Metode Normal dan Gumbel

## Perhitungan Standar Deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{12595,03}{10-1}} = 37,41 \text{ mm}$$

• Perhitungan Nilai Koefisien *Skewness* (Cs)

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3$$

$$Cs = \frac{10}{9 \times 8 \times 37,41^3} \times 372711,03 = 0,99$$

- Perhitungan Nilai Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)S^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4$$

$$Ck = \frac{10^2}{9 \times 8 \times 37,41^4} \times 42597001,75$$

$$Ck = 0.0$$

- Perhitungan Nilai Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{s}{\bar{x}}$$

$$Cv = \frac{37,41}{87,65} = 0,43$$

Dari hasil perhitungan diatas, dipilih jenis distribusi yang sesuai untuk digunakan dalam tugas akhir terapan ini dapat dilihat pada tabel 5.3

Tabel 5.3 Penentuan distribusi curah hujan

| Syarat Nilai Parameter Statistik untuk Berbagai Metode Distribusi Probabilitas |                     |                    |                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------------------------|
| Distribusi                                                                     | Parameter Statistik | Syarat Nilai       | Referensi                                              |
| Normal                                                                         | Cs                  | Cs=0               | Sri Harto (1993); Triatmodjo (2008)                    |
|                                                                                |                     | Cs = 0             | Hadisusanto, 2011                                      |
|                                                                                |                     | -0,015<Cs<0,015    | Hadisusanto, 2011                                      |
|                                                                                | Ck                  | Ck=3               | Sri Harto (1993); Triatmodjo (2008)                    |
|                                                                                |                     | Ck=3σ <sup>2</sup> | Hadisusanto, 2011                                      |
|                                                                                |                     | 2,70<Ck<3,30       | Hadisusanto, 2011                                      |
| Gumbel                                                                         | Cs                  | Cs=1,14            | Sri Harto (1993); Triatmodjo (2008); Hadisusanto, 2011 |
|                                                                                | Ck                  | Ck=5,4             | Sri Harto (1993); Triatmodjo (2008); Hadisusanto, 2011 |
| Log Pearson III                                                                | Cs                  | bebas              | Sri Harto (1993); Triatmodjo (2008)                    |
|                                                                                | Ck                  | bebas              | Sri Harto (1993); Triatmodjo (2008)                    |

Sumber : Triatmodjo, 2010

Berdasarkan pengujian tersebut maka pemilihan jenis distribusi yang sesuai adalah metode *Log Pearson Tipe III*.

### 5.2.2 Metode Distribusi *Log Pearson* Tipe III

Dari perhitungan parameter pemilihan distribusi curah hujan, untuk menghitung curah hujan rencana digunakan metode *log pearson* tipe III. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 5.4 sebagai berikut :

Tabel 5.4 Perhitungan Metode *Log Pearson* Tipe III

| DISTRIBUSI LOG PERSON TYPE III |       |                 |                  |                                |       |               |                    |                                    |                                    |
|--------------------------------|-------|-----------------|------------------|--------------------------------|-------|---------------|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| No.                            | Tahun | Rwlayah<br>(mm) | Urutan X<br>(mm) | X <sub>rata-rata</sub><br>(mm) | Log X | Log $\bar{X}$ | LogX-Log $\bar{X}$ | (LogX-Log $\bar{X}$ ) <sup>2</sup> | (LogX-Log $\bar{X}$ ) <sup>3</sup> |
| 1                              | 2009  | 120             | 164              | 87,65                          | 2,21  | 1,91          | 0,31               | 0,09330                            | 0,02850079                         |
| 2                              | 2010  | 46              | 124              |                                | 2,09  |               | 0,18               | 0,03387                            | 0,00623320                         |
| 3                              | 2011  | 78              | 120              |                                | 2,08  |               | 0,17               | 0,02883                            | 0,00489533                         |
| 4                              | 2012  | 85              | 85               |                                | 1,93  |               | 0,02               | 0,00040                            | 0,00000804                         |
| 5                              | 2013  | 80              | 80               |                                | 1,90  |               | -0,01              | 0,00004                            | -0,00000025                        |
| 6                              | 2014  | 67              | 78               |                                | 1,89  |               | -0,02              | 0,00030                            | -0,00000517                        |
| 7                              | 2015  | 64              | 67               |                                | 1,83  |               | -0,08              | 0,00694                            | -0,00057823                        |
| 8                              | 2016  | 164             | 64               |                                | 1,80  |               | -0,11              | 0,01137                            | -0,00121175                        |
| 9                              | 2017  | 124             | 49               |                                | 1,69  |               | -0,22              | 0,04804                            | -0,01053070                        |
| 10                             | 2018  | 49              | 46               |                                | 1,66  |               | -0,25              | 0,06083                            | -0,01500114                        |
| Jumlah                         |       |                 |                  |                                | 19,09 |               | 17,18              | 0,28392                            | 0,01231                            |

( Sumber : Hasil Perhitungan)

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n}$$

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

$$= 0,18$$

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

$$= 0,31$$

- Perhitungan Curah Hujan Rencana :

Berdasarkan nilai  $C_s = 0,31$  maka dapat ditentukan nilai  $k$  untuk setiap periode ulang, sehingga untuk periode ulang

| T    | K     | log X | Xt     |
|------|-------|-------|--------|
| 2    | 0,017 | 1,91  | 81,73  |
| 5    | 0,836 | 2,06  | 114,25 |
| 10   | 1,270 | 2,13  | 136,44 |
| 25   | 1,761 | 2,22  | 166,79 |
| 50   | 2,000 | 2,26  | 183,91 |
| 100  | 2,252 | 2,31  | 203,88 |
| 200  | 2,482 | 2,35  | 223,99 |
| 1000 | 3,950 | 2,61  | 408,28 |

$$\text{Log}X = \log \bar{X} + k.S\log X$$

Keterangan :

T = Periode Ulang

x = Nilai (curah hujan) pada periode ulang tertentu

$\bar{x}$  = Rata-rata (curah hujan)

k = Faktor frekuensi kejadian → fungsi peluang atau periode ulang

S = Standar deviasi

Tabel 5.5 Nilai K distribusi *log pearson* tipe III

| Kemencengan<br>(CS) | Periode Ulang (tahun) |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                     | 2                     | 5     | 10    | 25    | 50    | 100   | 200   | 1000  |
|                     | Peluang (%)           |       |       |       |       |       |       |       |
|                     | 50                    | 20    | 10    | 4     | 2     | 1     | 0,5   | 0,1   |
| 3,0                 | -0,360                | 0,420 | 1,180 | 2,278 | 3,152 | 4,051 | 4,970 | 7,250 |
| 2,5                 | -0,360                | 0,518 | 1,250 | 2,262 | 3,048 | 3,845 | 4,652 | 6,600 |
| 2,2                 | -0,330                | 0,574 | 1,284 | 2,240 | 2,970 | 3,705 | 4,444 | 6,200 |
| 2,0                 | -0,307                | 0,609 | 1,302 | 2,219 | 2,912 | 3,605 | 4,298 | 5,910 |
| 1,8                 | -0,282                | 0,643 | 1,318 | 2,193 | 2,848 | 3,499 | 4,147 | 5,660 |
| 1,6                 | -0,254                | 0,675 | 1,329 | 2,163 | 2,780 | 3,388 | 3,990 | 5,390 |
| 1,4                 | -0,225                | 0,705 | 1,337 | 2,128 | 2,706 | 3,271 | 3,828 | 5,110 |
| 1,2                 | -0,195                | 0,732 | 1,340 | 2,087 | 2,626 | 3,149 | 3,661 | 4,820 |
| 1,0                 | -0,164                | 0,758 | 1,340 | 2,043 | 2,542 | 3,022 | 3,489 | 4,540 |
| 0,9                 | -0,148                | 0,769 | 1,339 | 2,018 | 2,498 | 2,957 | 3,401 | 4,395 |
| 0,8                 | -0,132                | 0,780 | 1,336 | 1,998 | 2,453 | 2,891 | 3,312 | 4,250 |
| 0,7                 | -0,116                | 0,790 | 1,333 | 1,967 | 2,407 | 2,824 | 3,223 | 4,105 |
| 0,6                 | -0,099                | 0,800 | 1,328 | 1,939 | 2,359 | 2,755 | 3,132 | 3,960 |
| 0,5                 | -0,083                | 0,808 | 1,323 | 1,910 | 2,311 | 2,686 | 3,041 | 3,815 |
| 0,4                 | -0,066                | 0,816 | 1,317 | 1,880 | 2,261 | 2,615 | 2,949 | 3,670 |
| 0,3                 | -0,050                | 0,824 | 1,309 | 1,849 | 2,211 | 2,544 | 2,856 | 3,525 |
| 0,2                 | -0,033                | 0,830 | 1,301 | 1,816 | 2,159 | 2,472 | 2,763 | 3,380 |
| 0,1                 | -0,017                | 0,836 | 1,292 | 1,785 | 2,107 | 2,400 | 2,670 | 3,235 |
| 0,0                 | 0,000                 | 0,840 | 1,282 | 1,752 | 2,054 | 2,326 | 2,576 | 3,090 |
| -0,1                | 0,017                 | 0,836 | 1,270 | 1,761 | 2,000 | 2,252 | 2,482 | 3,950 |
| -0,2                | 0,033                 | 0,850 | 1,258 | 1,680 | 1,945 | 2,178 | 2,388 | 2,810 |
| -0,3                | 0,050                 | 0,853 | 1,245 | 1,643 | 1,890 | 2,104 | 2,294 | 2,675 |
| -0,4                | 0,066                 | 0,855 | 1,231 | 1,606 | 1,834 | 2,029 | 2,201 | 2,540 |
| -0,5                | 0,083                 | 0,856 | 1,216 | 1,567 | 1,777 | 1,955 | 2,108 | 2,400 |
| -0,6                | 0,099                 | 0,857 | 1,200 | 1,528 | 1,720 | 1,880 | 2,016 | 2,275 |
| -0,7                | 0,116                 | 0,857 | 1,183 | 1,488 | 1,663 | 1,806 | 1,926 | 2,150 |
| -0,8                | 0,132                 | 0,856 | 1,166 | 1,448 | 1,606 | 1,733 | 1,837 | 2,035 |
| -0,9                | 0,148                 | 0,854 | 1,147 | 1,407 | 1,549 | 1,660 | 1,749 | 1,910 |
| -1,0                | 0,164                 | 0,852 | 1,128 | 1,366 | 1,492 | 1,588 | 1,664 | 1,800 |
| -1,2                | 0,195                 | 0,844 | 1,086 | 1,282 | 1,379 | 1,449 | 1,501 | 1,625 |
| -1,4                | 0,225                 | 0,832 | 1,041 | 1,198 | 1,270 | 1,318 | 1,351 | 1,465 |
| -1,6                | 0,254                 | 0,817 | 0,994 | 1,116 | 1,166 | 1,197 | 1,216 | 1,280 |
| -1,8                | 0,282                 | 0,799 | 0,945 | 1,035 | 1,069 | 1,087 | 1,097 | 1,130 |
| -2,0                | 0,307                 | 0,777 | 0,895 | 0,959 | 0,980 | 0,990 | 1,000 | 1,000 |
| -2,2                | 0,330                 | 0,752 | 0,844 | 0,888 | 0,900 | 0,905 | 0,907 | 0,910 |
| -2,5                | 0,360                 | 0,711 | 0,771 | 0,793 | 0,798 | 0,799 | 0,800 | 0,802 |
| -3,0                | 0,396                 | 0,636 | 0,660 | 0,666 | 0,666 | 0,667 | 0,667 | 0,668 |

Sumber : Soewarno 1995

### 5.3 Uji Kecocokan Distribusi

Ada dua cara yang dapat dilakukan untuk menguji apakah jenis distribusi yang dipilih sesuai dengan data yang ada, yaitu :

- Uji *Chi Kuadrat*
- Uji *Smirnov Kolmogorov*

#### 5.3.1 Uji *Chi Kuadrat*

Perhitungan *Chi Kuadrat* untuk *Log Pearson III*:

- Banyaknya data (n) = 10
- Derajat signifikan ( $\alpha$ ) = 5%
- Jumlah kelas/Sub Kelompok (G) =  $1 + 3,322 \text{ Log } n$   
=  $1 + 3,322 \text{ Log } 15$   
= 4,91~ 5
- Derajat Kebebasan (DK) =  $G - R - 1$   
=  $5 - 2 - 1 = 2$

Tabel 5.6 Perhitungan *Chi Kuadrat* untuk *Log Pearson* Tipe III**CHI SQUARE**

| No. | Urutan X<br>(mm) | $\bar{X}$ | S     | Peringkat | P    | G |
|-----|------------------|-----------|-------|-----------|------|---|
| 1   | 164              |           |       | 1         | 0,09 |   |
| 2   | 124              |           |       | 2         | 0,18 |   |
| 3   | 120              |           |       | 3         | 0,27 |   |
| 4   | 85               |           |       | 4         | 0,36 |   |
| 5   | 80               | 87,65     | 37,41 | 5         | 0,45 | 5 |
| 6   | 78               |           |       | 6         | 0,55 |   |
| 7   | 67               |           |       | 7         | 0,64 |   |
| 8   | 64               |           |       | 8         | 0,73 |   |
| 9   | 49               |           |       | 9         | 0,82 |   |
| 10  | 46               |           |       | 10        | 0,91 |   |

(Sumber : Hasil Perhitungan)

$$n = 10$$

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

$$= 37,41$$

$$G = 4,322 \quad \text{diambil } 5$$

Tabel reduksi Gauss

| Peluang | k     |
|---------|-------|
| 0,999   | -3,05 |
| 0,995   | -2,58 |
| 0,99    | -2,33 |
| 0,95    | -1,64 |
| 0,9     | -1,28 |
| 0,8     | -0,84 |
| 0,75    | -0,67 |
| 0,7     | -0,52 |
| 0,6     | -0,25 |
| 0,5     | 0     |
| 0,4     | 0,25  |
| 0,3     | 0,52  |
| 0,25    | 0,67  |
| 0,2     | 0,84  |
| 0,1     | 1,28  |
| 0,05    | 1,64  |
| 0,02    | 2,05  |
| 0,01    | 2,33  |
| 0,005   | 2,58  |
| 0,002   | 2,88  |
| 0,001   | 3,09  |

## 5.1 Nilai batas :

Dari perhitungan diatas didapatkan ada 5 sub kelompok. Dari 5 sub kelompok tersebut ditentukan nilai batas tiap kelompok. Perhitungan nilai batas sub kelompok menggunakan rumus:

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

Nilai k didapat dari tabel variabel reduksi *Gauss*.

Interpolasi :

$$y = y_0 + \frac{(y_1 - y_0)(x - x_0)}{(x_1 - x_0)}$$

Mencari k :

$$1 \quad 0,180 = 0,100 + \frac{(0,200 - 0,100)(x - 1,28)}{(0,84 - 1,28)}$$

$$0,080 = \frac{(0,100)(x - 1,28)}{(-0,440)}$$

$$x = 0,920$$

$$2 \quad 0,360 = 0,300 + \frac{(0,400 - 0,300)(x - 0,52)}{(0,25 - 0,52)}$$

$$0,060 = \frac{(0,100)(x - 0,52)}{(-0,27)}$$

$$x = 0,348$$

$$3 \quad 0,550 = 0,500 + \frac{(0,600 - 0,500)(x - 0)}{(-0,25 - 0)}$$

$$0,050 = \frac{(0,100)(x - 0)}{(-0,25)}$$

$$x = -0,114$$

$$4 \quad 0,730 = 0,700 + \frac{(0,750 - 0,700)(x - (-0,52))}{(-0,67 - (-0,52))}$$

$$0,030 = \frac{(0,050)(x - (-0,52))}{(-0,15)}$$

$$x = -0,602$$

$$5 \quad 0,910 = 0,900 + \frac{(0,950 - 0,900)(x - (-1,28))}{(-1,64 - (-1,28))}$$

$$0,010 = \frac{(0,050)(x + 1,28)}{(-0,36)}$$

$$x = -1,345$$



Nilai K didapat dari tabel reduksi *Gauss* pada tabel 5.7 berikut ini.

tabel 5.7 Nilai Variabel Reduksi *Gauss*

| Batasan : |        |        |
|-----------|--------|--------|
| Peluang   | k      | x      |
| 0,182     | 0,920  | 122,07 |
| 0,364     | 0,348  | 100,67 |
| 0,545     | -0,114 | 83,40  |
| 0,727     | -0,602 | 65,14  |
| 0,909     | -1,345 | 37,32  |

Sumber : Soewarno, 1995.

## 5.2 Menentukan Nilai Ei

Nilai Ei didapat dari frekuensi banyaknya pengamatan dari pembagian kelas pada hasil hitungan *Chi Kuadrat*. Maka untuk mencari Ei menggunakan rumus :

Tabel 5.8 Penentuan Nilai Ei

| No.      | Batasan |       | O <sub>i</sub> | E <sub>i</sub> | (O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> | x <sup>2</sup> |
|----------|---------|-------|----------------|----------------|------------------------------------------------|----------------|
| 1        | 65,14   | ≥ x   | 3              |                | 1,00                                           | 0,50           |
| 2        | 65,14   | < x ≤ | 83,40          | 1              | 1,00                                           | 0,50           |
| 3        | 83,40   | < x ≤ | 100,67         | 2              | 2,0                                            | 0,00           |
| 4        | 100,67  | < x ≤ | 122,07         | 2              | 0,00                                           | 0,00           |
| 5        | 122,07  | < x   | x              | 2              | 0,00                                           | 0,00           |
| Jumlah = |         |       | 10             | 2,0            | 2,00                                           | 1,00           |

## 5.3 Menentukan perhitungan *Chi Kuadrat*

Rumus untuk menentukan Chi-Kuadrat adalah :

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

Contoh perhitungan :

$$Xh^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(4 - 3)^2}{3}$$

$$Xh^2 = 1$$

Untuk hasil perhitungan chi kuadrat dapat dilihat pada tabel 5.8

Tabel 5.8 Perhitungan *Chi Kuadrat*

| sub kelompok | peluang | k     |       | nilai batas |            | O <sub>i</sub> | E <sub>i</sub> | (O <sub>i</sub> - E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> | x <sup>2</sup> |
|--------------|---------|-------|-------|-------------|------------|----------------|----------------|-------------------------------------------------|----------------|
| 1            | 0,20    | 0,84  | 2,083 | 1,679       | <x ≤ 1,908 | 3              | 3              | 0                                               | 0,00           |
| 2            | 0,40    | 0,25  | 2,021 | 1,908       | <x ≤ 1,969 | 4              | 3              | 1                                               | 0,33           |
| 3            | 0,60    | -0,25 | 1,969 | 1,969       | <x ≤ 2,021 | 3              | 3              | 0                                               | 0,00           |
| 4            | 0,80    | -0,84 | 1,908 | 2,021       | <x ≤ 2,083 | 1              | 3              | 4                                               | 1,33           |
| 5            | 1       | -3,05 | 1,679 |             | x > 2,083  | 4              | 3              | 1                                               | 0,33           |
| Σ            |         |       |       |             |            | 15             | 15             | 6                                               | 2,00           |

Nilai Chi-Kuadrat hitung = 2.00

Derajat Kebebasan (DK) = 2

Derajat signifikan alpha = 5%

Nilai Chi Teoritis = 5.991

Perhitungan akan diterima apabila nilai *Chi kuadrat* teoritis > nilai *Chi kuadrat* hitungan. Dari perhitungan diatas diperoleh nilai 5,991 > 2, sehingga perhitungan diterima.

Tabel 5.9 Nilai *chi kuadrat* teoritis

| dk | $\alpha$ derajat kepercayaan |          |          |         |        |        |        |        |
|----|------------------------------|----------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|
|    | 0,995                        | 0,99     | 0,975    | 0,95    | 0,05   | 0,025  | 0,01   | 0,005  |
| 1  | 0,0000393                    | 0,000157 | 0,000982 | 0,00393 | 3,841  | 5,024  | 6,635  | 7,879  |
| 2  | 0,0100                       | 0,0201   | 0,0506   | 0,103   | 5,991  | 7,378  | 9,210  | 10,597 |
| 3  | 0,0717                       | 0,115    | 0,216    | 0,352   | 7,815  | 9,348  | 11,345 | 12,838 |
| 4  | 0,207                        | 0,297    | 0,484    | 0,711   | 9,488  | 11,143 | 13,277 | 14,860 |
| 5  | 0,412                        | 0,554    | 0,831    | 1,145   | 11,070 | 12,832 | 15,086 | 16,750 |
| 6  | 0,676                        | 0,872    | 1,237    | 1,635   | 12,592 | 14,449 | 16,812 | 18,548 |
| 7  | 0,989                        | 1,239    | 1,690    | 2,167   | 14,067 | 16,013 | 18,475 | 20,278 |
| 8  | 1,344                        | 1,646    | 2,180    | 2,733   | 15,507 | 17,535 | 20,090 | 21,955 |
| 9  | 1,735                        | 2,088    | 2,700    | 3,325   | 16,919 | 19,023 | 21,666 | 23,589 |
| 10 | 2,156                        | 2,558    | 3,247    | 3,940   | 18,307 | 20,483 | 23,209 | 25,188 |
| 11 | 2,603                        | 3,053    | 3,816    | 4,575   | 19,675 | 21,920 | 24,725 | 26,757 |
| 12 | 3,074                        | 3,571    | 4,404    | 5,226   | 21,026 | 23,337 | 26,217 | 28,300 |
| 13 | 3,565                        | 4,107    | 5,009    | 5,892   | 22,362 | 24,736 | 27,688 | 29,819 |
| 14 | 4,075                        | 4,660    | 5,629    | 6,571   | 23,685 | 26,119 | 29,141 | 31,319 |
| 15 | 4,601                        | 5,229    | 6,262    | 7,261   | 24,996 | 27,488 | 30,578 | 32,801 |
| 16 | 5,142                        | 5,812    | 6,908    | 7,962   | 26,296 | 28,845 | 32,000 | 34,267 |
| 17 | 5,697                        | 6,408    | 7,564    | 8,672   | 27,587 | 30,191 | 33,409 | 35,718 |
| 18 | 6,265                        | 7,015    | 8,231    | 9,390   | 28,869 | 31,526 | 34,805 | 37,156 |
| 19 | 6,844                        | 7,633    | 8,907    | 10,117  | 30,144 | 32,852 | 36,191 | 38,582 |
| 20 | 7,434                        | 8,260    | 9,591    | 10,851  | 31,410 | 34,170 | 37,566 | 39,997 |
| 21 | 8,034                        | 8,897    | 10,283   | 11,591  | 32,671 | 35,479 | 38,932 | 41,401 |
| 22 | 8,643                        | 9,542    | 10,982   | 12,338  | 33,924 | 36,781 | 40,289 | 42,796 |
| 23 | 9,260                        | 10,196   | 11,689   | 13,091  | 36,172 | 38,076 | 41,638 | 44,181 |
| 24 | 9,886                        | 10,856   | 12,401   | 13,848  | 36,415 | 39,364 | 42,980 | 45,558 |
| 25 | 10,520                       | 11,524   | 13,120   | 14,611  | 37,652 | 40,646 | 44,314 | 46,928 |
| 26 | 11,160                       | 12,198   | 13,844   | 15,379  | 38,885 | 41,923 | 45,642 | 48,290 |
| 27 | 11,808                       | 12,879   | 14,573   | 16,151  | 40,113 | 43,194 | 46,963 | 49,645 |
| 28 | 12,461                       | 13,565   | 15,308   | 16,928  | 41,337 | 44,461 | 48,278 | 50,993 |
| 29 | 13,121                       | 14,256   | 16,047   | 17,708  | 42,557 | 45,722 | 49,588 | 52,336 |
| 30 | 13,787                       | 14,953   | 16,791   | 18,493  | 43,773 | 46,979 | 50,892 | 53,672 |

Sumber : Soewarno, 1995

### 5.3.2 Uji Smirnov Kolmogorov

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik yang telah dianalisa. Pengambilan keputusan uji ini diambil  $D \text{ maks} < D_0$ . Perhitungan uji *smirnov kolmogorov* dapat dilihat pada tabel 5.10 .

Tabel 5.10 Perhitungan *Smirnov Kolmogorov* untuk *Log Pearson Tipe III*

| SMIRNOV-KORMOGOROV |     |    |                |             |                |         |             |             |      |
|--------------------|-----|----|----------------|-------------|----------------|---------|-------------|-------------|------|
| No                 | X   | m  | $P(X)=m/(n+1)$ | $P(x<)$     | $f(t)=(X-X)/s$ | $P'(X)$ | $P'(X<)$    | D           |      |
|                    | 1   | 2  | 3              | $4 = 1 - 3$ | 5              | 6       | $7 = 1 - 6$ | $8 = 7 - 4$ |      |
| 1                  | 164 | 1  | 0,09           | 163,91      | 2,04           | 0,02    | 163,9793    | 0,07        |      |
| 2                  | 124 | 2  | 0,18           | 123,82      | 0,97           | 0,17    | 123,83      | 0,02        |      |
| 3                  | 120 | 3  | 0,27           | 119,73      | 0,86           | 0,19    | 119,81      | 0,08        |      |
| 4                  | 85  | 4  | 0,36           | 84,64       | -0,07          | 0,52    | 84,48       | -0,16       |      |
| 5                  | 80  | 5  | 0,45           | 79,55       | -0,20          | 0,58    | 79,42       | -0,12       |      |
| 6                  | 78  | 6  | 0,55           | 77,45       | -0,26          | 0,60    | 77,40       | -0,06       |      |
| 7                  | 67  | 7  | 0,64           | 66,36       | -0,55          | 0,71    | 66,29       | -0,07       |      |
| 8                  | 64  | 8  | 0,73           | 62,77       | -0,65          | 0,74    | 62,76       | -0,01       |      |
| 9                  | 49  | 9  | 0,82           | 48,18       | -1,03          | 0,85    | 48,15       | -0,03       |      |
| 10                 | 46  | 10 | 0,91           | 45,09       | -1,11          | 0,87    | 45,13       | 0,04        |      |
|                    |     |    |                |             |                |         |             | D max =     | 0,08 |

( Sumber : Hasil Perhitungan)

$$n = 10$$

$$\bar{X} = 88$$

$$S = 37,41$$

Tabel 5. 11 Nilai kritis untuk uji *Smirnov Kolmogorov*

| N        | $\alpha$               |                        |                        |                        |
|----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|          | 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                   |
| $N > 50$ | $\frac{1,07}{N^{0,5}}$ | $\frac{1,22}{N^{0,5}}$ | $\frac{1,36}{N^{0,5}}$ | $\frac{1,63}{N^{0,5}}$ |

Sumber : Soewarno, 1995

Dari hasil perhitungan curah hujan rencana digunakan curah hujan rencana distribusi Log Pearson Tipe III dikarenakan dalam uji kecocokan distribusi semuanya memenuhi syarat. Jadi curah hujan yang digunakan adalah:

- Periode ulang 5 th dengan curah hujan = 114.25 mm
- Periode ulang 10 th dengan curah hujan = 136.44 mm

## 5.4 Analisa Debit Banjir Rencana

Setelah diketahui curah hujan rencana, selanjutnya adalah perhitungan analisa debit. Analisa debit rencana dimaksudkan untuk menghitung besarnya debit banjir rencana yang terjadi pada masing-masing saluran yang ditinjau, nantinya debit banjir rencana ini akan digunakan untuk membandingkan dengan debit eksisting yang tersedia di lapangan.

### 5.4.1 Koefisien Pengaliran ( C )

Dalam perhitungan debit banjir rencana perlu dihitung terlebih dahulu nilai koefisien pengaliran yang besarnya tergantung pada tata guna lahan. Dalam tata guna lahan kampus ITS dibedakan menjadi empat bagian, yaitu gedung kampus, ruang terbuka hijau, jalan paving dan perumahan. Perhitungan nilai koefisien pengaliran untuk kampus ITS bagian selatan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$C_{\text{gab}} = \frac{C_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A}$$

Dimana :

C = koefisien pengaliran dari daerah aliran

$A_i$  = luas masing-masing tata guna lahan ( $\text{km}^2$ )

$C_i$  = koefisien pengaliran sesuai dengan jenis permukaan

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

(Sumber: Soewarno, 1995)

Tabel 5.12 Koefisien Pengaliran

Berikut tabel koefisien pengaliran :

| Tipe Daerah Aliran       | C    |   |      |
|--------------------------|------|---|------|
| <b>Rerumputan</b>        | 0    | - | 0,1  |
| Tanah pasir, datar, 2%   | 0,1  | - | 0,15 |
| Tanah pasir, sedang 2-7% | 0,15 | - | 0,2  |
| Tanah pasir, curam 7%    | 0,13 | - | 0,17 |
| Tanah gemuk, sedang 2-7% | 0,18 | - | 0,22 |
| Tanah gemuk, curam 7%    | 0,25 | - | 0,35 |
| <b>Perdagangan</b>       |      |   |      |
| Daerah kota lama         | 0,75 | - | 0,95 |
| Daerah pingiran          | 0,5  | - | 0,7  |
| <b>Perumahan</b>         |      |   |      |
| Daerah single family     | 0,3  | - | 0,5  |
| Multi unit terpisah      | 0,4  | - | 0,6  |
| Multi unit tertutup      | 0,6  | - | 0,75 |
| Suburban                 | 0,25 | - | 0,4  |
| Daerah apartemen         | 0,5  | - | 0,7  |
| <b>Industri</b>          |      |   |      |
| Daerah ringan            | 0,5  | - | 0,8  |
| Daerah berat             | 0,6  | - | 0,9  |
| Taman, kuburan           | 0,1  | - | 0,25 |
| Tempat bermain           | 0,2  | - | 0,35 |
| Halaman kereta api       | 0,2  | - | 0,4  |
| Daerah tidak dikerjakan  | 0,1  | - | 0,3  |
| <b>Jalan</b>             |      |   |      |
| Beraspal                 | 0,7  | - | 0,95 |
| Beton                    | 0,8  | - | 0,95 |
| Batu                     | 0,7  | - | 0,85 |
| Atap                     | 0,75 | - | 0,95 |

Tabel 5.13 Perhitungan Koefisien Pengaliran

Tabel perhitungan koefisien pengaliran

| No.    | Penggunaan Lahan           | Luas (A)<br>(km <sup>2</sup> ) | Koefisien Pengaliran (C) | A x C<br>(km <sup>2</sup> ) | C gabungan |
|--------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------|
| 1      | Perumahan                  | 0,186                          | 0,500                    | 0,093                       |            |
| 2      | Ruang terbuka hijau        | 0,319                          | 0,275                    | 0,088                       |            |
| 3      | Taman                      | 0,036                          | 0,175                    | 0,006                       |            |
| 4      | Fasilitas umum             | 0,148                          | 0,600                    | 0,089                       | 0,594      |
| 5      | Daerah Berat               | 0,235                          | 0,750                    | 0,176                       |            |
| 6      | Perdagangan/Jasa komersial | 0,118                          | 0,850                    | 0,100                       |            |
| 7      | Kawasan wisata             | 0,025                          | 0,275                    | 0,007                       |            |
| 8      | Jalan                      | 0,321                          | 0,825                    | 0,265                       |            |
| Jumlah |                            | 1,388                          |                          | 0,824                       |            |

( Sumber : Hasil Perhitungan)

### 5.4.2 Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan persatuan waktu, yang tergantung dari lama hujan dan frekuensi kejadiannya, yang diperoleh dari analisa data hujan. Dalam perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus Mononobe yang dapat dihitung dengan persamaan :

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

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

tc = waktu konsentrasi (jam)

$R_{24}$  = curah hujan maksimum harian (dalam 24 jam)

(Sumber: Soewarno, 1995)

#### ➤ Waktu Konsentrasi (tc)

$$tc = t_o + t_f$$

Dimana :

Tc = waktu konsentrasi (jam)

To = waktu yang dibutuhkan untuk mengalir dipermukaan untuk mencapai inlet (menit)

Tf = waktu yang diperlukan untuk mengalir di sepanjang saluran (detik)

( Sumber: Soewarno, 1995)

Contoh perhitungan pada wilayah Dr. Angka ITS (SII B)

- Jarak terjauh lahan dari saluran (  $L_0$  ) = 555.02 m
- Koefisien hambatan = 0,2 ( didapat dari tabel koefisien kekasaran saluran Nd )

Tabel 5.14 Nilai koefisien kekasaran saluran

| Jenis Permukaan                                                                           | $n_d$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Permukaan impervious dan licin                                                            | 0.02  |
| Tanah padat terbuka dan licin                                                             | 0.1   |
| Permukaan sedikit berumput, tanah dengan tanaman berjajar, tanah terbuka kekasaran sedang | 0.2   |
| Padang rumput                                                                             | 0.4   |
| Lahan dengan pohon-pohon musim gugur                                                      | 0.6   |
| Lahan dengan pohon-pohon berdaun, hutan lebat, lahan berumput tebal                       | 0.8   |

(Sumber : Fifi Sofia, 2005)

- Kemiringan lahan ( $I_0$ ) = 
$$\frac{\text{Elevasi tertinggi} - \text{Elevasi terendah}}{\text{panjang lahan}}$$

$$= \frac{3,900 - 3,630}{256,0}$$

$$= 0,0011$$
- Overland flow time ( $T_o$ ) = 
$$1,44 \left( N d \frac{L_0}{\sqrt{I_0}} \right)^{0,467}$$

$$= 1,44 \left( 0,2 \frac{55502}{\sqrt{0,0011}} \right)^{0,467}$$

$$= 27,30 \text{ menit} = 0,455 \text{ jam}$$
- Panjang saluran ( $L$ ) = 256,0 m
- Kecepatan rencana saluran
 
$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,0021} \times 0,7^{2/3} \times 0,0011^{1/2}$$
 ( $V$ ) = 1,219 m/det (kecepatan saluran sekunder)



- Channel Flow Time ( $T_f$ ) =  $\frac{L}{V}$   
=  $\frac{256,0}{1,219}$   
= 3.5 menit  
= 0,0583jam

Perhitungan waktu konsentrasi ( $T_C$ )

$$\begin{aligned} T_C &= T_0 + T_f \\ &= 0,455 + 0,0583 \\ &= 0,513 \text{ jam} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan waktu konsentrasi dapat dilihat pada tabel 5.14 berikut ini.

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*

Tabel 5.15 Hasil perhitungan waktu konsentrasi ( Tc )

Perhitungan Tc Saluran Sekunder Drainase ITS Bagian Selatan

| NO | Titik Kontrol | nama lokasi | Luas<br>( km <sup>2</sup> ) | kemiringan saluran |            |                |                     | nd  | lo<br>( m ) | L.sal<br>( m ) | V. ren<br>( m / det ) | to<br>( menit ) | tf<br>( menit ) | tc<br>( menit ) | tc<br>( jam ) | tc Max<br>( jam ) |
|----|---------------|-------------|-----------------------------|--------------------|------------|----------------|---------------------|-----|-------------|----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------|
|    |               |             |                             | elv. Hulu          | elv. Hilir | jarak<br>( m ) | Kemiringan<br>( I ) |     |             |                |                       |                 |                 |                 |               |                   |
| 1  | 16.1          | SII B       | 0,046                       | 3,890              | 3,250      | 142,00         | 0,0045              | 0,2 | 267,08      | 0,00           | 2,520                 | 13,82           | 0,00            | 13,82           | 0,23          | 0,25              |
|    | 16            |             | 0,000                       | 3,890              | 3,250      | 142,00         | 0,0045              | 0,2 | 0,00        | 142,00         | 2,520                 | 13,82           | 0,94            | 14,76           | 0,25          |                   |
| 2  | 15.1          | SII A       | 0,083                       | 3,900              | 3,630      | 256,00         | 0,0011              | 0,2 | 555,20      | 0,00           | 1,219                 | 27,30           | 0,00            | 27,30           | 0,45          | 0,51              |
|    | 15            |             | 0,000                       | 3,900              | 3,630      | 256,00         | 0,0011              | 0,2 | 0,00        | 256,00         | 1,219                 | 27,30           | 3,50            | 30,80           | 0,51          |                   |
| 3  | 13.1          | SII C       | 0,033                       | 3,380              | 2,689      | 190,00         | 0,0036              | 0,2 | 257,53      | 0,00           | 2,264                 | 14,28           | 0,00            | 14,28           | 0,24          | 0,26              |
|    | 13            |             | 0,000                       | 3,380              | 2,689      | 190,00         | 0,0036              | 0,2 | 0,00        | 190,00         | 2,264                 | 14,28           | 1,40            | 15,68           | 0,26          |                   |
| 4  | 12.1.2        | SII E       | 0,026                       | 3,380              | 3,303      | 102,00         | 0,0008              | 0,2 | 358,57      | 0,00           | 1,031                 | 24,07           | 0,00            | 24,07           | 0,40          | 0,49              |
|    | 12.1.1        |             | 0,000                       | 3,380              | 3,303      | 102,00         | 0,0008              | 0,2 | 368,70      | 327,00         | 1,031                 | 24,07           | 5,28            | 29,35           | 0,49          |                   |
| 5  | 12.1.1        | SII D       | 0,064                       | 3,357              | 3,045      | 327,00         | 0,0010              | 0,2 | 368,70      | 0,00           | 1,160                 | 29,35           | 0,00            | 29,35           | 0,49          | 0,51              |
|    | 12.1          |             | 0,000                       | 3,357              | 3,045      | 327,00         | 0,0010              | 0,2 | 358,57      | 102,00         | 1,160                 | 29,35           | 1,47            | 30,81           | 0,51          |                   |
| 6  | 12.1          | SII F       | 0,000                       | 3,542              | 3,405      | 141,00         | 0,0010              | 0,2 | 0,00        | 141,00         | 1,170                 | 30,81           | 2,01            | 32,82           | 0,55          | 0,55              |
|    | 12.2          |             | 0,061                       | 3,542              | 3,405      | 141,00         | 0,0010              | 0,2 | 181,88      | 0,00           | 1,170                 | 16,52           | 0,00            | 16,52           | 0,28          |                   |
| 7  | 12.1          | SII G       | 0,000                       | 3,434              | 3,197      | 214,00         | 0,0011              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,249                 | 32,82           | 0,00            | 32,82           | 0,55          | 0,60              |
|    | 12            |             | 0,000                       | 3,380              | 3,303      | 102,00         | 0,0008              | 0,2 | 0,00        | 214,00         | 1,031                 | 32,82           | 3,46            | 36,28           | 0,60          |                   |
| 8  | 11.2          | SII O       | 0,007                       | 3,534              | 3,297      | 309,00         | 0,0008              | 0,2 | 237,55      | 0,00           | 1,040                 | 19,78           | 0,00            | 19,78           | 0,33          | 0,38              |
|    | 11.1          |             | 0,000                       | 3,534              | 3,297      | 309,00         | 0,0008              | 0,2 | 0,00        | 180,00         | 1,040                 | 19,78           | 2,89            | 22,67           | 0,38          |                   |
| 9  | 11.1          | SII N       | 0,018                       | 3,465              | 3,235      | 147,00         | 0,0016              | 0,2 | 150,46      | 0,00           | 1,485                 | 13,53           | 0,00            | 13,53           | 0,23          | 0,28              |
|    | 11            |             | 0,000                       | 3,534              | 3,297      | 309,00         | 0,0008              | 0,2 | 0           | 186,00         | 1,040                 | 13,53           | 2,98            | 16,51           | 0,28          |                   |
| 10 | 10.1          | SII P       | 0,018                       | 3,517              | 3,133      | 464,00         | 0,0008              | 0,2 | 238,80      | 0,00           | 1,080                 | 19,48           | 0,00            | 19,48           | 0,32          | 0,37              |
|    | 10            |             | 0,000                       | 3,517              | 3,133      | 464,00         | 0,0008              | 0,2 | 0,00        | 186,00         | 1,080                 | 19,48           | 2,87            | 22,35           | 0,37          |                   |
| 11 | 8.2           | SII H       | 0,078                       | 3,397              | 3,076      | 341,00         | 0,0009              | 0,2 | 237,55      | 0,00           | 1,152                 | 18,86           | 0,00            | 18,86           | 0,31          | 0,42              |
|    | 8.1           |             | 0,131                       | 3,397              | 3,076      | 341,00         | 0,0009              | 0,2 | 286,96      | 309,00         | 1,152                 | 20,60           | 4,47            | 25,07           | 0,42          |                   |
| 12 | 8.1           | SII I       | 0,131                       | 3,637              | 3,381      | 236,00         | 0,0011              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,236                 | 25,07           | 0,00            | 25,07           | 0,42          | 0,45              |
|    | 8             |             | 0,000                       | 3,637              | 3,381      | 236,00         | 0,0011              | 0,2 | 0,00        | 147,00         | 1,236                 | 25,07           | 1,98            | 27,05           | 0,45          |                   |
| 13 | 7.1           | SII J       | 0,019                       | 3,637              | 3,381      | 159,00         | 0,0016              | 0,2 | 252,65      | 0,00           | 1,506                 | 17,12           | 0,00            | 17,12           | 0,29          | 0,37              |
|    | 7             |             | 0,000                       | 3,637              | 3,381      | 159,00         | 0,0016              | 0,2 | 0,00        | 464,00         | 1,506                 | 17,12           | 5,13            | 22,26           | 0,37          |                   |
| 14 | 6.1           | SII K       | 0,131                       | 3,393              | 3,207      | 186,00         | 0,0010              | 0,2 | 433,24      | 0,00           | 1,187                 | 24,62           | 0,00            | 24,62           | 0,41          | 0,49              |
|    | 6             |             | 0,000                       | 3,393              | 3,207      | 186,00         | 0,0010              | 0,2 | 0,00        | 341,00         | 1,187                 | 24,62           | 4,79            | 29,40           | 0,49          |                   |
| 15 | 5.1           | SII L       | 0,074                       | 3,730              | 3,413      | 180,00         | 0,0018              | 0,2 | 271,37      | 0,00           | 1,575                 | 17,34           | 0,00            | 17,34           | 0,29          | 0,34              |
|    | 5             |             | 0,000                       | 3,393              | 3,207      | 186,00         | 0,0010              | 0,2 | 0,00        | 236,00         | 1,187                 | 17,34           | 3,31            | 20,65           | 0,34          |                   |
| 16 | 2.1           | SII M       | 0,008                       | 3,573              | 3,242      | 186,00         | 0,0018              | 0,2 | 155,13      | 0,00           | 1,584                 | 13,32           | 0,00            | 13,32           | 0,22          | 0,25              |
|    | 2             |             | 0,000                       | 3,573              | 3,242      | 186,00         | 0,0018              | 0,2 | 0,00        | 159,00         | 1,584                 | 13,32           | 1,67            | 14,99           | 0,25          |                   |
| 31 | 10,1          | 10.1        | 0,129                       | 1,584              | 1,119      | 902,00         | 0,0005              | 1,2 | 210,65      | 0,00           | 0,852                 | 30,05           | 0,00            | 30,05           | 0,50          | 0,79              |
|    | 10            |             | 0,000                       | 1,584              | 1,119      | 902,00         | 0,0005              | 1,2 | 0,00        | 902,00         | 0,852                 | 30,05           | 17,64           | 47,68           | 0,79          |                   |

Perhitungan Tc Saluran Sekunder Drainase ITS Bagian Utara

| NO | Titik Kontrol | nama lokasi | Luas<br>( km <sup>2</sup> ) | kemiringan saluran |            |                |                     | nd  | lo<br>( m ) | L.sal<br>( m ) | V. ren<br>( m / det ) | to<br>( menit ) | tf<br>( menit ) | tc<br>( menit ) | tc<br>( jam ) | tc Max<br>( jam ) |
|----|---------------|-------------|-----------------------------|--------------------|------------|----------------|---------------------|-----|-------------|----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------|
|    |               |             |                             | elv. Hulu          | elv. Hilir | jarak<br>( m ) | Kemiringan<br>( I ) |     |             |                |                       |                 |                 |                 |               |                   |
| 17 | XI,1          | SII Q       | 0,020                       | 3,373              | 3,142      | 261,00         | 0,0009              | 0,2 | 337,28      | 0,00           | 1,117                 | 22,53           | 0,00            | 22,53           | 0,38          | 0,44              |
|    | XI            |             | 0,000                       | 3,373              | 3,142      | 261,00         | 0,0009              | 0,2 | 0,00        | 261,00         | 1,117                 | 22,53           | 3,89            | 26,43           | 0,44          |                   |
| 18 | IX,3          | SII AD      | 0,027                       | 3,393              | 3,107      | 390,00         | 0,0007              | 0,2 | 328,25      | 0,00           | 1,017                 | 23,25           | 0,00            | 23,25           | 0,39          | 0,46              |
|    | IX,2          |             | 0,056                       | 3,393              | 3,107      | 271,00         | 0,0011              | 0,2 | 385,80      | 304,00         | 1,220                 | 23,25           | 4,15            | 27,40           | 0,46          |                   |
| 19 | IX,2          | SII AC      | 0,000                       | 3,009              | 2,414      | 271,00         | 0,0022              | 0,2 | 385,80      | 0,00           | 1,759                 | 27,40           | 0,00            | 27,40           | 0,46          | 0,57              |
|    | IX,1          |             | 0,016                       | 3,009              | 2,414      | 386,00         | 0,0015              | 0,2 | 0,00        | 242,00         | 1,474                 | 27,40           | 2,74            | 30,14           | 0,50          |                   |
| 20 | IX,1          | SII AB      | 0,000                       | 2,603              | 2,259      | 386,00         | 0,0009              | 0,2 | 215,13      | 0,00           | 1,121                 | 30,14           | 0,00            | 30,14           | 0,50          | 0,50              |
|    | IX            |             | 0,000                       | 2,603              | 2,259      | 386,00         | 0,0009              | 0,2 | 0,00        | 258,00         | 1,121                 | 30,14           | 3,84            | 33,98           | 0,57          |                   |
| 21 | VIII,3        | SII AA      | 0,015                       | 2,798              | 2,720      | 295,00         | 0,0003              | 0,2 | 218,76      | 0,00           | 0,610                 | 24,41           | 0,00            | 24,41           | 0,41          | 0,50              |
|    | VIII,2        |             | 0,054                       | 2,798              | 2,720      | 295,00         | 0,0003              | 0,2 | 0,00        | 200,00         | 0,610                 | 24,41           | 5,46            | 29,87           | 0,50          |                   |
| 22 | VIII,2        | SII Z       | 0,054                       | 2,720              | 2,700      | 241,00         | 0,0001              | 0,2 | 319,15      | 0,00           | 0,342                 | 38,17           | 0,00            | 38,17           | 0,64          | 0,75              |
|    | VIII,1        |             | 0,054                       | 2,720              | 2,700      | 170,00         | 0,0001              | 0,2 | 0,00        | 167,00         | 0,407                 | 38,17           | 6,84            | 45,00           | 0,75          |                   |
| 23 | VIII,1        | SII Y       | 0,054                       | 2,700              | 2,690      | 170,00         | 0,0001              | 0,2 | 346,72      | 0,00           | 0,288                 | 45,00           | 0,00            | 45,00           | 0,75          | 0,95              |
|    | VIII          |             | 0,000                       | 2,700              | 2,690      | 241,00         | 0,0001              | 0,2 | 0,00        | 203,00         | 0,288                 | 45,00           | 11,75           | 56,75           | 0,95          |                   |
| 24 | VII,1         | SII X       | 0,046                       | 3,623              | 3,418      | 132,00         | 0,0016              | 0,2 | 336,33      | 0,00           | 1,479                 | 19,74           | 0,00            | 19,74           | 0,33          | 0,35              |
|    | VII           |             | 0,000                       | 3,623              | 3,418      | 132,00         | 0,0016              | 0,2 | 0,00        | 132,00         | 1,479                 | 19,74           | 1,49            | 21,22           | 0,35          |                   |
| 25 | VI,1,1        | SII V       | 0,053                       | 3,802              | 3,650      | 203,00         | 0,0007              | 0,2 | 273,28      | 0,00           | 1,027                 | 21,24           | 0,00            | 21,24           | 0,35          | 0,42              |
|    | VI,1          |             | 0,000                       | 3,486              | 3,363      | 167,00         | 0,0007              | 0,2 | 0,00        | 241,00         | 1,019                 | 21,24           | 3,94            | 25,18           | 0,42          |                   |
| 26 | VI,1          | SII U       | 0,026                       | 3,486              | 3,363      | 167,00         | 0,0007              | 0,2 | 184,48      | 0,00           | 1,019                 | 17,75           | 0,00            | 17,75           | 0,30          | 0,38              |
|    | VI,2          |             | 0,000                       | 3,459              | 3,313      | 200,00         | 0,0007              | 0,2 | 0,00        | 295,00         | 1,014                 | 17,75           | 4,85            | 22,59           | 0,38          |                   |
| 27 | VI,1          | SII W       | 0,000                       | 3,459              | 3,313      | 200,00         | 0,0007              | 0,2 | 132,69      | 0,00           | 1,014                 | 25,18           | 0,00            | 25,18           | 0,42          | 0,47              |
|    | VI            |             | 0,000                       | 3,459              | 3,313      | 200,00         | 0,0007              | 0,2 | 0,00        | 170,00         | 1,014                 | 25,18           | 2,79            | 27,97           | 0,47          |                   |
| 28 | V,1           | SII T       | 0,068                       | 3,760              | 3,574      | 258,00         | 0,0007              | 0,2 | 456,14      | 0,00           | 1,008                 | 27,22           | 0,00            | 27,22           | 0,45          | 0,57              |
|    | V             |             | 0,000                       | 3,441              | 3,284      | 242,00         | 0,0006              | 0,2 | 0,00        | 386,00         | 0,956                 | 27,22           | 6,73            | 33,95           | 0,57          |                   |
| 29 | IV,2          | SII S       | 0,028                       | 3,441              | 3,284      | 242,00         | 0,0006              | 0,2 | 210,09      | 0,00           | 0,956                 | 19,42           | 0,00            | 19,42           | 0,32          | 0,40              |
|    | IV,1          |             | 0,000                       | 3,343              | 3,111      | 304,00         | 0,0008              | 0,2 | 0,00        | 271,00         | 1,037                 | 19,42           | 4,36            | 23,78           | 0,40          |                   |
| 30 | IV,1          | SII R       | 0,035                       | 3,343              | 3,111      | 304,00         | 0,0008              | 0,2 | 253,16      | 0,00           | 1,037                 | 23,78           | 0,00            | 23,78           | 0,40          | 0,50              |
|    | IV            |             | 0,000                       | 3,343              | 3,111      | 304,00         | 0,0008              | 0,2 | 0,00        | 390,00         | 1,037                 | 23,78           | 6,27            | 30,05           | 0,50          |                   |

| Perhitungan Tc Saluran Primer Drainase ITS Bagian Selatan |               |             |                             |                    |            |                |                     |     |             |                |                       |                 |                 |                 |               |                   |
|-----------------------------------------------------------|---------------|-------------|-----------------------------|--------------------|------------|----------------|---------------------|-----|-------------|----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------|
| NO                                                        | Titik Kontrol | nama lokasi | Luas<br>( km <sup>2</sup> ) | kemiringan saluran |            |                |                     | nd  | lo<br>( m ) | L.sal<br>( m ) | V. ren<br>( m / det ) | to<br>( menit ) | tf<br>( menit ) | tc<br>( menit ) | tc<br>( jam ) | tc Max<br>( jam ) |
|                                                           |               |             |                             | elv. Hulu          | elv. Hilir | jarak<br>( m ) | kemiringan<br>( I ) |     |             |                |                       |                 |                 |                 |               |                   |
| 1                                                         | 17            | SI 2        | 0,107                       | 3,900              | 3,630      | 256,00         | 0,0011              | 0,2 | 277,60      | 0,00           | 1,219                 | 19,75           | 0,00            | 19,75           | 0,33          | 0,38              |
|                                                           | 16            |             | 0,000                       | 3,900              | 3,630      | 256,00         | 0,0011              | 0,2 | 0,00        | 207,13         | 1,219                 | 19,75           | 2,83            | 22,58           | 0,38          |                   |
| 2                                                         | 16            | SI 2'       | 0,000                       | 3,380              | 3,303      | 102,00         | 0,0008              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,031                 | 22,58           | 0,00            | 22,58           | 0,38          | 0,38              |
|                                                           | 15            |             | 0,000                       | 3,380              | 3,303      | 102,00         | 0,0008              | 0,2 | 0,00        | 10,00          | 1,031                 | 22,58           | 0,16            | 22,74           | 0,38          |                   |
| 3                                                         | 15            | SI 3        | 0,000                       | 3,357              | 3,045      | 327,00         | 0,0010              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,160                 | 30,80           | 0,00            | 30,80           | 0,51          | 0,54              |
|                                                           | 14            |             | 0,000                       | 3,357              | 3,045      | 327,00         | 0,0010              | 0,2 | 0,00        | 127,67         | 1,160                 | 30,80           | 1,83            | 32,63           | 0,54          |                   |
| 4                                                         | 14            | SI 3'       | 0,029                       | 3,542              | 3,405      | 141,00         | 0,0010              | 0,2 | 103,72      | 0,00           | 1,170                 | 32,63           | 0,00            | 32,63           | 0,54          | 0,57              |
|                                                           | 13            |             | 0,000                       | 3,542              | 3,405      | 141,00         | 0,0010              | 0,2 | 0,00        | 127,67         | 1,170                 | 32,63           | 1,82            | 34,45           | 0,57          |                   |
| 5                                                         | 13            | SI 3''      | 0,000                       | 3,434              | 3,197      | 214,00         | 0,0011              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,249                 | 34,45           | 0,00            | 34,45           | 0,57          | 0,61              |
|                                                           | 12            |             | 0,000                       | 3,380              | 3,303      | 102,00         | 0,0008              | 0,2 | 0,00        | 127,67         | 1,031                 | 34,45           | 2,06            | 36,51           | 0,61          |                   |
| 6                                                         | 12            | SI 4        | 0,000                       | 3,534              | 3,297      | 309,00         | 0,0008              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,040                 | 36,51           | 0,00            | 36,51           | 0,61          | 0,66              |
|                                                           | 11            |             | 0,000                       | 3,534              | 3,297      | 309,00         | 0,0008              | 0,2 | 0,00        | 177,50         | 1,040                 | 36,51           | 2,85            | 39,36           | 0,66          |                   |
| 7                                                         | 11            | SI 4'       | 0,000                       | 3,465              | 3,235      | 147,00         | 0,0016              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,485                 | 39,36           | 0,00            | 39,36           | 0,66          | 0,70              |
|                                                           | 9             |             | 0,000                       | 3,534              | 3,297      | 309,00         | 0,0008              | 0,2 | 0,00        | 177,50         | 1,040                 | 39,36           | 2,85            | 42,21           | 0,70          |                   |
| 8                                                         | 10            | SI 11       | 0,000                       | 3,534              | 4,235      | 341,00         | 0,0008              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,040                 | 47,68           | 0,00            | 47,68           | 0,79          | 0,87              |
|                                                           | 9             |             | 0,000                       | 4,465              | 3,235      | 147,00         | 0,0016              | 0,2 | 0,00        | 400,00         | 1,485                 | 47,68           | 4,49            | 52,17           | 0,87          |                   |
| 9                                                         | 9             | SI 5        | 0,000                       | 3,517              | 3,133      | 464,00         | 0,0008              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,080                 | 47,68           | 0,00            | 47,68           | 0,79          | 0,84              |
|                                                           | 1             |             | 0,000                       | 3,517              | 3,133      | 464,00         | 0,0008              | 0,2 | 0,00        | 184,00         | 1,080                 | 47,68           | 2,84            | 50,52           | 0,84          |                   |
| 10                                                        | 8.1           | SI 6        | 0,107                       | 3,397              | 3,076      | 341,00         | 0,0009              | 0,2 | 277,60      | 0,00           | 1,152                 | 20,28           | 0,00            | 20,28           | 0,34          | 0,40              |
|                                                           | 8             |             | 0,000                       | 3,397              | 3,076      | 341,00         | 0,0009              | 0,2 | 0,00        | 257,00         | 1,152                 | 20,28           | 3,72            | 24,00           | 0,40          |                   |
| 11                                                        | 8             | SI 6'       | 0,000                       | 3,637              | 3,381      | 236,00         | 0,0011              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,236                 | 24,00           | 0,00            | 24,00           | 0,40          | 0,40              |
|                                                           | 7             |             | 0,000                       | 3,637              | 3,381      | 236,00         | 0,0011              | 0,2 | 0,00        | 10,00          | 1,236                 | 24,00           | 0,13            | 24,13           | 0,40          |                   |
| 12                                                        | 7             | SI 7        | 0,000                       | 3,637              | 3,381      | 159,00         | 0,0016              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,506                 | 24,13           | 0,00            | 24,13           | 0,40          | 0,49              |
|                                                           | 6             |             | 0,000                       | 3,637              | 3,381      | 159,00         | 0,0016              | 0,2 | 0,00        | 469,00         | 1,506                 | 24,13           | 5,19            | 29,32           | 0,49          |                   |
| 13                                                        | 6             | SI 7'       | 0,000                       | 3,393              | 3,207      | 186,00         | 0,0010              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,187                 | 29,32           | 0,00            | 29,32           | 0,49          | 0,49              |
|                                                           | 5             |             | 0,000                       | 3,393              | 3,207      | 186,00         | 0,0010              | 0,2 | 0,00        | 10,00          | 1,187                 | 29,32           | 0,14            | 29,46           | 0,49          |                   |
| 14                                                        | 5             | SI 8        | 0,000                       | 3,730              | 3,413      | 180,00         | 0,0018              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,575                 | 29,46           | 0,00            | 29,46           | 0,49          | 0,51              |
|                                                           | 4             |             | 0,000                       | 3,393              | 3,207      | 186,00         | 0,0010              | 0,2 | 0,00        | 62,00          | 1,187                 | 29,46           | 0,87            | 30,33           | 0,51          |                   |
| 15                                                        | 4             | SI 8'       | 0,000                       | 3,573              | 3,242      | 186,00         | 0,0018              | 0,2 | 238,80      | 0,00           | 1,584                 | 30,33           | 0,00            | 30,33           | 0,51          | 0,52              |
|                                                           | 3             |             | 0,000                       | 3,573              | 3,242      | 186,00         | 0,0018              | 0,2 | 238,80      | 62,00          | 1,584                 | 30,33           | 0,65            | 30,99           | 0,52          |                   |
| 16                                                        | 3             | SI 9        | 0,019                       | 3,373              | 3,142      | 261,00         | 0,0009              | 0,2 | 41,58       | 0,00           | 1,117                 | 30,99           | 0,00            | 30,99           | 0,52          | 0,63              |
|                                                           | 2             |             | 0,000                       | 3,373              | 3,142      | 261,00         | 0,0009              | 0,2 | 0,00        | 449,00         | 1,117                 | 30,99           | 6,70            | 37,69           | 0,63          |                   |
| 17                                                        | 2             | SI 10       | 0,000                       | 3,393              | 3,107      | 390,00         | 0,0007              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,017                 | 37,69           | 0,00            | 37,69           | 0,63          | 0,65              |
|                                                           | 1             |             | 0,000                       | 3,009              | 2,414      | 271,00         | 0,0022              | 0,2 | 0,00        | 121,00         | 1,759                 | 37,69           | 1,15            | 38,83           | 0,65          |                   |

| Perhitungan Tc Saluran Primer Drainase ITS Bagian Utara |               |             |                             |                    |            |                |                     |     |             |                |                       |                 |                 |                 |               |                   |
|---------------------------------------------------------|---------------|-------------|-----------------------------|--------------------|------------|----------------|---------------------|-----|-------------|----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------------|
| NO                                                      | Titik Kontrol | nama lokasi | Luas<br>( km <sup>2</sup> ) | kemiringan saluran |            |                |                     | nd  | lo<br>( m ) | L.sal<br>( m ) | V. ren<br>( m / det ) | to<br>( menit ) | tf<br>( menit ) | tc<br>( menit ) | tc<br>( jam ) | tc Max<br>( jam ) |
|                                                         |               |             |                             | elv. Hulu          | elv. Hilir | jarak<br>( m ) | kemiringan<br>( I ) |     |             |                |                       |                 |                 |                 |               |                   |
| 18                                                      | XII           | SI 1        | 0,061                       | 2,603              | 2,259      | 386,00         | 0,0009              | 0,2 | 341,67      | 0,00           | 1,121                 | 22,63           | 0,00            | 22,63           | 0,38          | 0,46              |
|                                                         | XI            |             | 0,000                       | 2,603              | 2,259      | 386,00         | 0,0009              | 0,2 | 0,00        | 327,00         | 1,121                 | 22,63           | 4,86            | 27,50           | 0,46          |                   |
| 19                                                      | XI            | SI 19       | 0,000                       | 2,930              | 2,603      | 295,00         | 0,0011              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,250                 | 27,50           | 0,00            | 27,50           | 0,46          | 0,49              |
|                                                         | X             |             | 0,088                       | 2,930              | 2,603      | 295,00         | 0,0011              | 0,2 | 228,75      | 130,00         | 1,250                 | 27,50           | 1,73            | 29,23           | 0,49          |                   |
| 20                                                      | X             | SI 20       | 0,000                       | 2,930              | 2,603      | 295,00         | 0,0011              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,250                 | 29,23           | 0,00            | 29,23           | 0,49          | 0,49              |
|                                                         | III           |             | 0,000                       | 3,802              | 3,569      | 241,00         | 0,0010              | 0,2 | 0,00        | 387,00         | 1,167                 | 29,23           | 5,53            | 34,76           | 0,58          |                   |
| 21                                                      | IX            | SI 12'      | 0,000                       | 3,340              | 2,720      | 170,00         | 0,0036              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 2,267                 | 30,14           | 0,00            | 30,14           | 0,50          | 0,61              |
|                                                         | VIII          |             | 0,000                       | 3,802              | 3,569      | 241,00         | 0,0010              | 0,2 | 0,00        | 451,00         | 1,167                 | 30,14           | 6,44            | 36,58           | 0,61          |                   |
| 22                                                      | VIII          | SI 12       | 0,000                       | 3,623              | 3,418      | 132,00         | 0,0016              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,479                 | 36,58           | 0,00            | 36,58           | 0,61          | 0,69              |
|                                                         | VII           |             | 0,000                       | 3,623              | 3,418      | 132,00         | 0,0016              | 0,2 | 0,00        | 451,00         | 1,479                 | 36,58           | 5,08            | 41,66           | 0,69          |                   |
| 23                                                      | VII           | SI 14       | 0,000                       | 3,802              | 3,650      | 203,00         | 0,0007              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,027                 | 41,66           | 0,00            | 41,66           | 0,69          | 0,75              |
|                                                         | VI            |             | 0,000                       | 3,486              | 3,363      | 167,00         | 0,0007              | 0,2 | 0,00        | 206,00         | 1,019                 | 41,66           | 3,37            | 45,03           | 0,75          |                   |
| 24                                                      | VI            | SI 15       | 0,000                       | 3,486              | 3,363      | 167,00         | 0,0007              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,019                 | 45,03           | 0,00            | 45,03           | 0,75          | 0,93              |
|                                                         | V             |             | 0,000                       | 3,459              | 3,313      | 200,00         | 0,0007              | 0,2 | 0,00        | 653,00         | 1,014                 | 45,03           | 10,73           | 55,76           | 0,93          |                   |
| 25                                                      | V             | SI 17       | 0,000                       | 3,459              | 3,313      | 200,00         | 0,0007              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,014                 | 55,76           | 0,00            | 55,76           | 0,93          | 0,95              |
|                                                         | IV            |             | 0,000                       | 3,459              | 3,313      | 200,00         | 0,0007              | 0,2 | 0,00        | 61,80          | 1,014                 | 55,76           | 1,02            | 56,78           | 0,95          |                   |
| 26                                                      | IV            | SI 18       | 0,000                       | 3,760              | 3,574      | 258,00         | 0,0007              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,008                 | 56,78           | 0,00            | 56,78           | 0,95          | 0,97              |
|                                                         | III           |             | 0,000                       | 3,441              | 3,284      | 242,00         | 0,0006              | 0,2 | 0,00        | 80,30          | 0,956                 | 56,78           | 1,40            | 58,17           | 0,97          |                   |
| 27                                                      | III           | SI ITS 1    | 0,000                       | 3,441              | 3,284      | 242,00         | 0,0006              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 0,956                 | 58,17           | 0,00            | 58,17           | 0,97          | 1,08              |
|                                                         | II            |             | 0,000                       | 3,343              | 3,111      | 304,00         | 0,0008              | 0,2 | 0,00        | 398,00         | 1,037                 | 58,17           | 6,40            | 64,57           | 1,08          |                   |
| 28                                                      | II            | SI ITS      | 0,000                       | 3,343              | 3,111      | 304,00         | 0,0008              | 0,2 | 0,00        | 0,00           | 1,037                 | 64,57           | 0,00            | 64,57           | 1,08          | 1,31              |
|                                                         | I             |             | 0,000                       | 3,343              | 3,111      | 304,00         | 0,0008              | 0,2 | 0,00        | 867,00         | 1,037                 | 64,57           | 13,93           | 78,50           | 1,31          |                   |

➤ Intensitas Hujan

Perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus mononobe seperti berikut :

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

Dimana : I = Intensitas hujan (mm/jam)

$t_c$  = waktu konsentrasi (jam)

$R_{24}$  = curah hujan maksimum harian (mm)

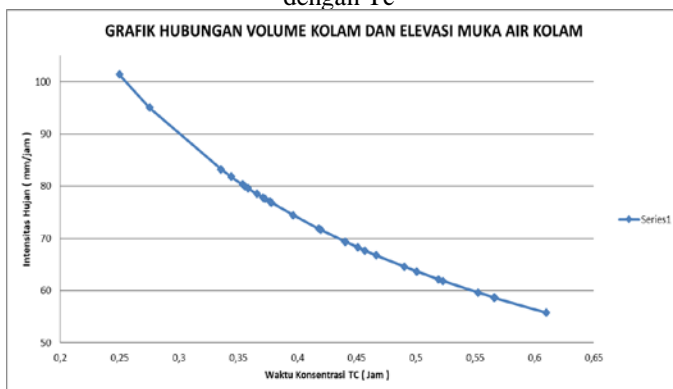
Contoh perhitungan intensitas hujan yang terjadi pada wilayah SII A

$$I = \left( \frac{114,25}{24} \right) \left( \frac{24}{0,440} \right)^{2/3} = 69,396 \text{ mm/jam}$$

Nilai curah hujan  $R_{24}$  saluran tersier diambil pada Curah hujan rencana yang di dapat dari perhitungan *Log Person* Tipe III periode ulang 5 tahun.

Grafik perbandingan antara Intensitas hujan dan  $t_c$  dapat dilihat di grafik di bawah ini :

Gambar 5.2 Grafik Perbandingan antara Intensitas Hujan dengan  $T_c$



### 5.4.3 Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana menggunakan Persamaan rumus rasional, persamaan ini dapat digambarkan dalam persamaan aljabar sebagai berikut.

$$Q = 0,278. C. I. A$$

Dimana :

Q = debit banjir maksimum ( $m^3/det$ )

C = koefisien pengaliran

I = intensitas hujan rata-rata selama waktu tiba banjir (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran ( $km^2$ )

(Sumber: Soewarno, 1995)

Contoh perhitungan debit banjir rencana pada wilayah SII A.

- Luas wilayah ( A ) = 0,0825  $Km^2$
- Intensitas hujan ( I ) = 69,396 mm/jam
- Koefisien lahan gabungan ( C ) = 0,594

$$Q = 0,278. C. I. A$$

$$Q = 0.278 \times 0.594 \times 69,396 \times 0.0825$$

$$Q = 0,945 \text{ m}^3 / \text{det}$$

Hasil perhitungan debit rencana saluran tersier dapat dilihat pada tabel 4.15 berikut ini.

Untuk perhitungan debit rencana saluran sekunder contoh perhitungan diwakili saluran sekunder SII B yang menerima debit dari saluran tersier stadion dan saluran tersier lapangan basket.

- Luas wilayah ( A ) = A.SAC + A. DR. Angka + A. Perpustakaan + A. Matematika
 
$$= 0,0127Km^2 + 0,0338Km^2$$

$$+ 0,0180Km^2 + 0,0181Km^2$$



$$= 0,0825 \text{ Km}^2$$

- Panjang saluran ( L ) = 256,00 m
- Waktu konsentrasi ( Tc ) = T0 + Tf
 
$$= 0,396 + \frac{L}{V}$$

$$= 0,396 \text{ Jam} + \left( \frac{256 \text{ m}}{1,637 \text{ m/det}} \right) / 3600$$

$$= 0,396 \text{ jam} + 0,0434$$

$$= 0,4394 \text{ jam}$$
- R24 = 114,25 mm ( Curah hujan rencana *log pearson* tipe III periode ulang 5 tahun )
- Intensitas Hujan ( I ) =  $\left( \frac{R_{24}}{24} \right) \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$ 

$$= \left( \frac{114,25}{24} \right) \left( \frac{24}{0,4394} \right)^{2/3} = 69,396 \text{ mm/ jam}$$
- C gabungan Rencana = 0,594

Debit rencana saluran sekunder SII A :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q = 0,278 \times 0,594 \times 69,396 \times 0,0825$$

$$Q = 0,945 \text{ m}^3/\text{det}$$

Hasil perhitungan debit rencana saluran sekunder dapat dilihat pada tabel 4.16 berikut ini.

Tabel 4. 12 Hasil perhitungan debit banjir rencana saluran sekunder

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*

Tabel 5.16 Kontrol kapasitas saluran sekunder

## Perhitungan Debit Rencana Saluran Sekunder

| No | Nama Saluran | Luas Wilayah    | Panjang Saluran | Waktu Konsentrasi (T <sub>c</sub> ) | R24    | Intensitas hujan (I) | C Gabungan | Debit Rencana (Q)   | Keterangan                         |
|----|--------------|-----------------|-----------------|-------------------------------------|--------|----------------------|------------|---------------------|------------------------------------|
|    |              | Km <sup>2</sup> | m               | Jam                                 | mm     | mm/jam               |            | m <sup>3</sup> /det |                                    |
| 1  | SII A        | 0,0825          | 256,00          | 0,513                               | 114,25 | 62,581               | 0,594      | 0,852               | Dr. Angka - SAC - Matematika       |
| 2  | SII B        | 0,0464          | 142,00          | 0,246                               | 114,25 | 102,454              | 0,594      | 0,785               | Stadion - Lap. Basket              |
| 3  | SII C        | 0,0328          | 190,00          | 0,261                               | 114,25 | 98,367               | 0,594      | 0,532               | T. Mesin - T. Elektro              |
| 4  | SII D        | 0,0644          | 102,00          | 0,514                               | 114,25 | 62,559               | 0,594      | 0,665               | T. Industri - T. Fisika            |
| 5  | SII E        | 0,0262          | 327,00          | 0,547                               | 114,25 | 59,968               | 0,594      | 0,259               | St. I - T. Kimia                   |
| 6  | SII F        | 0,0614          | 141,00          | 0,605                               | 114,25 | 56,076               | 0,594      | 0,569               | St. E - St. D                      |
| 7  | SII G        | 0,1520          | 214,00          | 0,418                               | 114,25 | 71,835               | 0,594      | 1,803               | St. F - Sawah 3                    |
| 8  | SII H        | 0,0777          | 309,00          | 0,451                               | 114,25 | 68,266               | 0,594      | 0,876               | Dr. Angka - Perpustakaan           |
| 9  | SII I        | 0,1311          | 147,00          | 0,371                               | 114,25 | 77,798               | 0,594      | 1,684               | St. H - LPPM- T. Perkapalan        |
| 10 | SII J        | 0,0191          | 464,00          | 0,490                               | 114,25 | 64,554               | 0,594      | 0,204               | Gor bulu tangkis - Asrama mhs      |
| 11 | SII K        | 0,1308          | 341,00          | 0,344                               | 114,25 | 81,802               | 0,594      | 1,766               | St. J - Sawah 2                    |
| 12 | SII L        | 0,0736          | 236,00          | 0,344                               | 114,25 | 81,802               | 0,594      | 0,994               | Pd. 2 - Pd 1                       |
| 13 | SII M        | 0,0080          | 159,00          | 0,250                               | 114,25 | 101,371              | 0,594      | 0,134               | Pd. 33 - Pd. 34                    |
| 14 | SII N        | 0,0178          | 186,00          | 0,275                               | 114,25 | 95,019               | 0,594      | 0,279               | SII. O - Pd44 - Pd45 - Pd46 - Pd47 |
| 15 | SII O        | 0,0067          | 180,00          | 0,378                               | 114,25 | 76,850               | 0,594      | 0,085               | Pd.35                              |
| 16 | SII P        | 0,0184          | 186,00          | 0,373                               | 114,25 | 77,575               | 0,594      | 0,236               | Pd. 36 S/d Pd. 43                  |
| 17 | SII Q        | 0,0195          | 261,00          | 0,440                               | 114,25 | 69,337               | 0,594      | 0,224               | St. P - Pd. 13 - Pd. 14            |
| 18 | SII R        | 0,0351          | 390,00          | 0,501                               | 114,25 | 63,627               | 0,594      | 0,369               | St. Q - Pd. 15 - Pd. 16            |
| 19 | SII S        | 0,0277          | 271,00          | 0,396                               | 114,25 | 74,424               | 0,594      | 0,340               | St. R - Pd. 17 - Pd. 18            |
| 20 | SII T        | 0,0676          | 386,00          | 0,566                               | 114,25 | 58,631               | 0,594      | 0,655               | St. S - Pd. 19 - St. O             |
| 21 | SII U        | 0,0264          | 295,00          | 0,377                               | 114,25 | 77,019               | 0,594      | 0,335               | Boezem 3 - Pd. 25 - Pd. 28         |
| 22 | SII V        | 0,0526          | 241,00          | 0,420                               | 114,25 | 71,621               | 0,594      | 0,622               | Boezem 2 - Pd. 20 - Pd. 21         |
| 23 | SII W        | 0,0849          | 170,00          | 0,466                               | 114,25 | 66,747               | 0,594      | 0,936               | St. V - Pd. 22                     |
| 24 | SII X        | 0,0459          | 132,00          | 0,354                               | 114,25 | 80,317               | 0,594      | 0,609               | Boezem 1 - Pd. 32 - Pd. 31         |
| 25 | SII Y        | 0,0538          | 203,00          | 0,946                               | 114,25 | 41,553               | 0,594      | 0,369               | Pd. 30 - Pd. 33                    |
| 26 | SII Z        | 0,0540          | 167,00          | 0,750                               | 114,25 | 48,541               | 0,594      | 0,433               | St. Y - Pd. 34                     |
| 27 | SII AA       | 0,0147          | 200,00          | 0,498                               | 114,25 | 63,879               | 0,594      | 0,155               | Pd. 35 - Pd. 44                    |
| 28 | SII AB       | 0,0158          | 258,00          | 0,498                               | 114,25 | 63,879               | 0,594      | 0,167               | Pd. 36 - Pd. 37                    |
| 29 | SII AC       | 0,0563          | 242,00          | 0,566                               | 114,25 | 58,596               | 0,594      | 0,544               | St. B1 - Pd. 38 - Pd. 39           |
| 30 | SII AD       | 0,0272          | 304,00          | 0,457                               | 114,25 | 67,675               | 0,594      | 0,304               | Robotika                           |
| 31 | SII AE       | 0,0742          | 163,00          | 0,498                               | 114,25 | 63,879               | 0,594      | 0,782               | Asrama utara                       |

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*

Untuk perhitungan debit rencana saluran primer contoh perhitungan diwakili saluran primer SI 2 yang menerima debit dari saluran SII Kelampis, SIII Sawah 2' dan SII B.

- Luas wilayah ( A ) = A. SII Kelampis + A. SIII Sawah 2' +  
A. SII B  
= 0,6730 Km<sup>2</sup>
- Panjang saluran ( L ) = 204 m
- Waktu konsentrasi ( T<sub>c</sub> ) = T<sub>0</sub> + T<sub>f</sub>  
= T<sub>c</sub> SII Kelampis +  $\frac{L}{V}$   
= 0,328 Jam +  $\left(\frac{204 \text{ m}}{1,031 \text{ m/det}}\right)/3600$   
= 0,328 jam + 0,0498  
= 0,378 jam / 0,38 jam
- R<sub>24</sub> = 132,34 mm (Curah hujan rencana *log pearson* tipe III periode ulang 10 tahun )
- Intensitas Hujan ( I ) =  $\left(\frac{R_{24}}{24}\right)\left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3}$   
=  $\left(\frac{132,34}{24}\right)\left(\frac{24}{0,378}\right)^{2/3} = 80,635 \text{ mm/ jam}$
- C gabungan Rencana : 0,594

Debit rencana saluran sekunder SI 2 :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q = 0,278 \times 594 \times 80,635 \times 0,673$$

$$Q = 0,818 \text{ m}^3 / \text{det}$$

Hasil perhitungan debit rencana saluran primer dapat dilihat pada tabel 4.17 berikut ini.

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*

Tabel 5. 17 Hasil perhitungan debit banjir rencana saluran primer

## Perhitungan Debit Rencana Saluran Primer

| No | Nama Saluran | Luas Wilayah    | Panjang Saluran | Waktu Konsentrasi ( Tc ) | R24    | Intensitas hujan ( I ) | C Gabungan | Debit Rencana ( Q ) | Keterangan                                                     |
|----|--------------|-----------------|-----------------|--------------------------|--------|------------------------|------------|---------------------|----------------------------------------------------------------|
|    |              | Km <sup>2</sup> | m               | Jam                      | mm     | mm/jam                 |            | m <sup>3</sup> /det |                                                                |
| 1  | SI 1         | 0,0614          | 327,00          | 0,458                    | 136,44 | 80,635                 | 0,594      | 0,818               | SII Kelampis - Sawah 1 - SII B                                 |
| 2  | SI 2         | 0,1078          | 596,00          | 0,376                    | 136,44 | 92,009                 | 0,594      | 1,638               | SI 1 - SIB                                                     |
| 3  | SI 3         | 0,2192          | 383,00          | 0,609                    | 136,44 | 66,679                 | 0,594      | 2,413               | SI 2 - SII A - SIII Statistika- SIII kimia- SIII Fisika        |
| 4  | SI 4         | 0,3189          | 355,00          | 0,703                    | 136,44 | 60,513                 | 0,594      | 3,186               | SI 3 - Bozem 1 - bozem 2 - SIIC - SIID - SII E - SII F - SII G |
| 5  | SI 5         | 0,3367          | 184,00          | 0,842                    | 136,44 | 53,643                 | 0,594      | 2,982               | SI 4 - SII N                                                   |
| 6  | SI 6         | 0,2088          | 257,00          | 0,402                    | 136,44 | 87,998                 | 0,594      | 3,033               | SI H - SII I                                                   |
| 7  | SI 7         | 0,3587          | 469,00          | 0,491                    | 136,44 | 76,987                 | 0,594      | 4,559               | SI 6 - SII J - SII K                                           |
| 8  | SI 8         | 0,4323          | 124,00          | 0,516                    | 136,44 | 74,431                 | 0,594      | 5,312               | SI 7 - SII L                                                   |
| 9  | SI 9         | 0,5028          | 449,00          | 0,628                    | 136,44 | 65,282                 | 0,594      | 5,419               | SI 8 - PD22- PD23- PD24- PD26- PD27- (PD29 SD PD32 )           |
| 10 | SI 10        | 0,5108          | 121,00          | 0,647                    | 136,44 | 63,984                 | 0,594      | 5,396               | SI 9 - SII M                                                   |
| 11 | SI 11        | 0,4077          | 400,00          | 0,870                    | 136,44 | 52,500                 | 0,594      | 3,534               | SI 12 - PD48 SD PD 55 - SIIP                                   |
| 12 | SI 12        | 0,3769          | 902,00          | 0,694                    | 136,44 | 61,043                 | 0,594      | 3,799               | Sawah timur - Hidro 1,2 -SIIAB,AC,AD,AE                        |
| 14 | SI 14        | 0,1685          | 206,00          | 0,751                    | 136,44 | 57,943                 | 0,594      | 1,612               | SII A,X,Y,Z                                                    |
| 15 | SI 15        | 0,2328          | 653,00          | 0,929                    | 136,44 | 50,212                 | 0,594      | 1,930               | SI14 R4,GRAHA,TMG ITS,t. MESIN                                 |
| 17 | SI 17        | 0,3967          | 61,80           | 0,946                    | 136,44 | 49,609                 | 0,594      | 3,249               | SI 15,SIIU,V,W                                                 |
| 18 | SI 18        | 0,4643          | 80,30           | 0,970                    | 136,44 | 48,806                 | 0,594      | 3,742               | SI 17,SII T                                                    |
| 19 | SI 19        | 0,0195          | 130,00          | 0,970                    | 136,44 | 48,806                 | 0,594      | 0,157               | SII Q                                                          |
| 20 | SI 20        | 0,1080          | 387,00          | 0,487                    | 136,44 | 77,399                 | 0,594      | 1,380               | SI19 , SAWAH BARAT,                                            |
| 29 | SI ITS 1     | 0,5723          | 398,00          | 1,076                    | 136,44 | 45,512                 | 0,594      | 4,300               | SI 20 + SI18                                                   |
| 30 | SI ITS       | 0,5723          | 867,00          | 1,308                    | 136,44 | 39,927                 | 0,594      | 3,773               | SI ITS 1                                                       |

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*



## BAB VI ANALISA HIDROLIKA

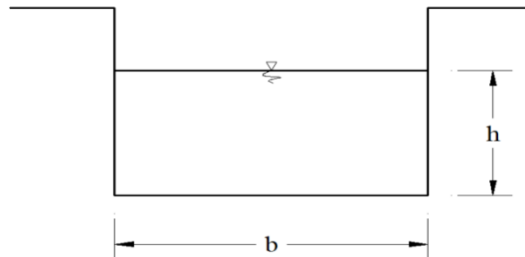
Analisa hidrolika adalah analisa kapasitas penampang saluran terhadap debit banjir yang terjadi. Analisa hidrolika diperlukan untuk mengetahui apakah kapasitas saluran eksisting mampu menerima banjir rencana.

### 6.1 Kapasitas Eksisting Saluran Sekunder

Kontrol kapasitas saluran eksisting dan debit rencana saluran dilakukan dari saluran tersier sistem drainase kampus ITS Sukolilo bagian selatan, contoh kontrol saluran tersier dilakukan pada saluran SII A

Data saluran tersier SIII SAC :

- Bentuk saluran = Persegi
- Bahan saluran = Beton
- Lebar saluran (  $b$  ) = 0,75 m
- Tinggi saluran (  $h$  ) = 0,6 m
- Panjang saluran (  $L$  ) = 228,9 m
- Kemiringan saluran (  $I$  ) = 0,00359



Gambar 6.1 Penampang saluran persegi

- Tinggi air direncanakan untuk mendapatkan tinggi jagaan. Untuk merencanakan tinggi air dilakukan dengan cara *trial and error* atau cara coba-coba dengan melakukan kontrol pada

- kecepatan saluran dan juga selisih debit rencana dengan debit saluran. Pada saluran Sekunder SII A tinggi air direncanakan 0,8 m.

- Luas Penampang saluran Sekunder SII A

$$\begin{aligned} A &= (b + h \text{ air}) \times h. \text{ air} \\ &= (0,7 \text{ m} + 0,8) \times 0,8 \text{ m} \\ &= 1,20 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Keliling penampang saluran tersier SII A

$$\begin{aligned} P &= b + 2h. \text{ air} \\ &= 0,7 + (2 \times 0,8) \\ &= 2,30 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kekasaran saluran Sekunder SII A

$$n = 0,014 \text{ ( Saluran dari beton )}$$

- Kemiringan dasar saluran

$$I = \frac{\Delta H}{L}$$

Dimana :  $\Delta H$  = beda tinggi elevasi di hulu dan hilir

$L$  = Jarak antar hulu dan hilir

$$I = \frac{3,790 - 3,690}{256,00} = 0,0010$$

- Kecepatan saluran tersier SII A

$$V = \frac{1}{n} \times \left( \frac{A^{2/3}}{P} \right) \times I^{0,5}$$

$$V = \frac{1}{0,021} \times (0,07/1,12^{2/3}) \times 0,0010^{0,5} = 0,852 \text{ m/s}$$

➤ Debit eksisting

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 0,852 \text{ m/s} \times 0,56 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{saluran}} = 0,47712 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{\text{Sal}} = 0,47712 \text{ m}^3/\text{dt} > Q_{\text{Rencana}} = 0,818 \text{ m}^3/\text{dt} \text{ ( Aman )}$$

➤ Tinggi jagaan ( W )

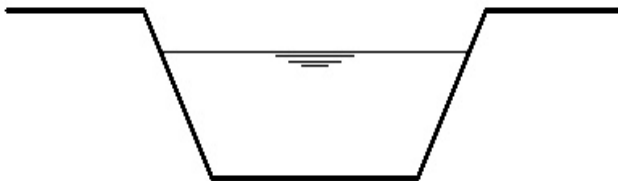
$$W = h_{\text{saluran}} - h_{\text{air}}$$

$$= 2,00 - 0,8$$

$$= 1,2 \text{ m}$$

Data saluran Sekunder SII K :

- Bentuk saluran = Trapesium
- Bahan saluran = Beton
- Lebar saluran bawah ( b.b ) = 0,5 m
- Lebar saluran atas ( b.a ) = 0,85m
- Panjang miring saluran = 1,3 m
- Tinggi saluran ( h ) = 1,1 m
- Panjang saluran ( L ) = 341,00 m
- Kemiringan saluran ( I ) = 0,0010



Gambar 6.2 Gambar penampang saluran trapesium

➤ Pada saluran SII K tinggi air direncanakan 0,9 m

➤ Luas Penampang saluran tersier SII K

$$A = \frac{(b.a + b.b)h}{2}$$

$$= \frac{(0.85 + 0.5)1.1}{2}$$

$$= 0.7425 \text{ m}^2$$

- Keliling penampang saluran tersier SII K

$$P = (2 \times \text{panjang miring}) + b \cdot b$$

$$= (2 \times 1,3) + 0,80$$

$$= 3,4 \text{ m}$$

- Kekasaran saluran tersier SII K  
 $n = 0,014$  ( Saluran dari beton )
- Kemiringan dasar saluran

$$I = \frac{\Delta H}{L}$$

Dimana :  $\Delta H$  = beda tinggi elevasi di hulu dan hilir  
 $L$  = Jarak antar hulu dan hilir

$$I = \frac{2,107 - 1,976}{341,00} = 0,0004$$

- Kecepatan saluran tersier SII K

$$V = \frac{1}{n} x \left( \frac{A^{2/3}}{P} \right) x I^{0,5}$$

$$V = \frac{1}{0,014} x (1.452/3,4^{2/3}) x 0,0004^{0,5} = 1,187 \text{ m/s}$$

- Debit eksisting

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 1,187 \frac{\text{m}}{\text{s}} x 1,452 \text{ m}$$

$$Q_{\text{saluran}} = 1,7235 \text{ m}^3/\text{det}$$

Q Sal = 1.7235 m<sup>3</sup>/dt > Q Rencana = 1,766 m<sup>3</sup>/dt ( Tidak Aman )

- Tinggi jagaan ( W )

$$W = h \text{ saluran} - h \text{ air}$$

$$= 1,1 - 0,9$$

$$= 0,2 \text{ m}$$

Tabel 6.1 Kontrol kapasitas saluran eksisting

| No | Nama Saluran     | Dimensi saluran |           |                   |                    |                  |                    |                   | Kekasaran saluran (n) | Kmiringan saluran (S) | Luas saluran (A) | Keliling saluran (P) | Kecepatan saluran (V) | Debit saluran (Q sal) | Debit Rencana (Q renc) | Keterangan | Kontrol Debit |
|----|------------------|-----------------|-----------|-------------------|--------------------|------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------|---------------|
|    |                  | Bentuk          | Bahan     | Lebar bawah (b.b) | Tinggi saluran (h) | Lebar atas (b.a) | Tinggi air (h.air) | Tinggi jagaan (W) |                       |                       |                  |                      |                       |                       |                        |            |               |
|    |                  |                 |           | m                 | m                  | m                | m                  | m                 |                       |                       |                  |                      |                       |                       |                        |            |               |
| 1  | SII A            | Persegi         | Beton     | 0,70              | 2,00               | 0,70             | 0,80               | 1,20              | 0,017                 | 0,0009                | 1,200            | 2,300                | 1,153                 | 1,383                 | 0,831                  | Aman       | 0,55          |
| 2  | SII B            | Persegi         | Beton     | 0,90              | 1,00               | 0,90             | 0,23               | 0,78              | 0,017                 | 0,0013                | 0,253            | 1,350                | 0,688                 | 0,174                 | 0,633                  | Tidak Aman | -0,46         |
| 3  | SII C            | Persegi         | Beton     | 1,00              | 0,80               | 1,00             | 0,20               | 0,60              | 0,017                 | 0,0016                | 0,240            | 1,400                | 0,718                 | 0,172                 | 0,459                  | Tidak Aman | -0,29         |
| 4  | SII D            | Persegi         | Beton     | 0,90              | 0,80               | 0,90             | 0,40               | 0,40              | 0,017                 | 0,0001                | 0,520            | 1,700                | 0,224                 | 0,116                 | 0,673                  | Tidak Aman | -0,56         |
| 5  | SII E            | Persegi         | Beton     | 1,55              | 0,80               | 1,55             | 0,25               | 0,55              | 0,017                 | 0,0014                | 0,450            | 2,050                | 0,793                 | 0,357                 | 0,253                  | Aman       | 0,10          |
| 6  | SII F            | Persegi         | Beton     | 0,60              | 0,80               | 0,60             | 0,20               | 0,60              | 0,017                 | 0,0003                | 0,160            | 1,000                | 0,281                 | 0,045                 | 0,564                  | Tidak Aman | -0,52         |
| 7  | SII G            | Persegi         | Beton     | 2,00              | 1,50               | 2,00             | 0,25               | 1,26              | 0,017                 | 0,0002                | 0,550            | 2,490                | 0,283                 | 0,155                 | 1,803                  | Tidak Aman | -1,65         |
| 8  | SII H            | Persegi         | Beton     | 1,50              | 1,30               | 1,50             | 0,30               | 1,00              | 0,017                 | 0,0009                | 0,540            | 2,100                | 0,730                 | 0,394                 | 0,876                  | Tidak Aman | -0,48         |
| 9  | SII I            | Persegi         | Beton     | 1,50              | 1,30               | 1,50             | 0,30               | 1,00              | 0,017                 | 0,0011                | 0,540            | 2,100                | 0,783                 | 0,423                 | 1,684                  | Tidak Aman | -1,26         |
| 10 | SII J            | Persegi         | Beton     | 1,50              | 1,50               | 1,50             | 0,30               | 1,20              | 0,017                 | 0,0016                | 0,540            | 2,100                | 0,954                 | 0,515                 | 0,204                  | Aman       | 0,31          |
| 11 | SII K            | trapesium       | Batu kali | 0,50              | 1,10               | 0,85             | 0,90               | 0,20              | 0,014                 | 0,0010                | 0,743            | 3,006                | 0,889                 | 0,660                 | 1,562                  | Tidak Aman | -0,90         |
| 12 | SII L            | Persegi         | Beton     | 2,20              | 0,90               | 2,20             | 0,20               | 0,70              | 0,017                 | 0,0007                | 0,480            | 2,600                | 0,505                 | 0,242                 | 0,879                  | Tidak Aman | -0,64         |
| 13 | SII M            | Persegi         | Beton     | 0,80              | 0,60               | 0,80             | 0,25               | 0,35              | 0,017                 | 0,0005                | 0,263            | 1,300                | 0,469                 | 0,123                 | 0,108                  | Aman       | 0,01          |
| 14 | SII N            | Persegi         | Beton     | 0,60              | 0,65               | 0,60             | 0,40               | 0,25              | 0,017                 | 0,0016                | 0,400            | 1,400                | 1,009                 | 0,404                 | 0,267                  | Aman       | 0,14          |
| 15 | SII O            | Persegi         | Beton     | 0,60              | 0,65               | 0,60             | 0,40               | 0,25              | 0,017                 | 0,0004                | 0,400            | 1,400                | 0,511                 | 0,204                 | 0,076                  | Aman       | 0,13          |
| 16 | SII P            | Persegi         | Beton     | 0,70              | 0,65               | 0,70             | 0,35               | 0,30              | 0,017                 | 0,0008                | 0,368            | 1,400                | 0,694                 | 0,255                 | 0,236                  | Aman       | 0,02          |
| 17 | SII Q            | Persegi         | Batu kali | 1,00              | 0,50               | 1,00             | 0,25               | 0,25              | 0,014                 | 0,0009                | 0,313            | 1,500                | 0,747                 | 0,233                 | 0,224                  | Aman       | 0,01          |
| 18 | SII R            | Persegi         | Beton     | 1,20              | 0,70               | 1,20             | 0,60               | 0,10              | 0,017                 | 0,0008                | 1,080            | 2,400                | 0,954                 | 1,031                 | 0,369                  | Aman       | 0,66          |
| 19 | SII S            | Persegi         | Beton     | 0,80              | 0,80               | 0,80             | 0,00               | 0,80              | 0,017                 | 0,0006                | 0,000            | 0,800                | 0,000                 | 0,000                 | 0,340                  | Tidak Aman | -0,34         |
| 20 | SII T            | Persegi         | Beton     | 1,00              | 1,00               | 1,00             | 0,78               | 0,22              | 0,017                 | 0,0007                | 1,388            | 2,560                | 1,050                 | 1,458                 | 0,655                  | Aman       | 0,80          |
| 21 | SII U            | Persegi         | Beton     | 0,60              | 0,80               | 0,60             | 0,65               | 0,15              | 0,017                 | 0,0007                | 0,813            | 1,900                | 0,906                 | 0,736                 | 0,335                  | Aman       | 0,40          |
| 22 | SII V            | Persegi         | Beton     | 1,10              | 0,90               | 1,10             | 0,34               | 0,56              | 0,017                 | 0,0004                | 0,490            | 1,780                | 0,470                 | 0,230                 | 0,563                  | Tidak Aman | -0,33         |
| 23 | SII W            | Persegi         | Beton     | 0,80              | 1,00               | 0,80             | 0,75               | 0,25              | 0,017                 | 0,0007                | 1,163            | 2,300                | 1,008                 | 1,172                 | 0,855                  | Aman       | 0,32          |
| 24 | SII X            | Persegi         | Beton     | 1,10              | 0,90               | 1,10             | 0,34               | 0,56              | 0,017                 | 0,0003                | 0,490            | 1,780                | 0,431                 | 0,211                 | 0,459                  | Tidak Aman | -0,25         |
| 25 | SII Y            | Persegi         | Beton     | 2,70              | 1,00               | 2,70             | 0,58               | 0,42              | 0,017                 | 0,0005                | 1,902            | 3,860                | 0,802                 | 1,526                 | 0,495                  | Aman       | 1,03          |
| 26 | SII Z            | Persegi         | Beton     | 2,70              | 1,00               | 2,70             | 0,22               | 0,78              | 0,017                 | 0,0003                | 0,642            | 3,140                | 0,340                 | 0,218                 | 0,538                  | Tidak Aman | -0,32         |
| 27 | SII AA           | Persegi         | Beton     | 2,70              | 1,00               | 2,70             | 0,40               | 0,60              | 0,017                 | 0,0003                | 1,240            | 3,500                | 0,485                 | 0,601                 | 0,156                  | Aman       | 0,45          |
| 28 | SII AB           | Persegi         | Beton     | 1,50              | 1,00               | 1,50             | 0,68               | 0,32              | 0,017                 | 0,0003                | 1,482            | 2,860                | 0,621                 | 0,920                 | 0,168                  | Aman       | 0,75          |
| 29 | SII AC           | Persegi         | Beton     | 1,50              | 1,00               | 1,50             | 0,60               | 0,40              | 0,017                 | 0,0022                | 1,260            | 2,700                | 1,658                 | 2,089                 | 0,513                  | Aman       | 1,58          |
| 30 | SII AD           | Persegi         | Beton     | 1,50              | 1,05               | 1,50             | 0,68               | 0,37              | 0,017                 | 0,0007                | 1,482            | 2,860                | 1,028                 | 1,524                 | 0,304                  | Aman       | 1,22          |
| 31 | SII AE           | Persegi         | Beton     | 1,50              | 1,05               | 1,50             | 0,68               | 0,37              | 0,017                 | 0,0007                | 1,482            | 2,860                | 1,028                 | 1,524                 | 0,786                  | Aman       | 0,74          |
| 32 | SI 1             | trapesium       | Batu kali | 8,00              | 1,50               | 8,00             | 1,30               | 0,20              | 0,014                 | 0,0004                | 12,090           | 16,544               | 1,159                 | 14,013                | 0,679                  | Aman       | 13,33         |
| 33 | SI 2             | trapesium       | Batu kali | 5,45              | 1,30               | 5,50             | 0,15               | 1,15              | 0,014                 | 0,0002                | 7,118            | 11,579               | 0,669                 | 4,761                 | 1,638                  | Aman       | 3,12          |
| 34 | SI 3             | trapesium       | Batu kali | 10,00             | 1,50               | 10,00            | 1,30               | 0,20              | 0,014                 | 0,0003                | 15,000           | 20,440               | 0,985                 | 14,773                | 2,362                  | Aman       | 12,41         |
| 35 | SI 4             | trapesium       | Batu kali | 10,60             | 1,50               | 10,60            | 1,30               | 0,20              | 0,014                 | 0,0002                | 15,900           | 21,616               | 0,738                 | 11,727                | 3,128                  | Aman       | 8,60          |
| 36 | SI 5             | trapesium       | Batu kali | 10,40             | 1,50               | 10,40            | 0,25               | 1,25              | 0,014                 | 0,0006                | 15,600           | 21,224               | 1,376                 | 21,472                | 2,467                  | Aman       | 19,00         |
| 37 | SI 6             | trapesium       | Batu kali | 5,50              | 1,80               | 5,70             | 0,25               | 1,55              | 0,023                 | 0,0004                | 10,080           | 12,412               | 0,747                 | 7,525                 | 3,033                  | Aman       | 4,49          |
| 38 | SI 7             | trapesium       | Batu kali | 5,50              | 1,80               | 5,70             | 0,29               | 1,51              | 0,017                 | 0,0003                | 10,080           | 12,412               | 0,931                 | 9,383                 | 4,559                  | Aman       | 4,82          |
| 39 | SI 8             | Trapesium       | Batu kali | 6,30              | 1,80               | 6,50             | 0,35               | 1,45              | 0,017                 | 0,0004                | 11,520           | 13,906               | 1,038                 | 11,955                | 5,312                  | Aman       | 6,64          |
| 40 | SI 9             | Trapesium       | Batu kali | 6,30              | 1,80               | 6,50             | 0,38               | 1,42              | 0,014                 | 0,0003                | 11,520           | 13,906               | 1,091                 | 12,571                | 5,419                  | Aman       | 7,15          |
| 41 | SI 10            | Trapesium       | Batu kali | 6,30              | 1,80               | 6,50             | 0,44               | 1,36              | 0,014                 | 0,0007                | 11,520           | 13,906               | 1,718                 | 19,795                | 5,396                  | Aman       | 14,40         |
| 42 | SI 11            | Trapesium       | Batu kali | 3,90              | 1,60               | 4,10             | 0,29               | 1,31              | 0,014                 | 0,0002                | 6,400            | 9,260                | 0,690                 | 4,413                 | 2,939                  | Aman       | 1,47          |
| 43 | SI 12            | Trapesium       | Beton     | 3,90              | 1,05               | 4,10             | 0,48               | 0,57              | 0,014                 | 0,0002                | 4,200            | 8,685                | 0,545                 | 2,288                 | 3,799                  | Tidak Aman | -1,51         |
| 44 | SI 14            | persegi         | Batu kali | 2,80              | 1,00               | 2,80             | 0,50               | 0,50              | 0,014                 | 0,0003                | 1,650            | 3,800                | 0,709                 | 1,171                 | 1,612                  | Tidak Aman | -0,44         |
| 45 | SI 15            | persegi         | Batu kali | 2,80              | 0,90               | 2,80             | 0,60               | 0,30              | 0,014                 | 0,0005                | 2,040            | 4,000                | 1,020                 | 2,080                 | 1,930                  | Aman       | 0,15          |
| 46 | SI 17            | persegi         | Batu kali | 3,90              | 0,90               | 2,80             | 0,80               | 0,10              | 0,014                 | 0,0003                | 3,760            | 5,500                | 0,960                 | 3,610                 | 3,249                  | Aman       | 0,36          |
| 47 | SI 18            | Trapesium       | Batu kali | 5,30              | 1,45               | 5,50             | 1,20               | 0,25              | 0,017                 | 0,0003                | 7,830            | 11,695               | 0,780                 | 6,105                 | 3,142                  | Aman       | 2,36          |
| 48 | SI 19            | Trapesium       | Batu kali | 5,30              | 1,45               | 5,50             | 0,95               | 0,95              | 0,017                 | 0,0004                | 7,830            | 11,695               | 0,900                 | 7,050                 | 0,757                  | Aman       | 6,89          |
| 49 | SI 20            | Trapesium       | Batu kali | 5,30              | 1,80               | 5,50             | 1,45               | 0,35              | 0,014                 | 0,0004                | 9,720            | 12,042               | 1,238                 | 12,038                | 1,107                  | Aman       | 10,93         |
| 50 | SI ITS 1         | Trapesium       | Batu kali | 5,30              | 1,80               | 5,50             | 1,45               | 0,35              | 0,014                 | 0,0004                | 9,720            | 12,042               | 1,238                 | 12,038                | 4,300                  | Aman       | 7,74          |
| 51 | SI ITS           | Trapesium       | Batu kali | 5,30              | 1,80               | 5,50             | 1,45               | 0,35              | 0,014                 | 0,0004                | 9,720            | 12,042               | 1,238                 | 12,038                | 3,773                  | Aman       | 8,27          |
|    | SI BA Kali Bokor | Persegi         | Batu kali | 6,00              | 1,60               |                  | 1,40               | 0,20              | 0,02                  | 0,0002                | 9,600            | 8,800                | 0,882                 | 8,463                 | 6,213                  | Aman       | 2,25          |

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*

## 6.2 Kapasitas Eksisting Saluran Primer

Untuk saluran sekunder contoh perhitungan diambil pada saluran SII B, yang menerima debit dari saluran tersier SIII Stadion dan SIII Lapangan basket.

Data saluran tersier SII B :

- Bentuk saluran = Persegi
- Bahan saluran = Beton
- Lebar saluran ( b ) = 0,91 m
- Tinggi saluran ( h ) = 1,11 m
- Panjang saluran ( L ) = 160,8 m
- Kemiringan saluran ( I ) = 0,00217

Perhitungan kontrol kapasitas saluran sekunder SII B.

➤ Pada saluran SII B tinggi air direncanakan 0,225 m

➤ Luas Penampang saluran sekunder SII B

$$\begin{aligned} A &= b \times h \\ &= 0,91 \text{ m} \times 0,225 \text{ m} \\ &= 0,204 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

➤ Keliling penampang saluran sekunder SII B

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \\ &= 0,91 + (2 \times 0,225) \\ &= 1,36 \text{ m} \end{aligned}$$

➤ Kekasaran saluran sekunder SII B

$$n = 0,014 \text{ ( Saluran dari beton )}$$

➤ Kemiringan dasar saluran sekunder SII B

$$I = \frac{\Delta H}{L}$$

Dimana :  $\Delta H$  = beda tinggi elevasi di hulu dan hilir

L = Jarak antar hulu dan hilir

$$I = \frac{2,851 - 2,502}{160,8} = 0,00217$$

➤ Kecepatan saluran sekunder SII B

$$V = \frac{1}{n} x \left( \frac{A^{2/3}}{P} \right) x I^{0,5}$$

$$V = \frac{1}{0,014} x (0,204/1,36^{2/3}) x 0,00217^{0,5} = 0,942 \text{ m/s}$$

➤ Debit eksisting

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 0,942 \text{ m/s} x 0,204 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{saluran}} = 0,193 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{\text{Sal}} = 0,193 \text{ m}^3/\text{dt} > Q_{\text{Rencana}} = 0,189 \text{ m}^3/\text{dt} \text{ ( Aman )}$$

➤ Tinggi jagaan ( W )

$$W = h_{\text{saluran}} - h_{\text{air}}$$

$$= 1,11 - 0,225$$

$$= 0,885 \text{ m}$$

### 6.3 Kapasitas Eksisting Saluran Primer

Untuk saluran primer contoh perhitungan diambil pada saluran SI 1 yang menerima debit dari saluran SII Kelampis, SIII Sawah 1 dan SII B.

Data saluran primer SI 1 :

- Bentuk saluran = Persegi
- Bahan saluran = Batu kali
- Lebar saluran ( b ) = 8 m
- Tinggi saluran ( h ) = 1,5 m



- Panjang saluran ( L ) = 495,38 m
- Kemiringan saluran ( I ) = 0,00068

Perhitungan kontrol kapasitas saluran primer SI 1.

- Pada saluran SI 1 tinggi air direncanakan 0,5 m
- Luas Penampang saluran primer SI 1

$$\begin{aligned} A &= b \times h \\ &= 8 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} \\ &= 4 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Keliling penampang saluran primer SI 1

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \\ &= 8 + (2 \times 0,5) \\ &= 9 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kekasaran saluran primer SI 1

$$n = 0,017 \text{ ( Saluran dari pasangan batu kali )}$$

- Kemiringan dasar saluran

$$I = \frac{\Delta H}{L}$$

Dimana :  $\Delta H$  = beda tinggi elevasi di hulu dan hilir  
 $L$  = Jarak antar hulu dan hilir

$$I = \frac{2,540 - 2,203}{495,38} = 0,00068$$

- Kecepatan saluran primer SI 1

$$V = \frac{1}{n} \times \left( \frac{A^{2/3}}{P} \right) \times I^{0,5}$$

$$V = \frac{1}{0,017} \times (4/9^{2/3}) \times 0,00068^{0,5} = 0,894 \text{ m/s}$$

- Debit eksisting

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 0,894 \text{ m/s} \times 4 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{saluran}} = 3,574 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{\text{Sal}} = 3,574 \text{ m}^3/\text{dt} > Q_{\text{Rencana}} = 2,727 \text{ m}^3/\text{dt} \text{ ( Aman )}$$

*Tabel 5. 2 Kontrol kapasitas saluran primer*

## **6.4 Perencanaan Saluran Drainase**

Dari hasil evaluasi kontrol kapasitas saluran eksisting sistem drainase kampus ITS Sukolilo bagian selatan, terdapat beberapa saluran tersier maupun saluran sekunder yang tidak dapat menampung debit banjir rencana yang akhirnya mengakibatkan saluran meluap atau banjir. Disamping itu juga ada beberapa penambahan saluran baru dibeberapa wilayah yang sebelumnya tidak memiliki saluran dan menyebabkan genangan diwilayah tersebut.

Daftar saluran yang akan di redisain dan daftar penambahan saluran baru akan ditampilkan pada tabel 6.2 berikut.

Tabel 6.2 Daftar redisain saluran dan penambahan saluran baru

| <b>REDISAIN SALURAN DAN SALURAN BARU</b> |              |                     |                     |            |
|------------------------------------------|--------------|---------------------|---------------------|------------|
| No                                       | Nama Saluran | Q Saluran           | Q Rencana           | Keterangan |
|                                          |              | m <sup>3</sup> /det | m <sup>3</sup> /det |            |
| 1                                        | SII B        | 0,327               | 0,785               | Tidak aman |
| 2                                        | SII C        | 0,263               | 0,532               | Tidak aman |
| 3                                        | SII D        | 0,429               | 0,665               | Tidak aman |
| 4                                        | SII F        | 0,086               | 0,569               | Tidak aman |
| 5                                        | SII G        | 0,393               | 1,803               | Tidak aman |
| 6                                        | SII H        | 0,394               | 0,876               | Tidak aman |
| 7                                        | SII I        | 0,423               | 1,684               | Tidak aman |
| 8                                        | SII K        | 0,660               | 1,766               | Tidak aman |
| 9                                        | SII L        | 0,384               | 0,994               | Tidak aman |
| 10                                       | SII S        | 0,000               | 0,340               | Tidak aman |
| 11                                       | SII V        | 0,333               | 0,622               | Tidak aman |
| 12                                       | SII X        | 0,480               | 0,609               | Tidak aman |
| 13                                       | SII Z        | 0,120               | 0,433               | Tidak aman |

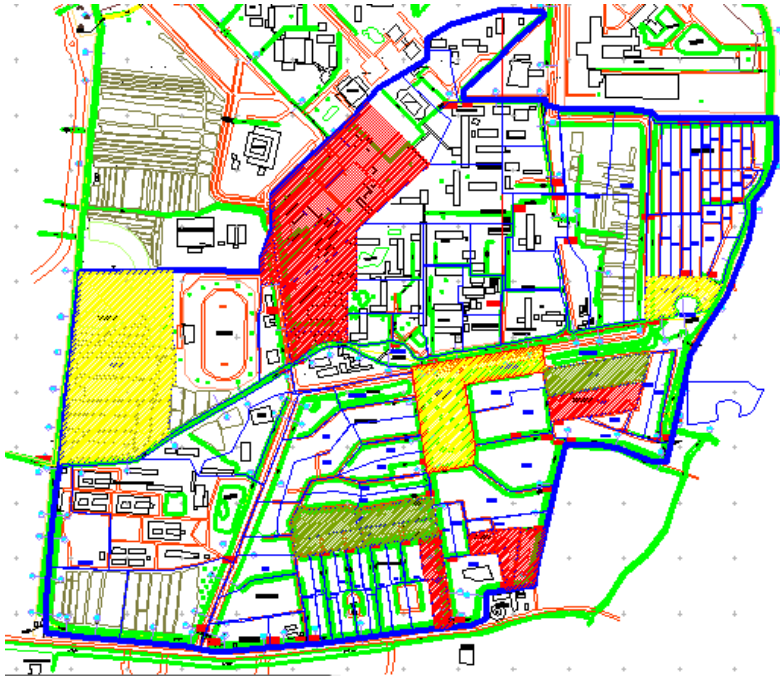
*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*

Tabel 6.3 Kontrol kapasitas saluran eksisting

**KONTROL KAPASITAS SALURAN EKSTING**

| No | Nama Saluran | Dimensi saluran |           |                   |                    |                  |                    |                   | Kekasaran saluran (n) | Kmiringan saluran (S) | Luas saluran (A)<br>m <sup>2</sup> | Keliling saluran (P)<br>m | Kecepatan saluran (V)<br>m/det | Debit saluran (Q <sub>sal</sub> )<br>m <sup>3</sup> /det | Debit Rencana (Q <sub>renc</sub> )<br>m <sup>3</sup> /det | Keterangan | Kontrol Debit<br>m <sup>3</sup> /det |
|----|--------------|-----------------|-----------|-------------------|--------------------|------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------|
|    |              | Bentuk          | Bahan     | Lebar bawah (b.b) | Tinggi saluran (h) | Lebar atas (b.a) | Tinggi air (h.air) | Tinggi jagaan (W) |                       |                       |                                    |                           |                                |                                                          |                                                           |            |                                      |
|    |              |                 |           | m                 | m                  | m                | m                  | m                 |                       |                       |                                    |                           |                                |                                                          |                                                           |            |                                      |
| 2  | SII B        | Persegi         | Beton     | 1,25              | 1,00               | 1,25             | 0,40               | 0,60              | 0,017                 | 0,0013                | 0,660                              | 2,050                     | 0,987                          | 0,651                                                    | 0,633                                                     | Aman       | 0,02                                 |
| 3  | SII C        | Persegi         | Beton     | 1,00              | 1,00               | 1,00             | 0,40               | 0,60              | 0,017                 | 0,0016                | 0,560                              | 1,800                     | 1,068                          | 0,598                                                    | 0,459                                                     | Aman       | 0,14                                 |
| 4  | SII D        | Persegi         | Beton     | 2,00              | 1,30               | 2,00             | 0,80               | 0,50              | 0,017                 | 0,0001                | 2,240                              | 3,600                     | 0,360                          | 0,805                                                    | 0,673                                                     | Aman       | 0,13                                 |
| 6  | SII F        | Persegi         | Beton     | 2,50              | 1,50               | 2,50             | 0,60               | 0,90              | 0,017                 | 0,0003                | 1,860                              | 3,700                     | 0,602                          | 1,121                                                    | 0,564                                                     | Aman       | 0,56                                 |
| 7  | SII G        | Persegi         | Beton     | 3,00              | 1,60               | 3,00             | 0,85               | 0,75              | 0,017                 | 0,0002                | 3,273                              | 4,700                     | 0,608                          | 1,988                                                    | 1,803                                                     | Aman       | 0,19                                 |
| 8  | SII H        | Persegi         | Beton     | 2,10              | 1,50               | 2,10             | 0,40               | 1,10              | 0,017                 | 0,0009                | 1,000                              | 2,900                     | 0,887                          | 0,887                                                    | 0,876                                                     | Aman       | 0,01                                 |
| 9  | SII I        | Persegi         | Beton     | 2,50              | 1,50               | 2,50             | 0,60               | 0,90              | 0,017                 | 0,0011                | 1,860                              | 3,700                     | 1,225                          | 2,278                                                    | 1,684                                                     | Aman       | 0,59                                 |
| 11 | SII K        | trapesium       | Batu kali | 1,50              | 1,10               | 1,50             | 1,00               | 0,10              | 0,014                 | 0,0010                | 1,650                              | 4,163                     | 1,219                          | 2,011                                                    | 1,562                                                     | Aman       | 0,45                                 |
| 12 | SII L        | Persegi         | Beton     | 2,50              | 1,00               | 2,50             | 0,40               | 0,60              | 0,017                 | 0,0007                | 1,160                              | 3,300                     | 0,775                          | 0,899                                                    | 0,879                                                     | Aman       | 0,02                                 |
| 19 | SII S        | Persegi         | Beton     | 1,00              | 1,00               | 1,00             | 0,40               | 0,60              | 0,017                 | 0,0006                | 0,560                              | 1,800                     | 0,688                          | 0,385                                                    | 0,340                                                     | Aman       | 0,04                                 |
| 22 | SII V        | Persegi         | Beton     | 1,50              | 1,00               | 1,50             | 0,50               | 0,50              | 0,017                 | 0,0004                | 1,000                              | 2,500                     | 0,603                          | 0,603                                                    | 0,563                                                     | Aman       | 0,04                                 |
| 24 | SII X        | Persegi         | Beton     | 1,50              | 1,30               | 1,50             | 0,70               | 0,60              | 0,017                 | 0,0003                | 1,540                              | 2,900                     | 0,668                          | 1,029                                                    | 0,459                                                     | Aman       | 0,57                                 |
| 26 | SII Z        | Persegi         | Beton     | 2,70              | 1,10               | 2,70             | 0,50               | 0,60              | 0,017                 | 0,0003                | 1,600                              | 3,700                     | 0,560                          | 0,896                                                    | 0,538                                                     | Aman       | 0,36                                 |
| 27 | SI 12        | Trapesium       | Beton     | 4,00              | 1,5                | 4,1              | 1,00               | 0,57              | 0,014                 | 0,0002                | 5,000                              | 6,000                     | 0,783                          | 3,916                                                    | 3,799                                                     | Aman       | 0,12                                 |
| 28 | SI 14        | persegi         | Batu kali | 3,00              | 1,5                | 2,8              | 0,90               | 0,5               | 0,014                 | 0,0003                | 3,510                              | 4,800                     | 1,004                          | 3,525                                                    | 1,612                                                     | Aman       | 1,91                                 |

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*



Gambar 6.3 *Catchment* saluran yang tidak aman, *fullbank* dan pembuatan saluran baru

## 6.5 Kolam Tampung ( *Boezem* )

Kolam tampung atau *boezem* adalah kolam penampungan sementara air hujan dan air limbah dari saluran pengumpul sebelum dialirkan ke saluran pembuang akhir. Pada sistem drainase kampus ITS Sukolilo terdapat sebelas *boezem* yang akan dievaluasi pada tugas akhir ini.

### 6.5.1 Analisa Kolam Tampung

Dalam analisa kolam tampung atau *boezem* ini akan membandingkan kapasitas tampungan eksisting dan kapasitas tampungan rencana kolam tampung.

Contoh perhitungan analisa kolam tampung pada *Boezem 11*

Data *boezem 11* :

- Luasan kolam tampung ( A ) = 2798 m<sup>2</sup>
- Kedalaman kolam tampung ( h ) = 2 m
- Luas chatcment area kolam tampung = 77.77 m<sup>2</sup>
- Curah hujan rencana harian ( R24 ) = 0,114 m  
( periode ulang 5 tahun )

Perhitungan kapasitas tampungan *Boezem 9* :

- Kapasitas tampungan eksisting *boezem* :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas eksisting} &= A \times h \\ &= 2798 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m} \\ &= 5596 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas rencana} &= \text{Luas } catchment \text{ area} \times R24 \\ &= 7.77 \text{ m}^2 \times 114,25 \text{ m} \\ &= 887.7225 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Kap eksisting} = 5596 \text{ m}^3 > \text{Kap rencana} = 887,7225 \text{ m}^3 \text{ ( Aman )}$$

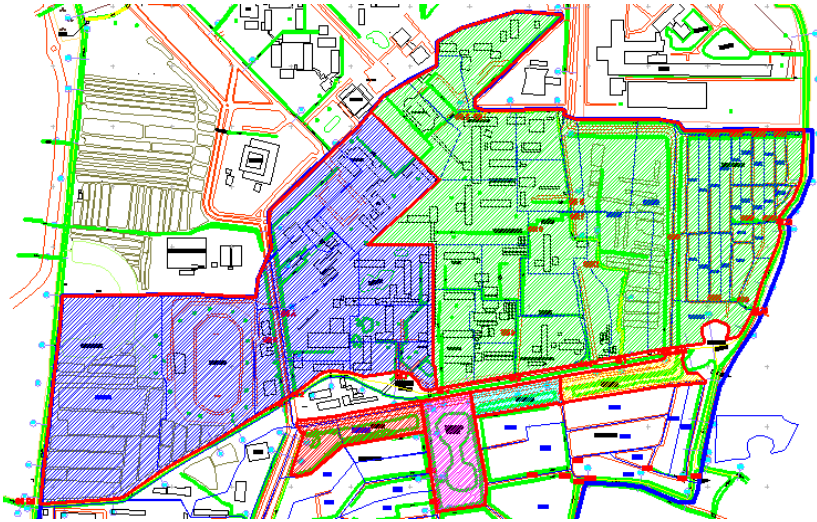
Dari hasil perhitungan kapasitas tampungan *boezem* didapat hasil bahwa kapasitas eksisting *boezem 9* lebih besar dari kapasitas rencana, yang berarti *boezem 9* tidak membutuhkan debit *outflow*. Sedang apabila kapasitas eksisting kolam tampung lebih kecil dari kapasitas rencana maka kolam tampung tersebut membutuhkan debit *outflow* agar kolam tampung tidak meluap. Hasil perhitungan kolam tampung akan ditampilkan pada tabel 6.5 berikut.



Tabel 6.4 Perhitungan analisa kolam tampung atau *boezem*

| nama      | lokasi             | luas kolam         | kedalaman | vol. kolam         | Vol. kolam awal    | Luas Catchmen Area  | R.eff  | Vol. tampungan | Vol. ren. Total    | outflow            |
|-----------|--------------------|--------------------|-----------|--------------------|--------------------|---------------------|--------|----------------|--------------------|--------------------|
|           |                    | ( m <sup>2</sup> ) | ( m )     | ( m <sup>3</sup> ) | ( m <sup>3</sup> ) | ( km <sup>2</sup> ) | ( mm ) |                | ( m <sup>3</sup> ) | ( m <sup>3</sup> ) |
| boezem 1  | Graha ITS          | 4390,46            | 2,00      | 8780,92            | 2195,23            | 0,2328              | 114,25 | 26595,70       | 28790,93           | 17814,78           |
| boezem 2  | Bundaran Pakuwon   | 3193,88            | 2,00      | 6387,76            | 1596,94            | 0,4077              | 114,25 | 46578,48       | 48175,42           | 40190,72           |
| boezem 3  | Graha ITS Belakang | 3845,12            | 2,00      | 7690,25            | 1922,56            | 0,0526              | 114,25 | 6010,12        | 7932,69            | -1680,12           |
| boezem 4  | Geomatika          | 1449,37            | 1,00      | 1449,37            | 724,68             | 0,0264              | 114,25 | 3012,08        | 3736,76            | 1562,71            |
| boezem 5  | Despro             | 4658,03            | 1,00      | 4658,03            | 2329,01            | 0,0540              | 114,25 | 6171,86        | 8500,87            | 1513,83            |
| boezem 6  | Hidrodinamika      | 4767,20            | 1,00      | 4767,20            | 2383,60            | 0,0742              | 114,25 | 8472,41        | 10856,01           | 3705,21            |
| boezem 7  | Perumahan Dosen    | 4940,65            | 1,00      | 4940,65            | 2470,33            | 0,0337              | 114,25 | 3852,70        | 6323,03            | -1087,95           |
| boezem 8  | perumahan dosen 2  | 2302,91            | 1,00      | 2302,91            | 1151,45            | 0,0736              | 114,25 | 8407,07        | 9558,52            | 6104,16            |
| boezem 9  | Asrama ITS         | 2798,49            | 1,00      | 2798,49            | 1399,25            | 0,0777              | 114,25 | 8879,07        | 10278,31           | 6080,57            |
| boezem 10 | bozem Statistika   | 5165,81            | 1,50      | 7748,72            | 2582,91            | 0,2192              | 114,25 | 25039,53       | 27622,44           | 17290,81           |
| boezem 11 | bozem selatan      | 1277,32            | 2,00      | 2554,64            | 638,66             | 0,4077              | 114,25 | 46578,48       | 47217,14           | 44023,84           |

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*



Gambar 6.4 Pembagian *Catchment* Kolam Tampung / *Boezem*

### 6.5.2 Debit *Inflow* dan *Outflow* Kolam Tampung

Dari hasil analisa kolam tampung, didapatkan dua kolam tampung tidak mampu menampung debit yang masuk, sehingga dibutuhkan debit *outflow* agar kolam tampung tidak meluber. Dari dua kolam tampung yang dalam kondisi tidak aman, masing-masing mempunyai dua media *outflow* yang berbeda. Pada kolam tampung 9 *outflow* terjadi mengalir sesuai arah gravitasi, sedangkan pada kolam tampung 9 *outflow* dilakukan dengan pompa air karena elevasi kolam tampung lebih rendah dari elevasi saluran buangan akhir.

#### 1) Kolam tampung 9

Pada kolam tampung 9 debit *outflow* mengalir sesuai arah gravitasi melewati saluran SII H dengan dimensi saluran :

- Lebar saluran ( b ) = 1.5 m
- Tinggi Saluran ( h ) = 1.3 m
- Bentuk Saluran = Persegi
- Panjang Saluran ( L ) = 309 m

Perhitungan kapasitas saluran :

- Luas Penampang saluran

$$\begin{aligned} A &= b \times h \\ &= 1.5 \text{ m} \times 1,3 \text{ m} \\ &= 1.95 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Keliling penampang saluran

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \\ &= 1.5 + (2 \times 1.3) \\ &= 3.9 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kekasaran saluran

$n = 0,017$  ( Saluran dari pasangan batu kali )

- Kemiringan dasar saluran

$$I = \frac{\Delta H}{L}$$

Dimana :  $\Delta H$  = beda tinggi elevasi di hulu dan hilir

$L$  = Jarak antar hulu dan hilir

$$I = \frac{3.397 - 3.076}{309} = 0,0009$$

- Kecepatan saluran

$$V = \frac{1}{n} \times \left( \frac{A^{2/3}}{P} \right) \times I^{0,5}$$

$$V = \frac{1}{0,017} \times (2.4 \text{ m}^2 / 3.9 \text{ m}^{2/3}) \times 0,0009^{0,5} = 1.152 \text{ m/s}$$

- Debit eksisting

$$Q = V.A$$

$$Q = 1.152 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 1.95 \text{ m}^2$$

$$Q \text{ Saluran} = 2.2464 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan debit *outflow* kolam tampung :

- $Q \text{ Outflow} = \text{Kap Rencana} - \text{Kap Eksisting}$   
 $= 2554,64 \text{ m}^3 - 556,06 \text{ m}^3$   
 $= 1998,58 \text{ m}^3$   
 $= \frac{1998,58 \text{ m}^3}{3600 \text{ dt}} = 0,555 \text{ m}^3/\text{det}$

$$Q_{\text{Saluran}} = 2.246 \text{ m}^3/\text{det} > Q_{\text{Outflow}} = 0,555 \text{ m}^3/\text{det} \text{ (Terpenuhi)}$$

Tabel 6.5 Perhitungan routing kapasitas kolam tampung

| Lahan 9    |                              |                             |                                 |                               |                              |                                  |                                    |
|------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| t<br>(min) | Q in<br>(m <sup>3</sup> /dt) | Vol in<br>(m <sup>3</sup> ) | Vol in kum<br>(m <sup>3</sup> ) | Q out<br>(m <sup>3</sup> /dt) | Vol out<br>(m <sup>3</sup> ) | Vol out kum<br>(m <sup>3</sup> ) | Tamp<br>akhir<br>(m <sup>3</sup> ) |
| 1          | 2                            | 3                           | 4                               | 5                             | 6                            | 7                                | 8                                  |
| 0          | 0                            | 0                           | 2798,49                         | 0                             | 0                            | 0                                | 0                                  |
| 0,3        | 0,337                        | 3,422                       | 2801,916                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 2801,916                           |
| 0,7        | 0,673                        | 10,266                      | 2812,182                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 2812,182                           |
| 1,0        | 1,010                        | 17,110                      | 2829,292                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 2829,292                           |
| 1,4        | 1,347                        | 23,954                      | 2853,246                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 2853,246                           |
| 1,7        | 1,684                        | 30,798                      | 2884,044                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 2884,044                           |
| 2,0        | 1,347                        | 30,798                      | 2914,842                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 2914,842                           |
| 2,4        | 1,010                        | 23,954                      | 2938,796                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 2938,796                           |
| 2,7        | 0,673                        | 17,110                      | 2955,906                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 2955,906                           |
| 3,0        | 0,337                        | 10,266                      | 2966,172                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 2966,172                           |
| 3,4        | 0,000                        | 3,422                       | 2969,594                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 2969,594                           |

Dari hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa debit *outflow* kolam tampung 9 masih bisa tertampung oleh saluran SII H dan SII I. Disamping pada perhitungan kontrol terpenuhi, pada kondisi eksisting juga dapat dilihat bahwa dimensi saluran *inflow* kolam tampung 9 lebih kecil dari dimensi

saluran *outflow* kolam tampung ( SII H dan SII I ), sehingga semua debit yang masuk dari saluran *inflow* kolam tampung dapat diterima pada saluran *outflow* kolam tampung.

## 2) Kolam tampung 3

Pada kolam tampung 3 debit *outflow* melewati media pompa air karena elevasi kolam tampung lebih rendah dari pada saluran buangan akhir, untuk menghitung debit *outflow* kolam tampung 1 menggunakan metode *routing*.

Data kolam tampung 3 :

- Luas *Catchment Boezem 3* = 0,0526 km<sup>2</sup>
- Panjang sungai (L) = 241 m
- Koefisien Pengaliran (C) = 0,594
- Kemiringan Lahan ( I<sub>0</sub> ) = 0,0007
- Kekasaran dasar saluran ( nd ) = 0,2
- Kecepatan Saluran ( V ) = 1.027 m/det
- Jarak titik terjauh *catchment* dari saluran ( L<sub>o</sub> ) = 273,28 m
- Curah hujan rencana periode ulang 10 tahun ( R<sub>24</sub> ) = 114,25 mm
- Luas kolam tampung 3 ( A ) = 3845,12 m<sup>2</sup>
- Kedalaman kolam tampung ( h ) = 2 m
- Tinggi jagaan kolam tampung ( W ) = 0,3 m

Perhitungan *routing* kolam tampung 3 :

➤ *Overland Flow Time* ( T<sub>o</sub> ) :

$$\begin{aligned} T_o &= 1,44 \left( nd \frac{L_o}{\sqrt{I_o}} \right)^{0,467} \\ &= 1,44 \left( 0,2 \frac{273,8}{\sqrt{0,0007}} \right)^{0,467} \\ &= 21.24 \text{ menit} \end{aligned}$$

➤ *Channel Flow Time* ( T<sub>f</sub> ) :

$$\begin{aligned} T_f &= \frac{L}{V} \\ &= \frac{241}{1.027} \\ &= 234, 66 \text{ detik} = 3.94 \text{ menit} \end{aligned}$$

- Waktu konsentrasi ( $T_c$ )

$$\begin{aligned} T_c &= T_o + T_f \\ &= 21.24 + 3.94 \\ &= 25.18 \text{ menit} = 0,419 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Intensitas hujan ( $I$ ) :

$$\begin{aligned} I &= \left( \frac{R_{24}}{24} \right) \left( \frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \\ &= \left( \frac{114.25}{24} \right) \left( \frac{24}{0,419} \right)^{2/3} \\ &= 71,62 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

- Debit *inflow* kolam tampung ( $Q$ ) :

$$\begin{aligned} Q &= 0,278 \times C \times I \times A \\ &= 0,278 \times 0,594 \times 71,62 \times 0,526 \\ &= 0.622 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

- Kapasitas Tampungan kolam ( $Vol$ ) :

$$\begin{aligned} Vol \text{ rencana} &= T_c \times Q \times 3600 \\ &= 0,419 \times 0.622 \times 3600 \\ &= 938.22 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Vol \text{ eksisting} &= A. \text{Boezem} \times h \\ &= 384.512 \times 2 \\ &= 769,0 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Pembagian interval waktu routing direncanakan waktu  $T_c$  dibagi menjadi 10 interval. Sedangkan untuk tinggi air di kolam tampung sebelum menerima debit *inflow* direncanakan 1 m. Perhitungan dapat dilihat pada tabel 6.6 berikut ini.

Tabel 6.6 Perhitungan *routing* kapasitas kolam tampung

| Lahan 1    |                              |                             |                                 |                               |                              |                                  |                                 |
|------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| t<br>(min) | Q in<br>(m <sup>3</sup> /dt) | Vol in<br>(m <sup>3</sup> ) | Vol in kum<br>(m <sup>3</sup> ) | Q out<br>(m <sup>3</sup> /dt) | Vol out<br>(m <sup>3</sup> ) | Vol out kum<br>(m <sup>3</sup> ) | Tamp akhir<br>(m <sup>3</sup> ) |
| 1          | 2                            | 3                           | 4                               | 5                             | 6                            | 7                                | 8                               |
| 0          | 0                            | 0                           | 0                               | 0                             | 0                            | 0                                | 0                               |
| 3,0        | 0,290                        | 25,926                      | 25,926                          | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 25,926                          |
| 6,0        | 0,579                        | 77,778                      | 103,704                         | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 103,704                         |
| 9,0        | 0,869                        | 129,630                     | 233,335                         | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 233,335                         |
| 11,9       | 1,159                        | 181,482                     | 414,817                         | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 414,817                         |
| 14,9       | 1,448                        | 233,335                     | 648,152                         | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 648,152                         |
| 17,9       | 1,738                        | 285,187                     | 933,338                         | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 933,338                         |
| 20,9       | 2,027                        | 337,039                     | 1270,377                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 1270,377                        |
| 23,9       | 2,317                        | 388,891                     | 1659,268                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 1659,268                        |
| 26,9       | 2,607                        | 440,743                     | 2100,011                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 2100,011                        |
| 29,8       | 2,896                        | 492,595                     | 2592,607                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 2592,607                        |
| 32,8       | 2,607                        | 492,595                     | 3085,202                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 3085,202                        |
| 35,8       | 2,317                        | 440,743                     | 3525,945                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 3525,945                        |
| 38,8       | 2,027                        | 388,891                     | 3914,836                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 3914,836                        |
| 41,8       | 1,738                        | 337,039                     | 4251,875                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 4251,875                        |
| 44,8       | 1,448                        | 285,187                     | 4537,062                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 4537,062                        |
| 47,7       | 1,159                        | 233,335                     | 4770,396                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 4770,396                        |
| 50,7       | 0,869                        | 181,482                     | 4951,879                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 4951,879                        |
| 53,7       | 0,579                        | 129,630                     | 5081,509                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 5081,509                        |
| 56,7       | 0,290                        | 77,778                      | 5159,287                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 5159,287                        |
| 59,7       | 0                            | 25,926                      | 5185,214                        | 0,000                         | 0,000                        | 0,000                            | 5185,214                        |

Kolom 1 : Interval waktu ( menit )

$$T = \frac{T_c}{10} = \frac{29,8}{10} = 2,98 \text{ menit}$$

Kolom 2 : Debit *inflow* routing ( Q )

$$\begin{aligned} Q_{\text{inf } t_1} &= \frac{t_{\text{awal}}}{t_{\text{akhir}}} \times Q_{\text{rencana}} \\ &= \frac{2,98}{29,8} \times 2,896 = 0,2896 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Kolom 3 : volume *inflow* (m<sup>3</sup>)

$$V_{\text{inf } t_1} = \left[ \frac{1}{2} \times (Q_1 + Q_0) \times (t_1 - t_0) \times 60 \right]$$

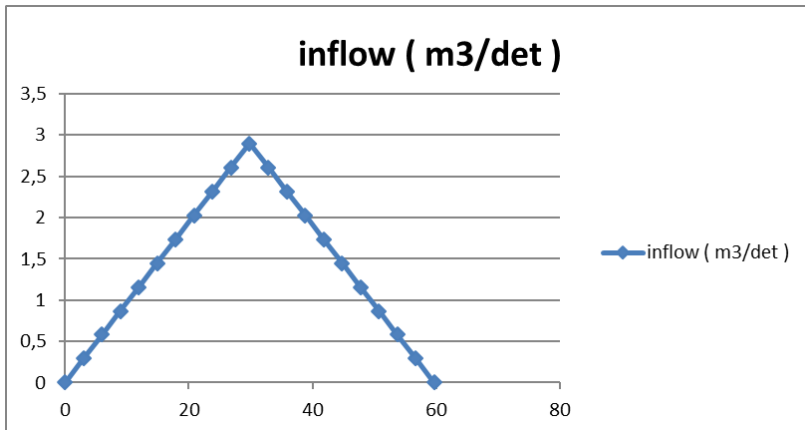
$$\begin{aligned} V_{\text{inf } t_1} &= \left[ \frac{1}{2} \times (0,290 + 0) \times (2,896 - 0) \times 60 \right] \\ &= 25,926 \text{ m}^3 \end{aligned}$$



Kolom 8 : kapasitas tampungan akhir ( $\text{m}^3$ )

Berikut grafik inflow kolam tampung 1 dapat dilihat pada gambar 6.5 berikut.

Gambar 6.5 Grafik *inflow* kolam tampung 6



## 6.6 Analisa Kapasitas Pompa

Analisa pompa dilakukan berdasarkan besarnya debit yang akan dialirkan dengan pompa dan kemampuan pompa yang tersedia dilapangan. Berikut tahap - tahap analisa pompa untuk periode ulang 10 tahun.

Dari hasil perhitungan routing sebelumnya pada kolam tampung 6 didapat data :

- $Q_{10} = 2,372 \text{ m}^3/\text{det}$
- Waktu konsentrasi (  $T_c$  ) = 50,9 menit = 0,848 jam
- $Q \text{ pompa} = 0,5 \text{ m}^3/\text{det}$

Untuk perhitungan analisa kapasitas pompa akan ditampilkan pada tabel 6.7 berikut ini

Tabel 6.3 Perhitungan analisa kapasitas pompa

| t     | Q in    | Vol in  | Vol in kum | Q out   | Vol out | Vol out kum | Tamp awal | Tamp akhir | Elevasi | elv.muka air<br>(tampa pompa) |
|-------|---------|---------|------------|---------|---------|-------------|-----------|------------|---------|-------------------------------|
| (min) | (m3/dt) | (m3)    | (m3)       | (m3/dt) | (m3)    | (m3)        | (m3)      | (m3)       | (m)     | ( m )                         |
| 1     | 2       | 3       | 4          | 5       | 6       | 7           | 8         | 9          | 10      | 11                            |
| 0     | 0,000   | 12604,5 | 12604,46   | 0       | 0       | 0           | 12604,46  | 12604,46   | 1       | 1                             |
| 2,3   | 0,838   | 58,74   | 12663,20   | 3,000   | 210,21  | 210,21      | 12663,20  | 12452,99   | 0,988   | 1,005                         |
| 4,7   | 1,677   | 176,23  | 12839,43   | 3,000   | 420,43  | 630,64      | 12839,43  | 12208,79   | 0,969   | 1,019                         |
| 7,0   | 2,515   | 293,72  | 13133,15   | 3,000   | 420,43  | 1051,07     | 13133,15  | 12082,08   | 0,959   | 1,042                         |
| 9,3   | 3,353   | 411,20  | 13544,35   | 3,000   | 420,43  | 1471,49     | 13544,35  | 12072,86   | 0,958   | 1,075                         |
| 11,7  | 4,192   | 528,69  | 14073,04   | 3,000   | 420,43  | 1891,92     | 14073,04  | 12181,12   | 0,966   | 1,117                         |
| 14,0  | 5,030   | 646,17  | 14719,21   | 3,000   | 420,43  | 2312,35     | 14719,21  | 12406,86   | 0,984   | 1,168                         |
| 16,3  | 5,868   | 763,66  | 15482,87   | 3,000   | 420,43  | 2732,77     | 15482,87  | 12750,10   | 1,012   | 1,228                         |
| 18,7  | 6,707   | 881,15  | 16364,02   | 3,000   | 420,43  | 3153,20     | 16364,02  | 13210,82   | 1,048   | 1,298                         |
| 21,0  | 7,545   | 998,63  | 17362,65   | 3,000   | 420,43  | 3573,63     | 17362,65  | 13789,02   | 1,094   | 1,378                         |
| 23,4  | 8,383   | 1116,12 | 18478,77   | 3,000   | 420,43  | 3994,06     | 18478,77  | 14484,72   | 1,149   | 1,466                         |
| 25,7  | 7,545   | 1116,12 | 19594,89   | 3,000   | 420,43  | 4414,48     | 19594,89  | 15180,41   | 1,204   | 1,555                         |
| 28,0  | 6,707   | 998,63  | 20593,52   | 3,000   | 420,43  | 4834,91     | 20593,52  | 15758,62   | 1,250   | 1,634                         |
| 30,4  | 5,868   | 881,15  | 21474,67   | 3,000   | 420,43  | 5255,34     | 21474,67  | 16219,34   | 1,287   | 1,704                         |
| 32,7  | 5,030   | 763,66  | 22238,33   | 3,000   | 420,43  | 5675,76     | 22238,33  | 16562,57   | 1,314   | 1,764                         |
| 35,0  | 4,192   | 646,17  | 22884,51   | 3,000   | 420,43  | 6096,19     | 22884,51  | 16788,32   | 1,332   | 1,816                         |
| 37,4  | 3,353   | 528,69  | 23413,19   | 3,000   | 420,43  | 6516,62     | 23413,19  | 16896,58   | 1,341   | 1,858                         |
| 39,7  | 2,515   | 411,20  | 23824,40   | 3,000   | 420,43  | 6937,04     | 23824,40  | 16887,35   | 1,340   | 1,890                         |
| 42,0  | 1,677   | 293,72  | 24118,11   | 3,000   | 420,43  | 7357,47     | 24118,11  | 16760,64   | 1,330   | 1,913                         |
| 44,4  | 0,838   | 176,23  | 24294,34   | 3,000   | 420,43  | 7777,90     | 24294,34  | 16516,44   | 1,310   | 1,927                         |
| 46,7  | 0,000   | 58,74   | 24353,08   | 0,000   | 210,21  | 7988,11     | 24353,08  | 16364,97   | 1,298   | 1,932                         |
| 49,0  | 0,000   | 0,00    | 24353,08   | 0,000   | 0,00    | 7988,11     | 24353,08  | 16364,97   | 1,298   | 1,932                         |

Kolom 1 : Interval waktu ( menit )

$$T = \frac{Tc}{10} = \frac{23,4}{10} = 2,3 \text{ menit}$$

Kolom 2 : Debit *inflow* routing ( Q )

$$Q_{inf t1} = \frac{t_{awal}}{t_{akhir}} \times Q \text{ rencana}$$

$$= \frac{2,3}{23,4} \times 8,383 = 0,8239 \text{ m}^3/\text{det}$$

Kolom 3 : volume *inflow* (m<sup>3</sup>)

$$V_{inf t1} = \left[ \frac{1}{2} \times (Q1 + Q0) \times (t1 - t0) \times 60 \right]$$

$$V_{inf t1} = \left[ \frac{1}{2} \times (0,8239 + 0) \times (2.3 - 0) \times 60 \right]$$

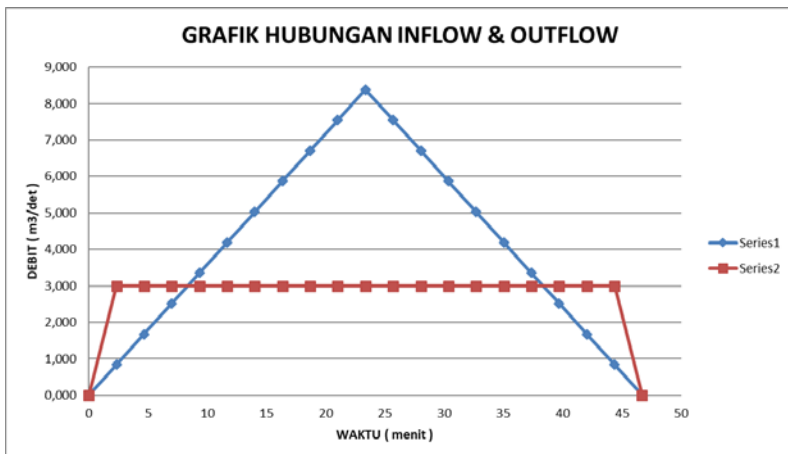
$$= 58.74$$

Kolom 4 : Volume *inflow* kumulatif (m<sup>3</sup>)

- Volume awal *Long Sektion* sebelum debit inflow masuk direncanakan : h air = 1,88 m x lebar Saluran 5,3 x Panjang Saluran 1265 = 12604,46 m<sup>3</sup>
  - Vol awal kolam + Vol *inflow* t = 2  
12604,46 m<sup>3</sup> + 58,74 m<sup>3</sup> = 12663,20m<sup>3</sup>
- Kolom 5 : Kapasitas pompa eksisting ( m<sup>3</sup>/det )
- Kolom 6 : Volume *outflow* pompa eksisting ( m<sup>3</sup> )
- Kolom 7 : Volume *outflow* komulatif ( m<sup>3</sup> )
- Kolom 9 : Volume tampungan akhir kolam tampung ( m<sup>3</sup> ):  
Vol akhir = Vol *inflow* komulatif – Vol *outflow* komulatif
- Kolom 10 : Elevasi muka air ( m )

Grafik hubungan *inflow* dan *outflow* akan ditampilkan pada gambar 6.6 berikut ini.

Gambar 6.6 Grafik hubungan *inflow* dan *outflow*



Dari hasil perhitungan hidrograf *routing* didapatkan bahwa kapasitas pompa minimum yang harus dipenuhi sebesar  $1 \text{ m}^3/\text{det}$  dengan jumlah pompa sebanyak 3 buah pompa air untuk dapat memenuhi debit *outflow* sebesar  $3 \text{ m}^3/\text{det}$ .

## 6.7 Analisa Kapasitas Kolam tampung

Menghitung kapasitas kolam tampung untuk menampung kelebihan debit dari *outflow* pompa, Wilayah ITS Bagian Selatan

Data kolam tampung 1 :

- Luas kolam tampung 1 (  $A$  ) =  $4390,46 \text{ m}^2$
- Kedalaman kolam tampung (  $h$  ) =  $1,6 \text{ m}$
- Tinggi jagaan kolam tampung (  $W$  ) =  $0,6 \text{ m}$

Tabel 6.8 Kapasitas Kolam Tampung

| nama     | lokasi             | luas kolam       | kedalaman      | Elv Muka Air   | vol. kolam Awal  | Vol. kolam       | Luas Catchmen Area | Vol. tampungan   |
|----------|--------------------|------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|------------------|
|          |                    | ( $\text{m}^2$ ) | ( $\text{m}$ ) | ( $\text{m}$ ) | ( $\text{m}^3$ ) | ( $\text{m}^3$ ) | ( $\text{km}^2$ )  | ( $\text{m}^3$ ) |
| boezem 1 | Graha ITS          | 4390,46          | 1,60           | 1,00           | 7024,74          | 4390,46          | 0,2328             | 2634,28          |
| boezem 2 | Bundaran Pakuwon   | 3193,88          | 1,80           | 0,84           | 5748,98          | 2682,86          | 0,4077             | 3066,12          |
| boezem 3 | Graha ITS Belakang | 3845,12          | 1,20           | 0,50           | 4614,15          | 1922,56          | 0,0526             | 2691,59          |
| boezem 4 | Geomatika          | 1449,37          | 1,50           | 1,10           | 2174,05          | 1594,30          | 0,0264             | 579,75           |
| boezem 5 | Despro             | 4658,03          | 1,60           | 1,20           | 7452,85          | 5589,63          | 0,0540             | 1863,21          |
| boezem 6 | Hidrodinamika      | 4767,20          | 1,50           | 1,20           | 7150,80          | 5720,64          | 0,0742             | 1430,16          |

Perhitungan kapasitas tampungan *Boeezem 1* :

- Kapasitas tampungan eksisting *boezem 1*:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas kolam} &= A \times h \\ &= 4390,46 \text{ m}^2 \times 1,6 \text{ m} \\ &= 7024,74 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas kolam Awal} &= A \times h \\ &= 4390,46 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m} \\ &= 4390,46 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas kolam Akhir} &= \text{Volume kolam} - \text{Volume Awal} \\ &= 7024,74 - 4390,46 \text{ m}^3 \\ &= 2634,28 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Kapasitas tampungan kolam ITS bagian utara = 12205,10 m<sup>3</sup>

Debit Inflow = 4705,86 m<sup>3</sup>

Volume yang harus di kendalikan = Debit Inflow + Debit Pompa

$$= 4705,86 \text{ m}^3 + 7988,11 \text{ m}^3$$

$$= 12693,97 \text{ m}^3$$

Kap eksisting = 12205,10 m<sup>3</sup> < Kap rencana = 12,693,97 m<sup>3</sup>

( **Tidak Aman** )

*“ Halaman ini sengaja dikosongkan “*

### 6.7.1 Perhitungan Normalisasi Kolam Tampung

Tabel 6.9 Kontrol kapasitas kolam tamping normalisasi

Normalisasi kolam Tampung

| nama     | lokasi             | luas kolam         | kedalaman | vol. kolam         | Vol. kolam awal    | Luas Catchmen Area  | R.eff  | Vol. tampungan | Vol. ren. Total    | outflow            |
|----------|--------------------|--------------------|-----------|--------------------|--------------------|---------------------|--------|----------------|--------------------|--------------------|
|          |                    | ( m <sup>2</sup> ) | ( m )     | ( m <sup>3</sup> ) | ( m <sup>3</sup> ) | ( km <sup>2</sup> ) | ( mm ) |                | ( m <sup>3</sup> ) | ( m <sup>3</sup> ) |
| boezem 3 | Graha ITS Belakang | 4100,00            | 2,00      | 8200,00            | 2050,00            | 0,0526              | 114,25 | 6010,12        | 8060,12            | 139,88             |
| boezem 7 | Perumahan Dosen    | 4940,65            | 1,30      | 6422,85            | 2470,33            | 0,0337              | 114,25 | 3852,70        | 6323,03            | 99,82              |

Perhitungan kapasitas tampungan *Boezem 3* :

- Kapasitas tampungan eksisting *boezem 3* : Dilakukannya Penambahan Luas Kolam Tampung Dari 3845,12 m<sup>2</sup> ke 4100 m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas eksisting} &= A \times h \\
 &= 4100 \text{ m}^2 \times 2 \text{ m} \\
 &= 8200 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Kapasitas rencana

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Awal kolam Tampung} &= A \times H \\
 &= 4100 \text{ m}^2 \times 0.5 \text{ m} \\
 &= 2050 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Rencana} &= ( \text{Luas } catchment \text{ area} \times R24 ) + \text{Volume Awal} \\
 &= ( 0.0526 \text{ km}^2 \times 114,25 \text{ m} ) + 2050 \text{ m}^3 \\
 &= 8060 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Kap eksisting} = 8200 \text{ m}^3 > \text{Kap rencana} = 8060 \text{ m}^3 \text{ ( Aman )}$$

Perhitungan kapasitas tampungan *Boezem 3* :

- Kapasitas tampungan eksisting *boezem 3* : Dilakukannya Penambahan kedalaman Kolam Tampung Dari 1 m ke 1,3 m

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas eksisting} &= A \times h \\
 &= 4940 \text{ m}^2 \times 1.3 \text{ m} \\
 &= 6422 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Kapasitas rencana

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Awal kolam Tampung} &= A \times H \\
 &= 4940 \text{ m}^2 \times 0.5 \text{ m} \\
 &= 2470 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Rencana} &= ( \text{Luas } catchment \text{ area} \times R24 ) + \text{Volume Awal} \\
 &= ( 0.0337 \text{ km}^2 \times 114,25 \text{ m} ) + 2470 \text{ m}^3 \\
 &= 6323 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\text{Kap eksisting} = 6422 \text{ m}^3 > \text{Kap rencana} = 6323 \text{ m}^3 \text{ ( Aman )}$$



## **BAB VII**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **7.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penyebab banjir di kampus ITS Sukolilo di sebabkan oleh inlet saluran yang kurang baik, kapasitas tampug saluran yang kurang memadai debit yang di rencanakan, dan kondisi kolam tampung tidak biasa menampung debit yang di rencanaka.
2. Dilihat dari kondisi Curah hujan harian yang tertinggi selama 10 tahun terakhir di rencana untuk periode ulang 5 tahun untuk saluran Sekunder dan 10 tahun untuk saluran primer ITS sukolilo, pada daerah study adalah 114,25 mm untuk saluran Sekunder dan 136,44 mm untuk saluran Tersier
3. Hasil dari evaluasi dilakukan dengan membandingkan debit eksisting dengan debit banjir rencana. Berdasarkan analisa perhitungan diperoleh hasil beberapa dimensi saluran eksisting yang tidak dapat menampung debit banjir rencana SII B, SII C, SII D, SII F, SII G, SII K, SII L, SII S, SII X, SI 12, SI 14, SII H SII I, SII Z dan SII V Untuk cara menanggulangnya yang meluber adalah dengan menormalisasi atau mendisain ulang saluran Existing dengan merubah lebar dan tinggi saluran dan dilakukan penampungan sementara ke kolam tampung .
4. Kapasitas Tampung yang di butuhkan 12899 m<sup>3</sup>, Sedangkan kapasitas maximum kolam Tampung ITS bagian Selatan Adalah 12265 m<sup>3</sup>, masih ada kekurangan debit inflow sebesar 450 m<sup>3</sup>, Dari hasil perhitungan analisa pompa pada Long Sektion Saluran SI ITS , kapasitas pompa direncanakan 1 m<sup>3</sup>/det dengan jumlah pompa sebanyak 3 buah, sehingga dapat memenuhi debit outflow sebar 3 m<sup>3</sup>/det.

## 7.2 Saran

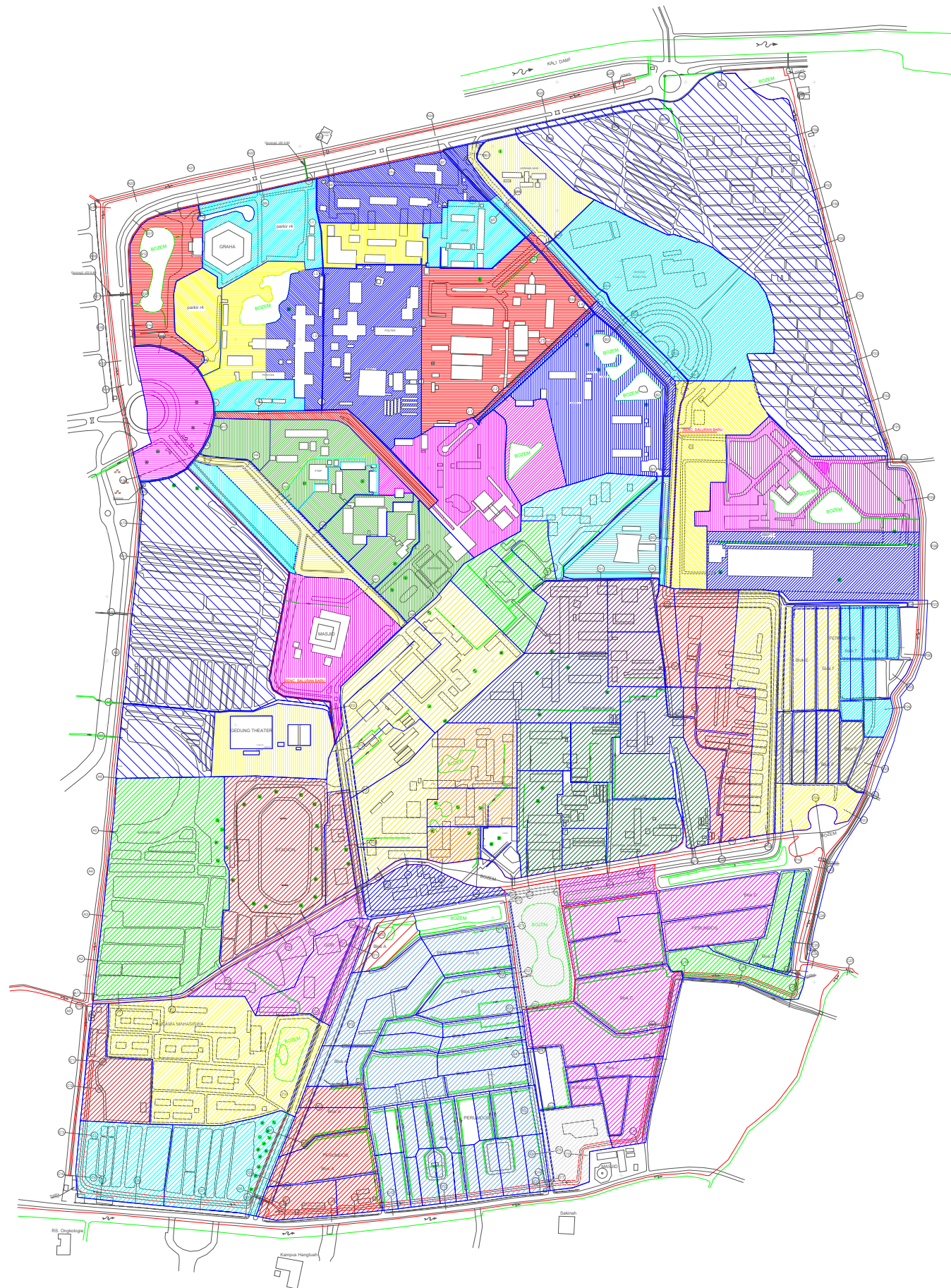
Dalam melakukan perbaikan saluran yang dilakukan pada saluran-saluran yang berstatus tidak aman dan pembuatan saluran baru

Diharapkan adanya pemeliharaan secara rutin seperti melakukan pengerukan sedimen dan pembersihan saluran dari sampah-sampah yang masuk pada saluran dan menyebabkan penyumbatan yang bisa mengurangi kapasitas tampungan sehingga saluran meluap atau banjir. Disamping itu juga dilakukan pemeliharaan pada mesin-mesin pompa agar dapat beroperasi sesuai fungsinya dan bertahan lama.

Penambahan pintu air pada pertemuan saluran dari luar ITS yaitu saluran SII Kelampis, saluran primer SI 1, saluran SIII sawah dua dan juga saluran dari sistem drainase ITS bagian utara sebagai pengatur dan pengontrol debit yang akan melimpas pada masing-masing saluran. Penambahan pintu air ini menjadi pencegah kemungkinan terjadinya banjir atau meluap pada salah satu saluran akibat dari masuknya debit saluran lain yang tidak terkontrol.

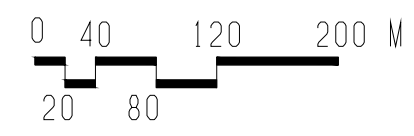
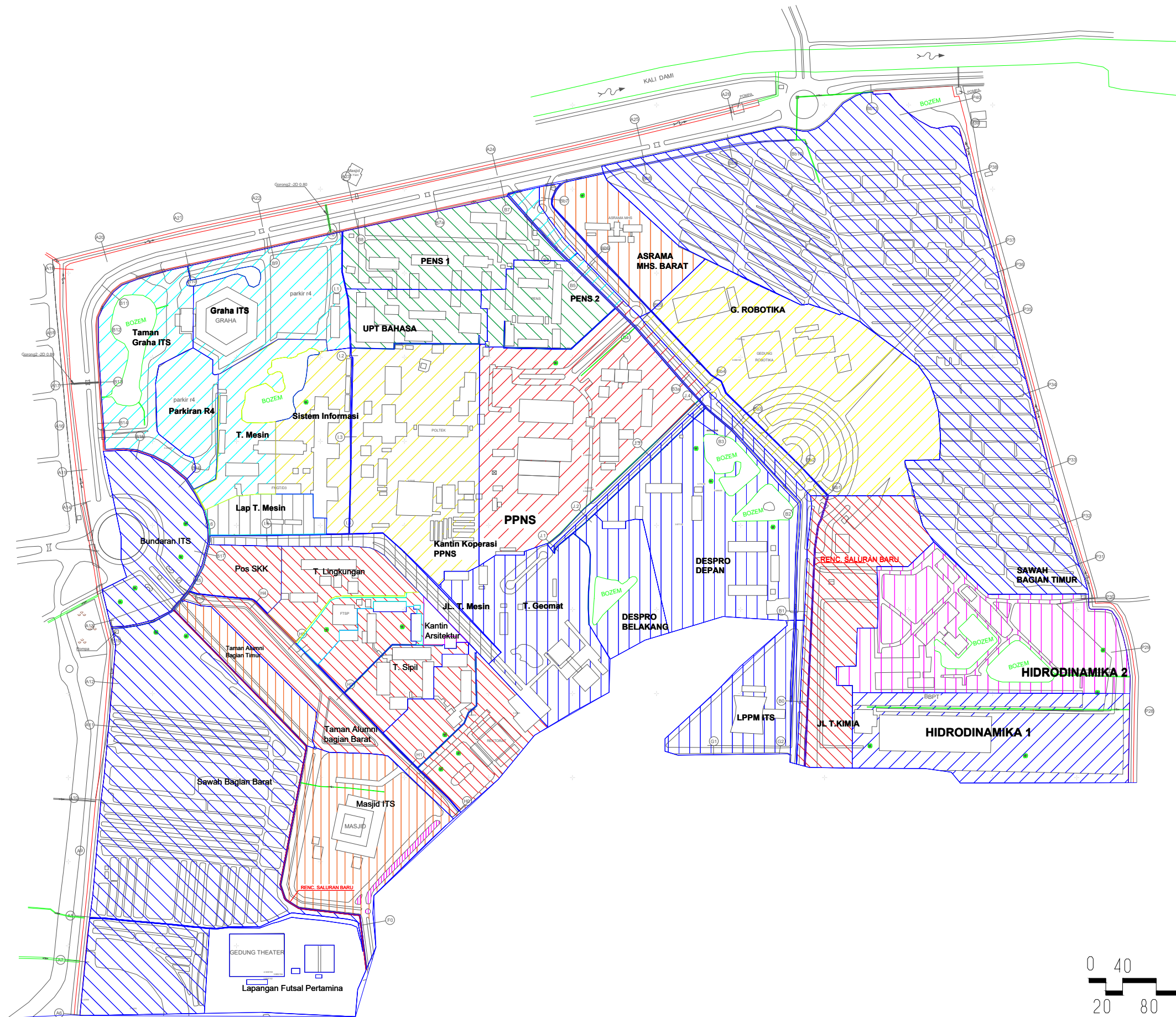
## DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Triatmodjo, 2009, "*Hidrologi Terapan*", Beta Offset, Yogyakarta.
- DPU Dirjen Bina Marga. 1991. "*Bridge Manajement System*".Jakarta
- Harijanto, Didik. Ismail Sa'ud. Dan S.kamilia Aziz (2012). *Modul dan Bahan Ajar Drainase berdasarkan LBE*. Surabaya : FTSP ITS.
- Soemarto, C.D . ( 1999 ). *Hidrologi Teknik Edisi – 2* . Jakarta ; Erlangga
- Suripin. ( 2003 ) *Sisitem Drainase perkotaan yang berkelanjutan*. Semarang ; ANDI Yogyakarta
- Soewarno, 1995,"*Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*", Penerbit Nova, Bandung.
- Triatmojo, Bambang. 1995. *Hidraulika 1*.Fakultas Teknik.Universitas gajah mada ,Jogjakarta

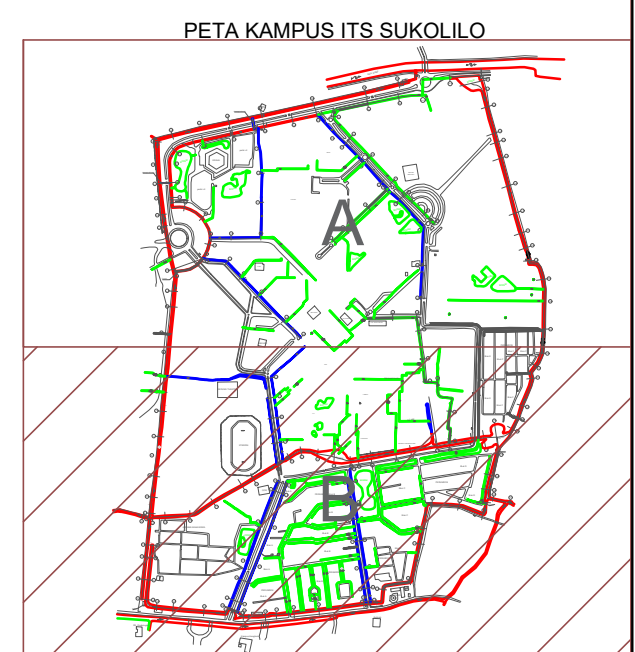
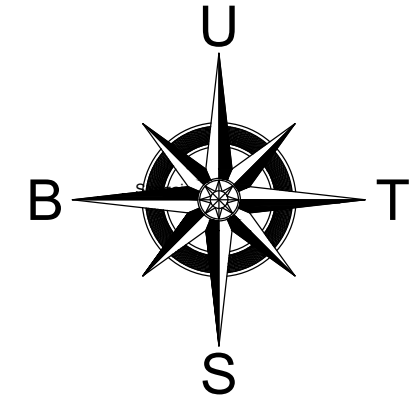
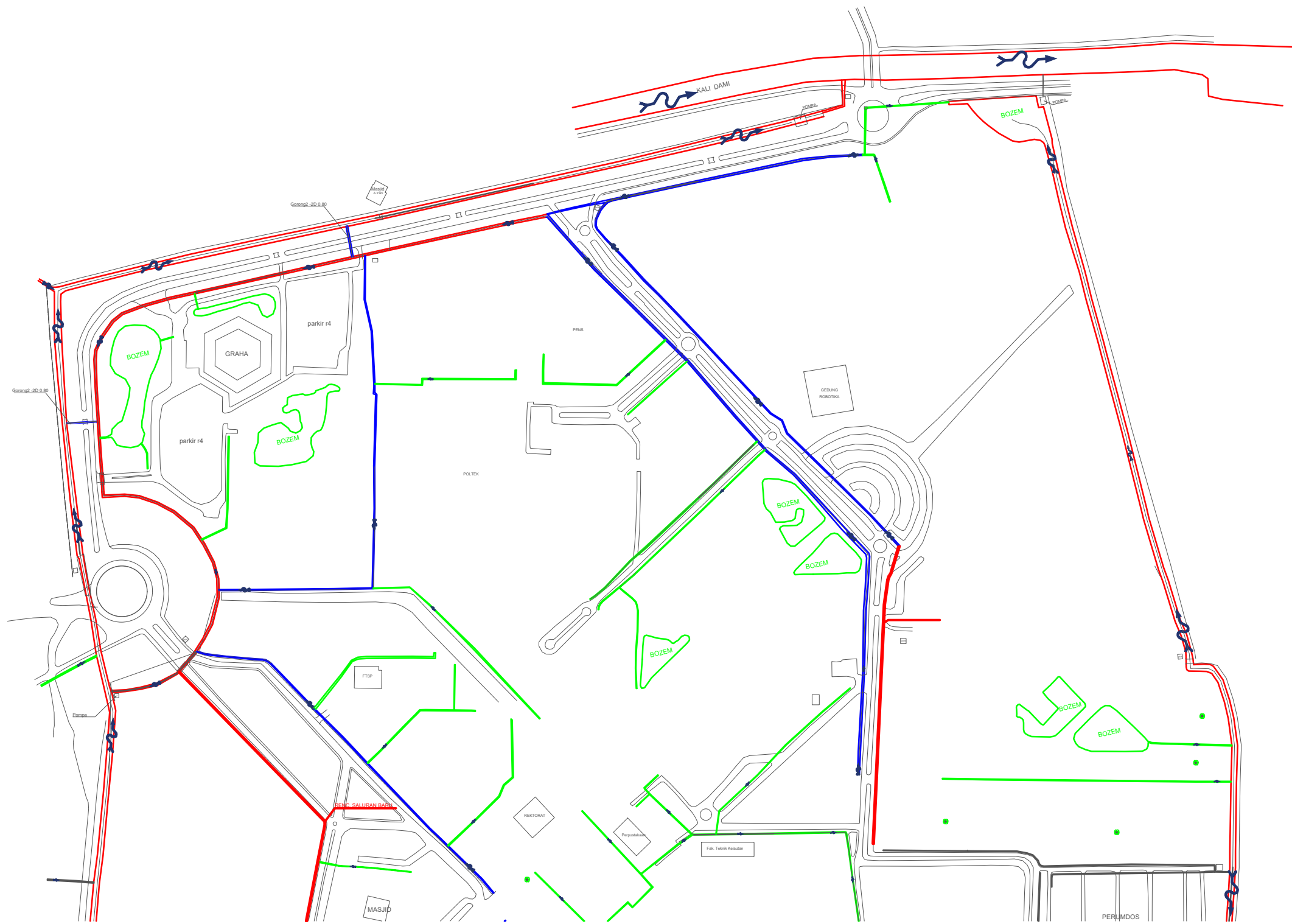


**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

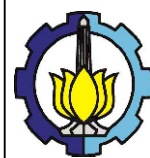
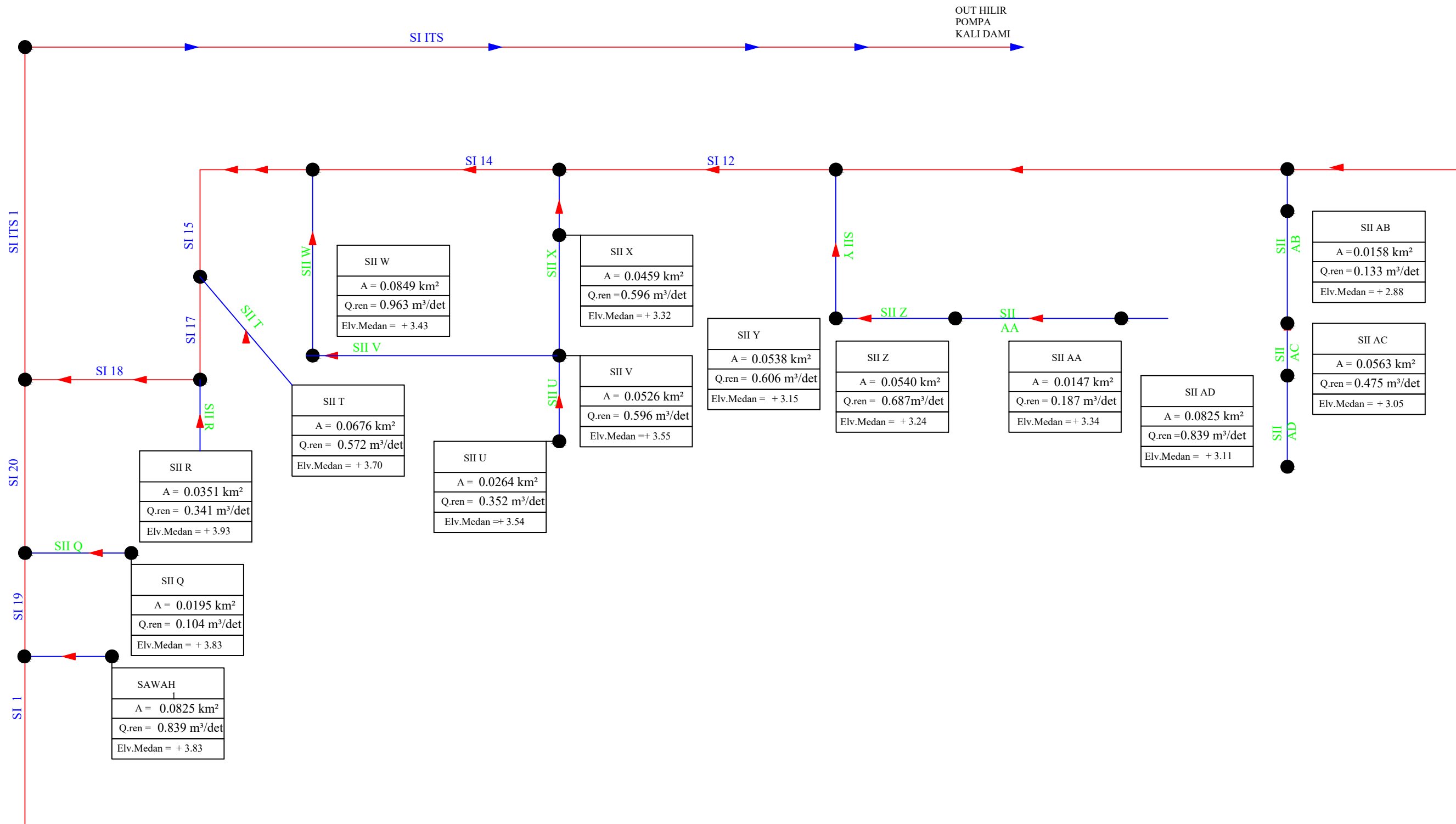
| JUDUL TUGAS AKHIR                                                                                      | NAMA / NRP MAHASISWA              | DOSEN PEMBIMBING 1                            | JUDUL GAMBAR | SKALA      |               | KETERANGAN |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|--------------|------------|---------------|------------|
|                                                                                                        |                                   |                                               |              | NO. LEMBAR | JUMLAH LEMBAR |            |
| PENDAYAGUNAAN KOLAM TAMPUNG<br>SEBAGAI UPAYA INTEGRASI PENANGGULANGAN<br>BANJIR DI KAMPUS ITS SUKOLILO | NARULLAH SYABANI<br>1011130000062 | Ir. Edy Sumirman, MT.                         |              | 1          | 20            |            |
|                                                                                                        |                                   | DOSEN PEMBIMBING 2<br>Dwi Indriyani, ST., MT. |              |            |               |            |



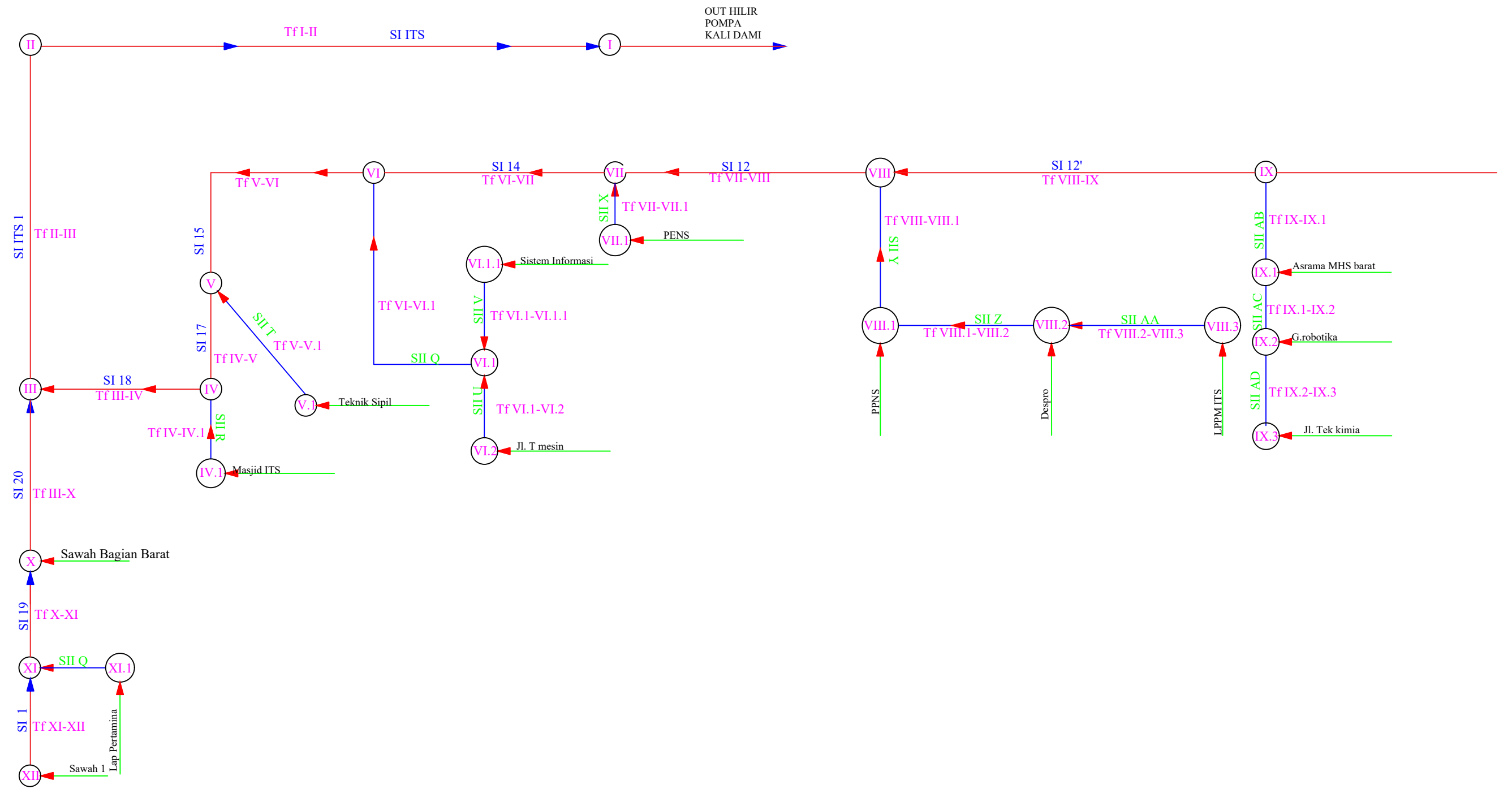
| JUDUL TUGAS AKHIR                                                                                      | NAMA / NRP MAHASISWA              | DOSEN PEMBIMBING 1    | DOSEN PEMBIMBING 2 | JUDUL GAMBAR | SKALA      |               | KETERANGAN |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------|------------|---------------|------------|
|                                                                                                        |                                   |                       |                    |              | NO. LEMBAR | JUMLAH LEMBAR |            |
| PENDAYAGUNAAN KOLAM TAMPUNG<br>SEBAGAI UPAYA INTEGRASI PENANGGULANGAN<br>BANJIR DI KAMPUS ITS SUKOLILO | NARULLAH SYABANI<br>1011130000062 | Ir. Edy Sumirman, MT. |                    |              | 1:20000    |               |            |
|                                                                                                        |                                   |                       |                    |              | 2          | 20            |            |



| JUDUL TUGAS AKHIR                                                                                |  | NAMA / NRP MAHASISWA | DOSEN PEMBIMBING 1     | JUDUL GAMBAR             | SKALA                    |               | KETERANGAN                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------|
| PENDAYAGUNAAN KOLAM TAMPUNG SEBAGAI UPAYA INTEGRASI PENANGGULANGAN BANJIR DI KAMPUS ITS SUKOLILO |  |                      |                        |                          | 1 : 20000                |               |                                                               |
|                                                                                                  |  | 1011130000062        | Ir. Edy Sumirman , MT. | PETA ARAH ALIRAN BLOCK A | NO. LEMBAR               | JUMLAH LEMBAR | — = PRIMER     ~ = ARAH ALIRAN<br>— = SEKUNDER<br>— = TERSIER |
|                                                                                                  |  |                      |                        |                          | Dwi Indriyani , ST., MT. |               |                                                               |

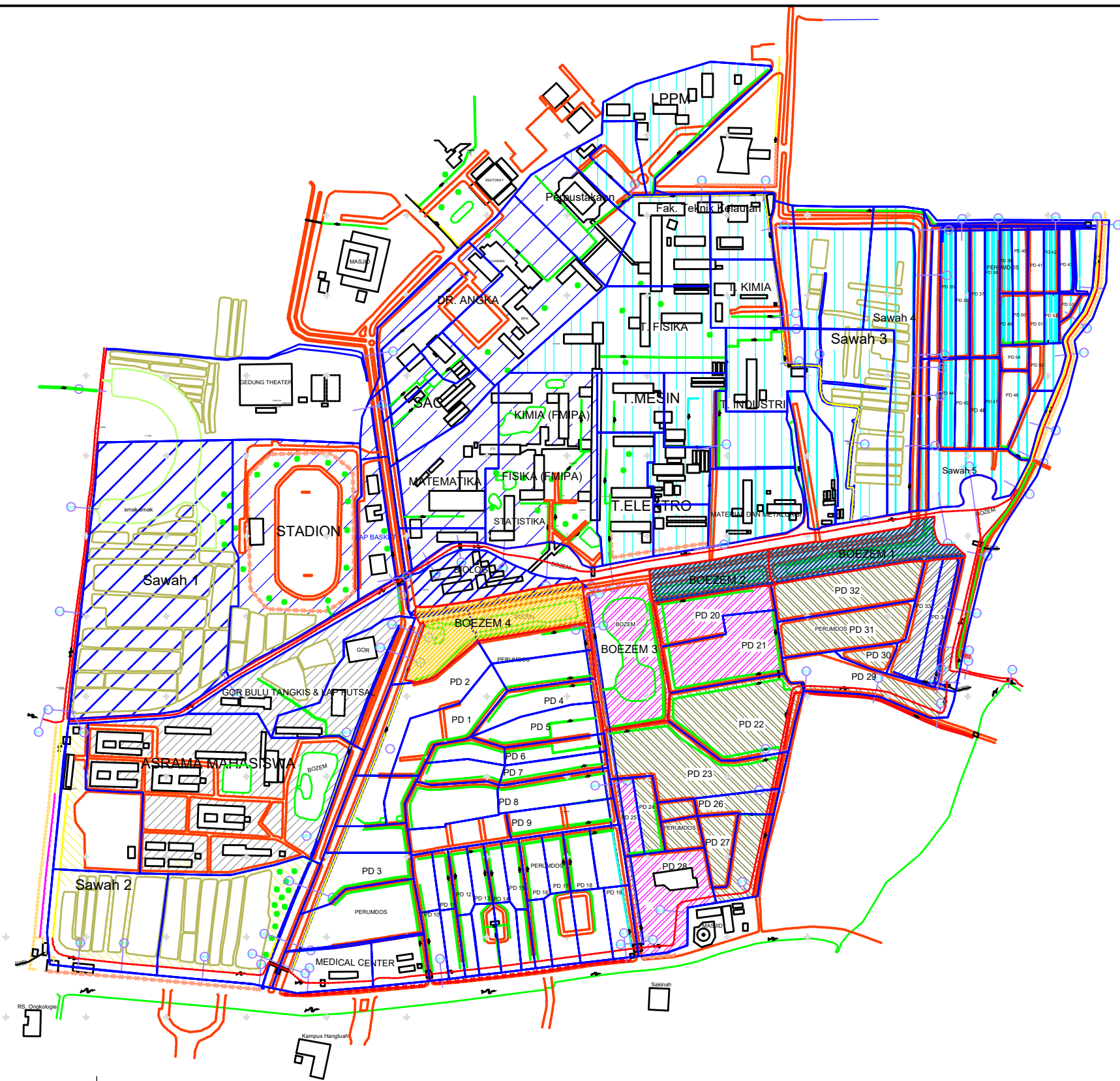


| JUDUL TUGAS AKHIR                                                                             | NAMA / NRP MAHASISWA               | DOSEN PEMBIMBING 1      | JUDUL GAMBAR   | SKALA      |               | KETERANGAN |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|----------------|------------|---------------|------------|
|                                                                                               |                                    |                         |                | NO. LEMBAR | JUMLAH LEMBAR |            |
| PENDAYAGUNAAN KOLAM TAMPUNG SEBAGAI UPAYA INTEGRASI PENANGGULANGAN BANJIR KAMPUS ITS SUKOLILO | NASRULLAH SYABANI<br>1011130000062 | Ir. Edy Sumirman, MT.   | Skema Jaringan | 4          | 20            |            |
|                                                                                               |                                    | DOSEN PEMBIMBING 2      |                |            |               |            |
|                                                                                               |                                    | Dwi Indriyani, ST., MT. |                |            |               |            |

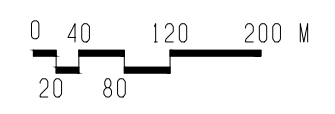


|                                                                                                                                 |                                                                                                     |                                   |                         |              |            |               |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------------|------------|---------------|------------|
| <b>PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL<br/>DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL<br/>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> | JUDUL TUGAS AKHIR                                                                                   | NAMA / NRP MAHASISWA              | DOSEN PEMBIMBING 1      | JUDUL GAMBAR | SKALA      |               | KETERANGAN |
|                                                                                                                                 | PENDAYAGUNAAN KOLAM TAMPUNG SEBAGAI<br>UPAYA INTEGRASI PENANGGULANGAN BANJIR<br>KAMPUS ITS SUKOLILO | NARULLAH SYABANI<br>1011130000062 | Ir. Edy Sumirman, MT.   | Layout TC    | NO. LEMBAR | JUMLAH LEMBAR |            |
|                                                                                                                                 |                                                                                                     |                                   | DOSEN PEMBIMBING 2      |              | 5          | 20            |            |
|                                                                                                                                 |                                                                                                     |                                   | Dwi Indriyani, ST., MT. |              |            |               |            |

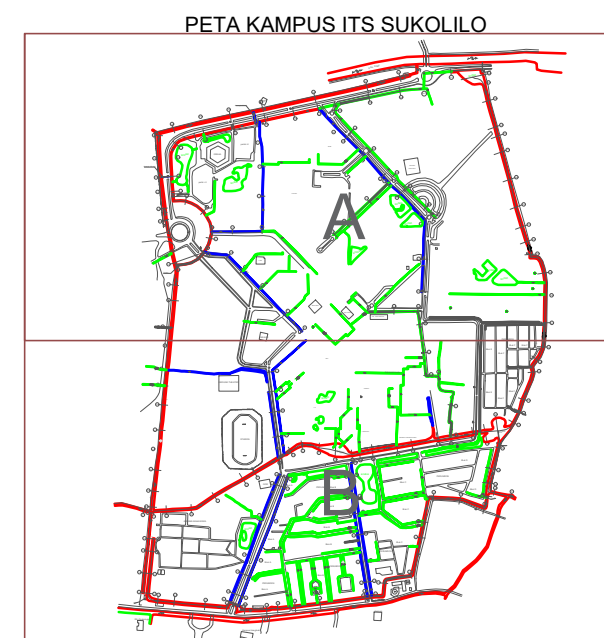
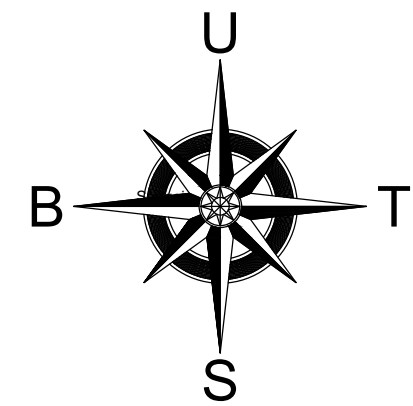




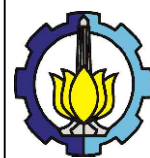
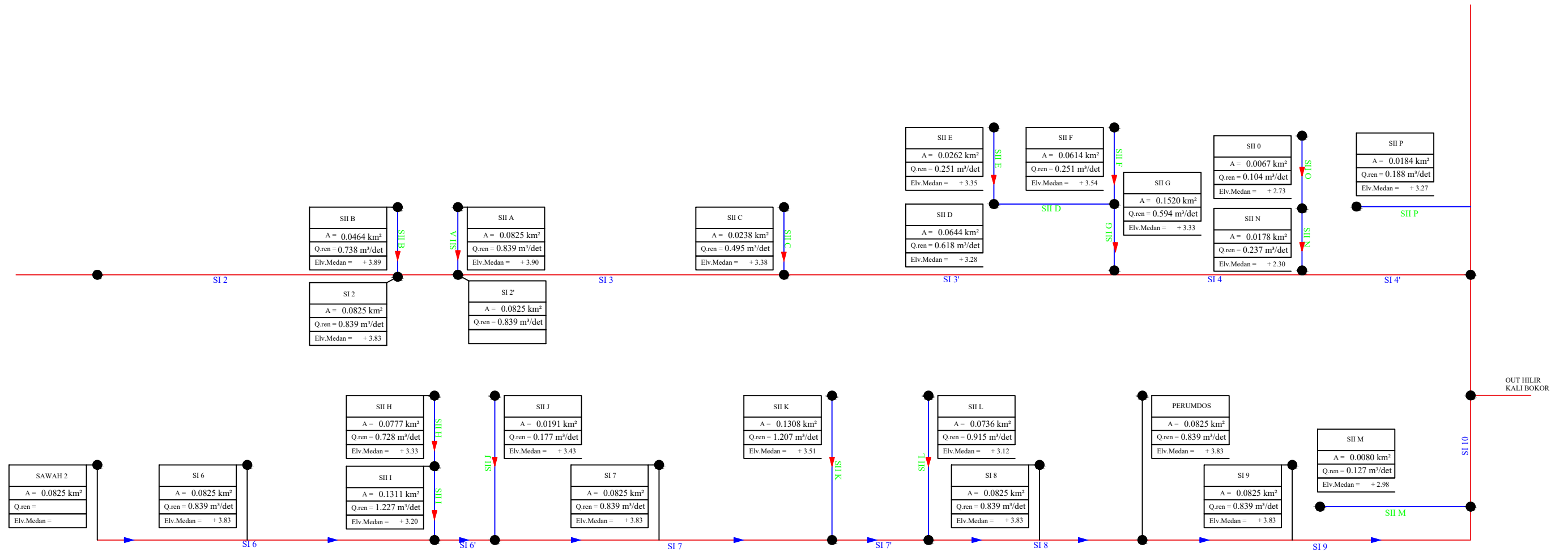
PEMBAGIAN CHATCHMENT AREA  
 SKALA 1:15000



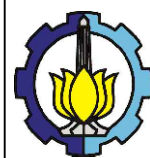
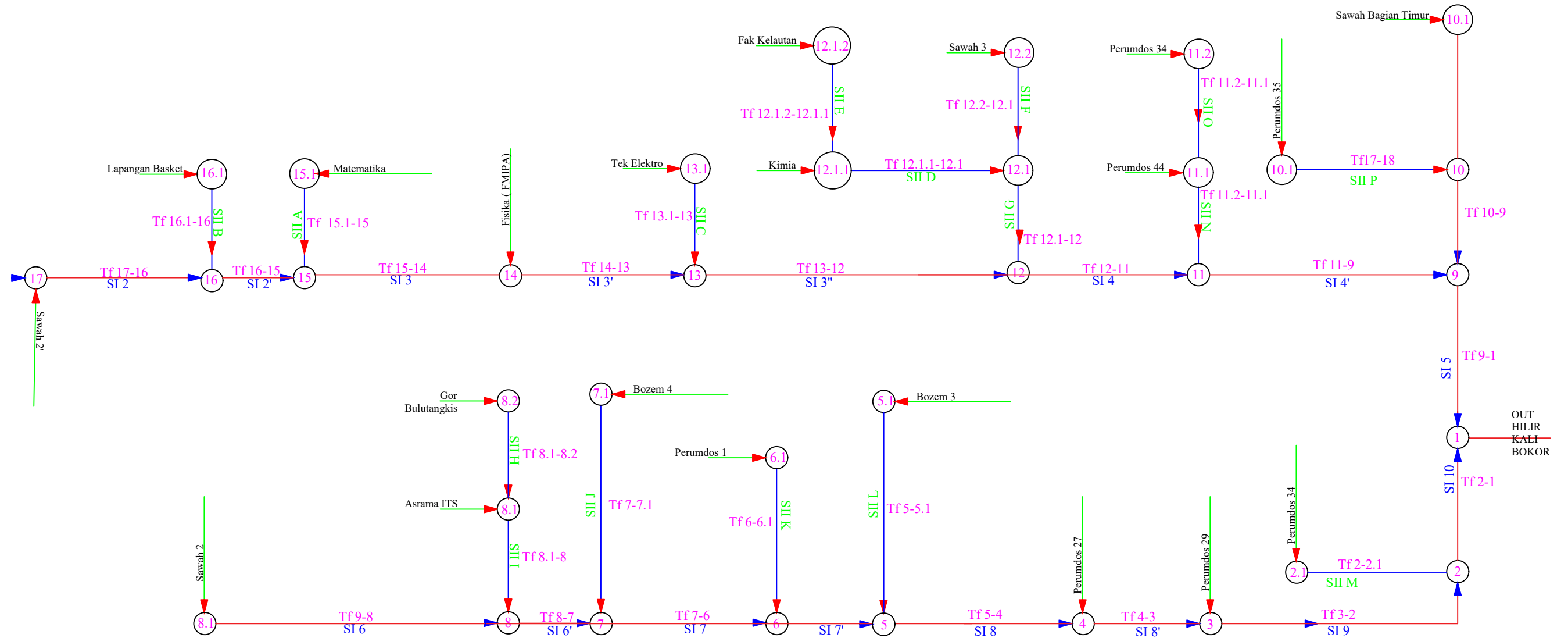
|                                                                                                                                                   |                                                                                                        |                                    |                       |                                               |            |               |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------|------------|---------------|------------|
| <p>PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL<br/>         DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL<br/>         INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p> | JUDUL TUGAS AKHIR                                                                                      | NAMA / NRP MAHASISWA               | DOSEN PEMBIMBING 1    | JUDUL GAMBAR                                  | SKALA      |               | KETERANGAN |
|                                                                                                                                                   | PENDAYAGUNAAN KOLAM TAMPUNG<br>SEBAGAI UPAYA INTEGRASI PENANGGULANGAN<br>BANJIR DI KAMPUS ITS SUKOLILO | NASRULLAH SYABANI<br>1011130000062 | Ir. Edy Sumirman, MT. | DOSEN PEMBIMBING 2<br>Dwi Indriyani, ST., MT. | NO. LEMBAR | JUMLAH LEMBAR |            |
|                                                                                                                                                   |                                                                                                        |                                    | 6                     |                                               | 20         |               |            |



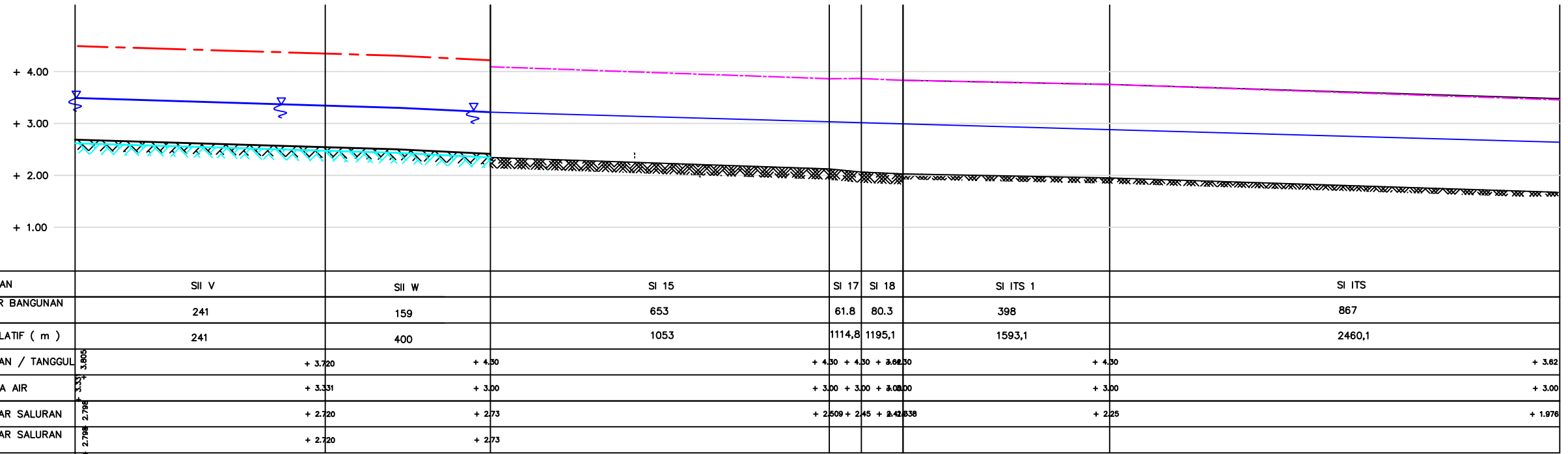
| JUDUL TUGAS AKHIR                                                                                                           | NAMA / NRP MAHASISWA                             | DOSEN PEMBIMBING 1                                                                                    | JUDUL GAMBAR                              | SKALA            |               | KETERANGAN                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------|---------------|---------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                             |                                                  |                                                                                                       |                                           | NO. LEMBAR       | JUMLAH LEMBAR |                                                               |
| <b>PENDAYAGUNAAN KOLAM TAMPUNG</b><br><b>SEBAGAI UPAYA INTEGRASI PENANGGULANGAN</b><br><b>BANJIR DI KAMPUS ITS SUKOLILO</b> | <b>NASRULLAH SYABANI</b><br><b>1011130000062</b> | <b>Ir. Edy Sumirman , MT.</b><br><br><b>DOSEN PEMBIMBING 2</b><br><br><b>Dwi Indriyani , ST., MT.</b> | <b>PETA ARAH ALIRAN</b><br><b>BLOCK B</b> | <b>1 : 20000</b> |               | — = PRIMER     ↗ = ARAH ALIRAN<br>— = SEKUNDER<br>— = TERSIER |
|                                                                                                                             |                                                  |                                                                                                       |                                           | 7                | 20            |                                                               |



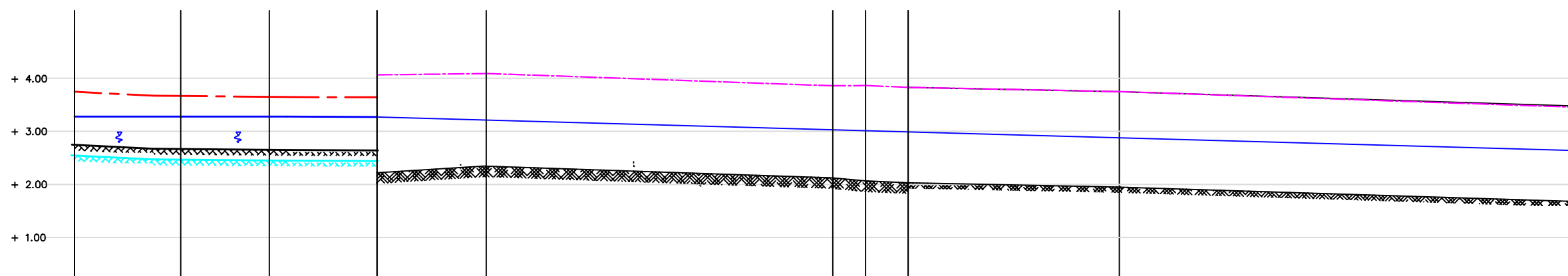
| JUDUL TUGAS AKHIR                                                                             | NAMA / NRP MAHASISWA               | DOSEN PEMBIMBING 1      | JUDUL GAMBAR            | SKALA      |               | KETERANGAN |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------|---------------|------------|
|                                                                                               |                                    |                         |                         | NO. LEMBAR | JUMLAH LEMBAR |            |
| PENDAYAGUNAAN KOLAM TAMPUNG SEBAGAI UPAYA INTEGRASI PENANGGULANGAN BANJIR KAMPUS ITS SUKOLILO | NASRULLAH SYABANI<br>1011130000062 | Ir. Edy Sumirman, MT.   | SKEMA JARINGAN DRAINASE | 8          | 20            |            |
|                                                                                               |                                    | DOSEN PEMBIMBING 2      |                         |            |               |            |
|                                                                                               |                                    | Dwi Indriyani, ST., MT. |                         |            |               |            |



| JUDUL TUGAS AKHIR                                                                             | NAMA / NRP MAHASISWA               | DOSEN PEMBIMBING 1      | JUDUL GAMBAR | SKALA      |               | KETERANGAN |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|--------------|------------|---------------|------------|
|                                                                                               |                                    |                         |              | NO. LEMBAR | JUMLAH LEMBAR |            |
| PENDAYAGUNAAN KOLAM TAMPUNG SEBAGAI UPAYA INTEGRASI PENANGGULANGAN BANJIR KAMPUS ITS SUKOLILO | NASRULLAH SYABANI<br>1011130000062 | Ir. Edy Sumirman, MT.   | Layout TC    | 9          | 20            |            |
|                                                                                               |                                    | DOSEN PEMBIMBING 2      |              |            |               |            |
|                                                                                               |                                    | Dwi Indriyani, ST., MT. |              |            |               |            |

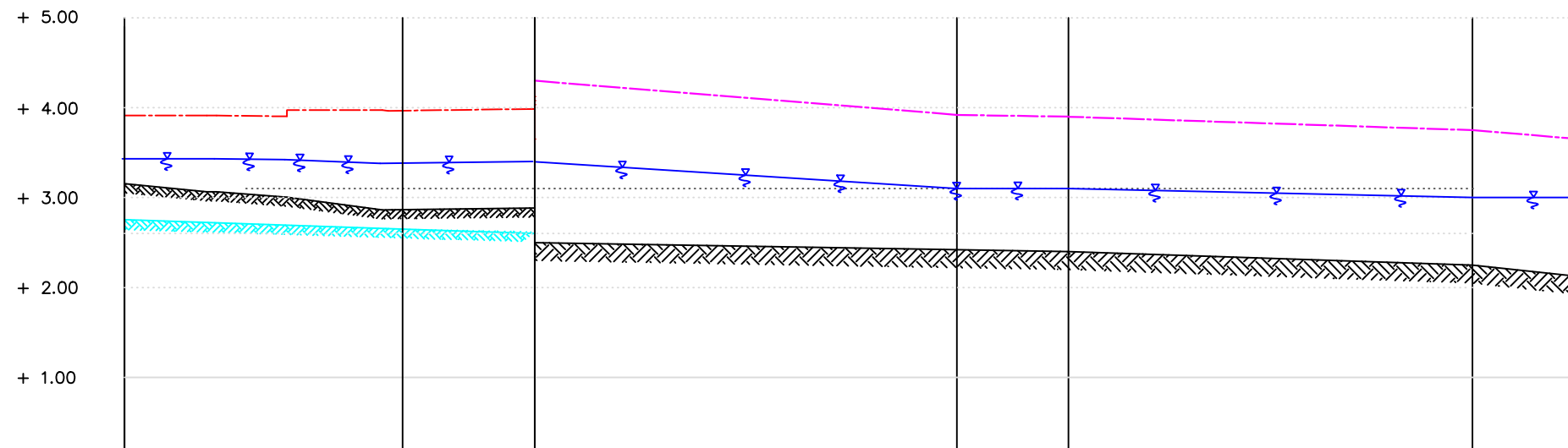


|                                                                                                                                                   |                                                                                                     |                                               |                                                                                       |                     |                                                                                                                                                                  |            |                   |           |           |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------|-----------|-----------|--|
| <b>PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL<br/>         DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL<br/>         INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> | <b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>                                                                            | <b>NAMA / NRP MAHASISWA</b>                   | <b>DOSEN PEMBIMBING 1</b>                                                             | <b>JUDUL GAMBAR</b> | <b>SKALA</b>                                                                                                                                                     |            | <b>KETERANGAN</b> |           |           |  |
|                                                                                                                                                   | PENDAYAGUNAAN KOLAM TAMPUNG SEBAGAI<br>UPAYA INTEGRASI PENANGGULANGAN BANJIR<br>KAMPUS ITS SUKOLILO | <i>NASRULLAH SYABANI</i><br><br>1011130000062 | Ir. Edy Sumirman, MT.<br><br><b>DOSEN PEMBIMBING 2</b><br><br>Dwi Indriyani, ST., MT. | <b>Long Saluran</b> | <table border="1"> <tr> <td>NO. LEMBAR</td> <td>JUMLAH LEMBAR</td> </tr> <tr> <td align="center"><b>10</b></td> <td align="center"><b>20</b></td> </tr> </table> | NO. LEMBAR | JUMLAH LEMBAR     | <b>10</b> | <b>20</b> |  |
|                                                                                                                                                   | NO. LEMBAR                                                                                          | JUMLAH LEMBAR                                 |                                                                                       |                     |                                                                                                                                                                  |            |                   |           |           |  |
| <b>10</b>                                                                                                                                         | <b>20</b>                                                                                           |                                               |                                                                                       |                     |                                                                                                                                                                  |            |                   |           |           |  |
|                                                                                                                                                   |                                                                                                     |                                               |                                                                                       |                     |                                                                                                                                                                  |            |                   |           |           |  |



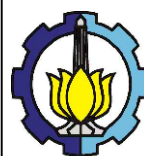
| NAMA SALURAN                      | SII AA  | SII Z   | SII Y       | SI 14  | SI 15 | SI 17   | SI 18  | SI ITS 1   | SI ITS |         |
|-----------------------------------|---------|---------|-------------|--------|-------|---------|--------|------------|--------|---------|
| JARAK ANTAR BANGUNAN (M)          | 200     | 167     | 203         | 206    | 653   | 61.8    | 80.3   | 398        | 867    |         |
| JARAK KOMULATIF ( m )             | 200     | 367     | 470         | 676    | 1329  | 1390,8  | 1471,1 | 1869,1     | 2736,1 |         |
| ELEVASI MEDAN / TANGGUL           | + 3,20  | + 3,700 | + 3,690,59  | + 4,30 |       | + 4,30  | + 4,30 | + 3,62,50  | + 4,30 | + 3,62  |
| ELEVASI MUKA AIR                  | + 3,331 | + 3,331 | + 3,331,07  | + 3,00 |       | + 3,00  | + 3,00 | + 3,00,00  | + 3,00 | + 3,00  |
| ELEVASI DASAR SALURAN             | + 2,720 | + 2,700 | + 2,690,603 | + 2,75 |       | + 2,509 | + 2,45 | + 2,42,038 | + 2,25 | + 1,976 |
| ELEVASI DASAR SALURAN NORMALISASI | + 2,720 | + 2,700 | + 2,690     |        |       |         |        |            |        |         |

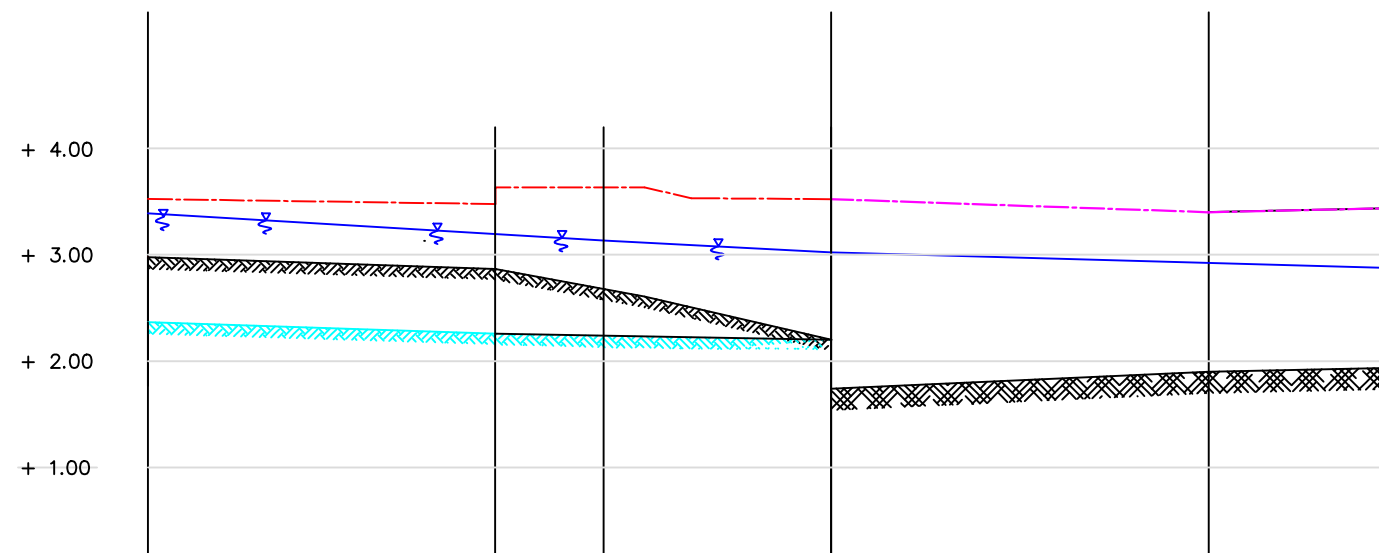




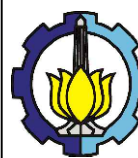
|  |                                   |        |        |        |        |        |        |        |
|--|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|  | NAMA SALURAN                      | SII H  | SII I  | SI 7   | SI 8   | SI 9   | SI 10  |        |
|  | JARAK ANTAR BANGUNAN (M)          | 309    | 147    | 469    | 124    | 449    | 121    |        |
|  | JARAK KOMULATIF ( m )             | 309    | 456    | 925    | 1049   | 1498   | 1619   |        |
|  | ELEVASI MEDAN / TANGGUL           | + 4.40 | + 4.45 | + 4.47 | + 3.92 | + 3.90 | + 3.75 | + 3.62 |
|  | ELEVASI MUKA AIR                  | + 4.30 | + 4.25 | + 4.27 | + 3.00 | + 3.10 | + 3.00 | + 3.00 |
|  | ELEVASI DASAR SALURAN             | + 3.64 | + 3.35 | + 3.37 | + 2.42 | + 2.40 | + 2.25 | + 2.12 |
|  | ELEVASI DASAR SALURAN NORMALISASI | + 3.64 | + 3.35 | + 3.37 |        |        |        |        |

## LONG SECTION

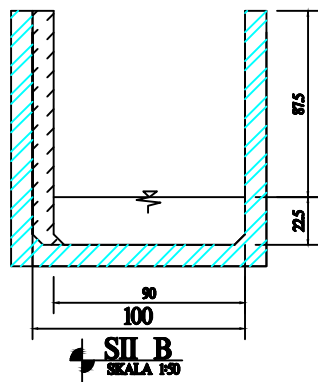




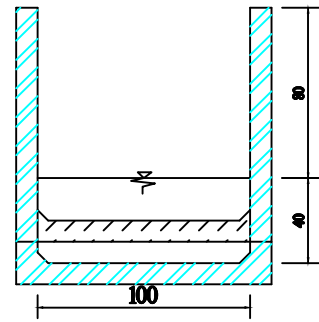
|   | NAMA SALURAN                      | SII E  | SII D  | SII G  | SI 4   | SI 5   |
|---|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|   | JARAK ANTAR BANGUNAN (M)          | 327    | 102    | 214    | 355    | 184    |
|   | JARAK KOMULATIF ( m )             | 327    | 429    | 643    | 998    | 1182   |
| — | ELEVASI MEDAN / TANGGUL           | + 3.11 | + 3.26 | + 3.26 | + 4.30 | + 3.62 |
| — | ELEVASI MUKA AIR                  | + 3.02 | + 2.82 | + 2.76 | + 3.00 | + 3.00 |
| ▨ | ELEVASI DASAR SALURAN             | + 2.61 | + 2.60 | + 2.31 | + 1.90 | + 1.94 |
| ▨ | ELEVASI DASAR SALURAN NORMALISASI | + 2.60 | + 2.60 | + 2.31 |        |        |



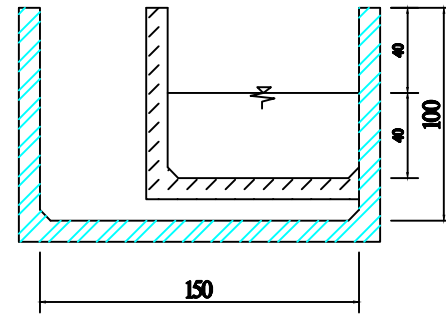




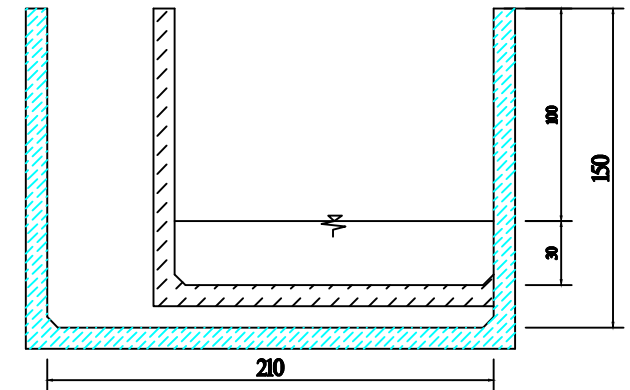
**SII B**  
SKALA 1:50



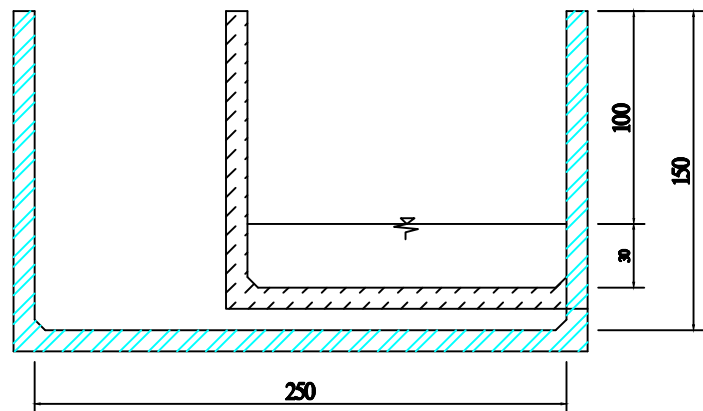
**SII C**  
SKALA 1:50



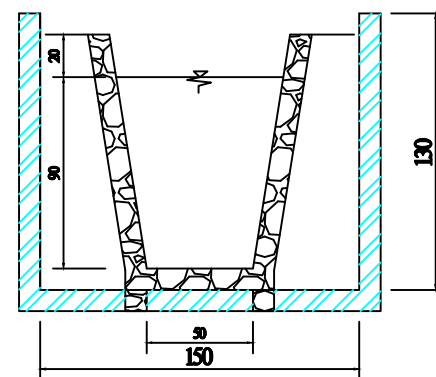
**SII D**  
SKALA 1:50



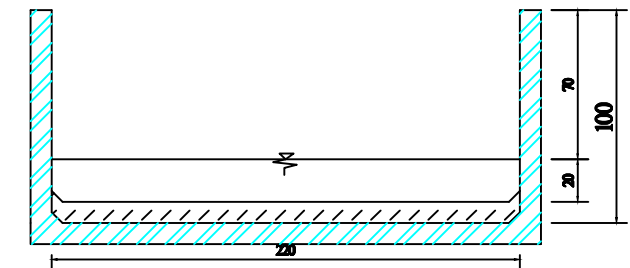
**SII H**  
SKALA 1:50



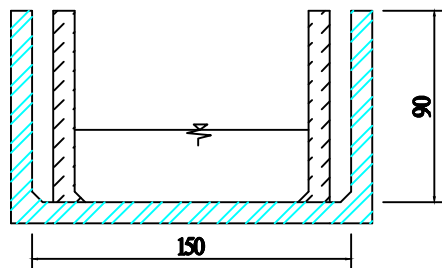
**SII I**  
SKALA 1:50



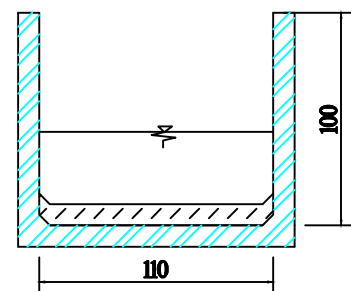
**SII K**  
SKALA 1:50



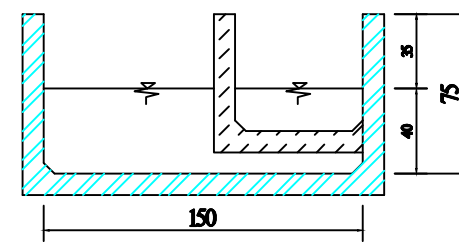
**SII L**  
SKALA 1:50



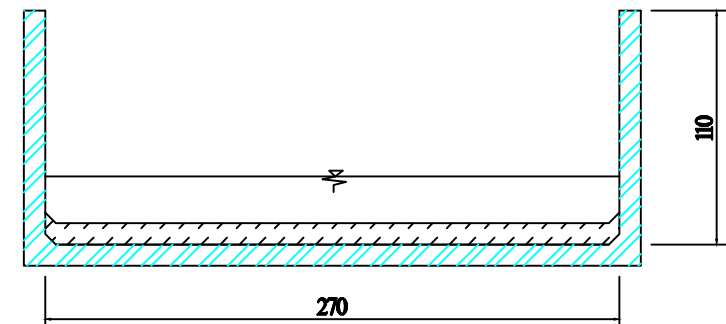
Saluran SII V  
skala 1 :50



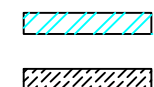
Saluran SII X  
skala 1 :50



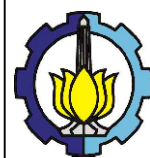
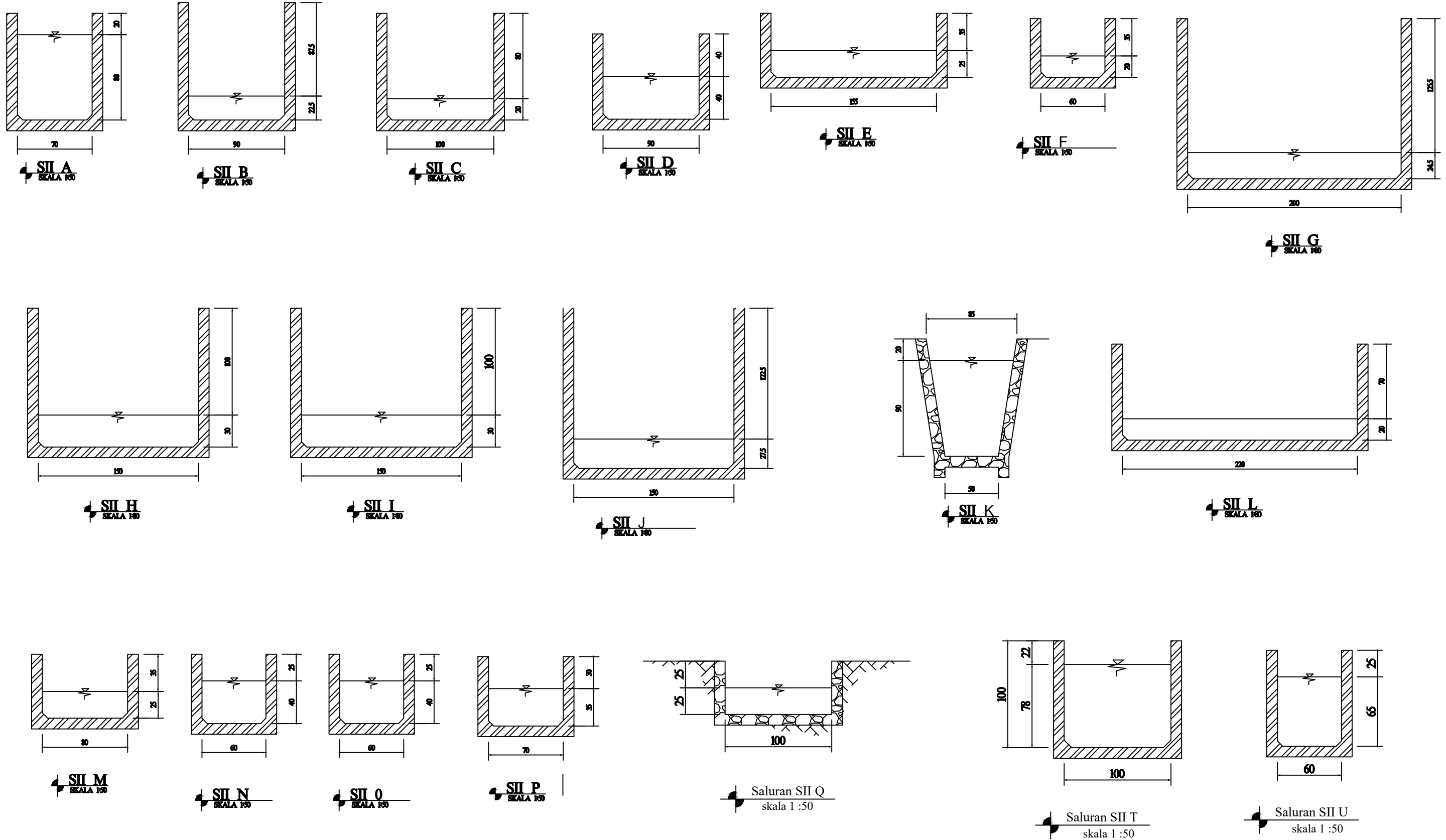
**SII F**  
SKALA 1:50



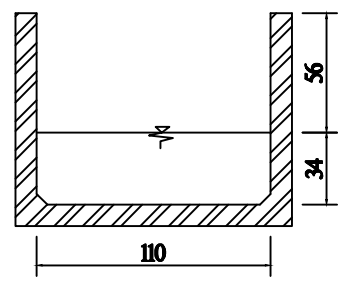
Saluran SII Z  
skala 1 :50



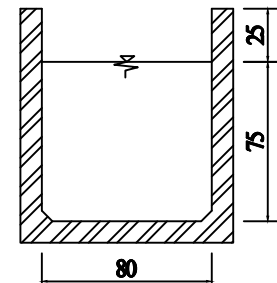
- Saluran Normalisasi
- Saluran Existing



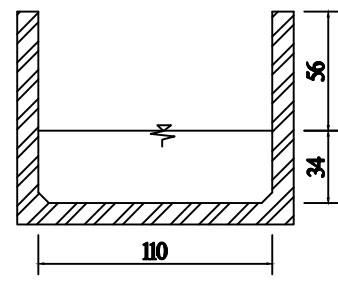
| JUDUL TUGAS AKHIR                                                                                   | NAMA / NRP MAHASISWA               | DOSEN PEMBIMBING 1      | JUDUL GAMBAR                                | SKALA      |               | KETERANGAN |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|------------|---------------|------------|
|                                                                                                     |                                    |                         |                                             | NO. LEMBAR | JUMLAH LEMBAR |            |
| PENDAYAGUNAAN KOLAM TAMPUNG SEBAGAI<br>UPAYA INTEGRASI PENANGGULANGAN BANJIR<br>KAMPUS ITS SUKOLILO | NASRULLAH SYABANI<br>1011130000062 | Ir. Edy Sumirman, MT.   | <b>Cros Saluran<br/>           Drainase</b> | <b>15</b>  | <b>20</b>     |            |
|                                                                                                     |                                    | DOSEN PEMBIMBING 2      |                                             |            |               |            |
|                                                                                                     |                                    | Dwi Indriyani, ST., MT. |                                             |            |               |            |



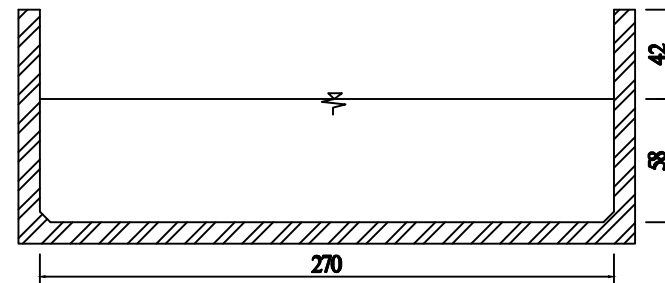
Saluran SII V  
skala 1 :50



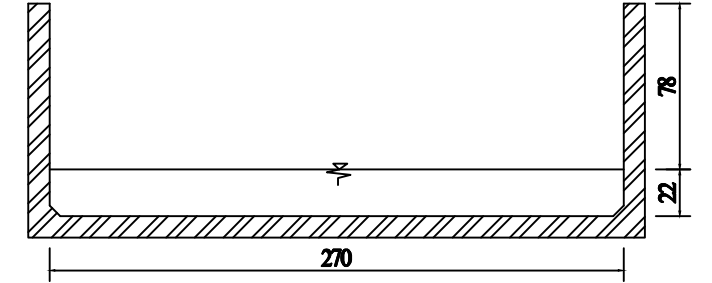
Saluran SII W  
skala 1 :50



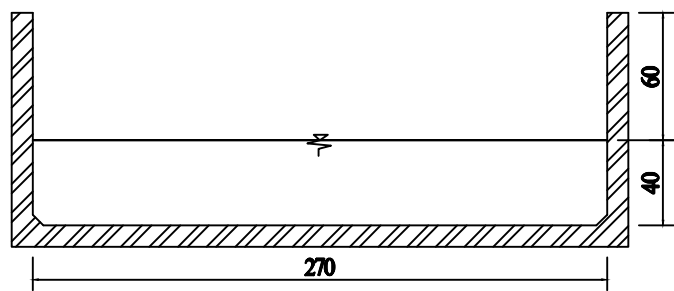
Saluran SII X  
skala 1 :50



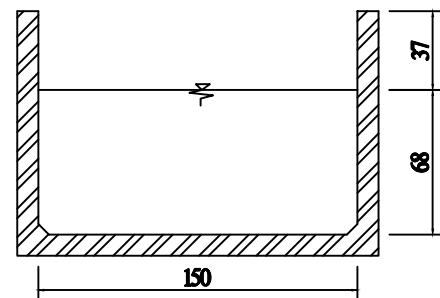
Saluran SII Y  
skala 1 :50



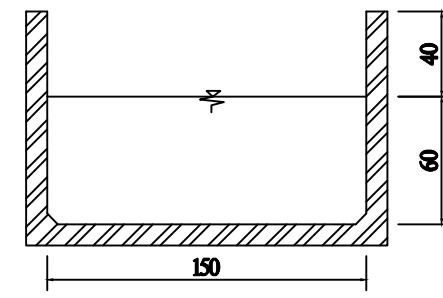
Saluran SII Z  
skala 1 :50



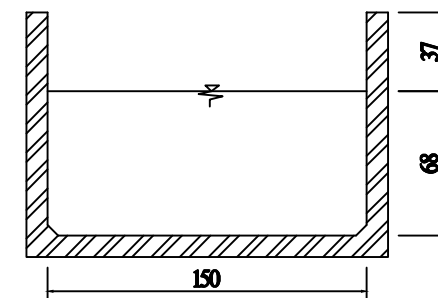
Saluran SII AA  
skala 1 :50



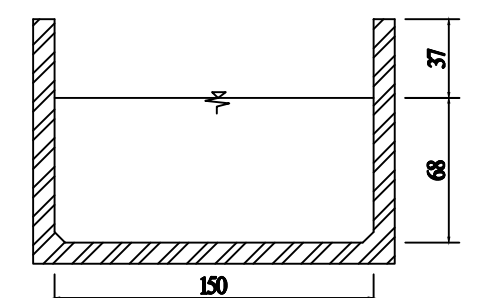
Saluran SII AB  
skala 1 :50



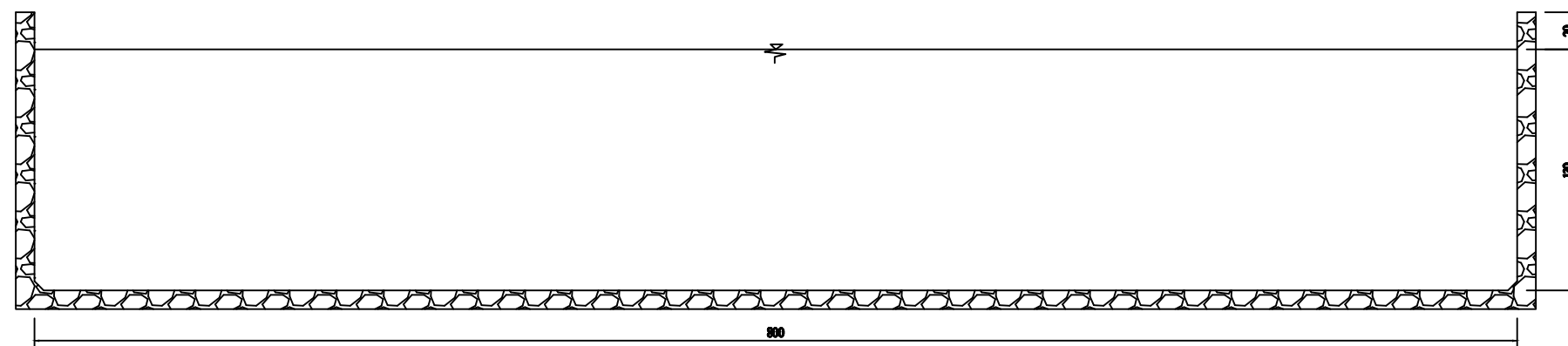
Saluran SII AC  
skala 1 :50



Saluran SII AD  
skala 1 :50

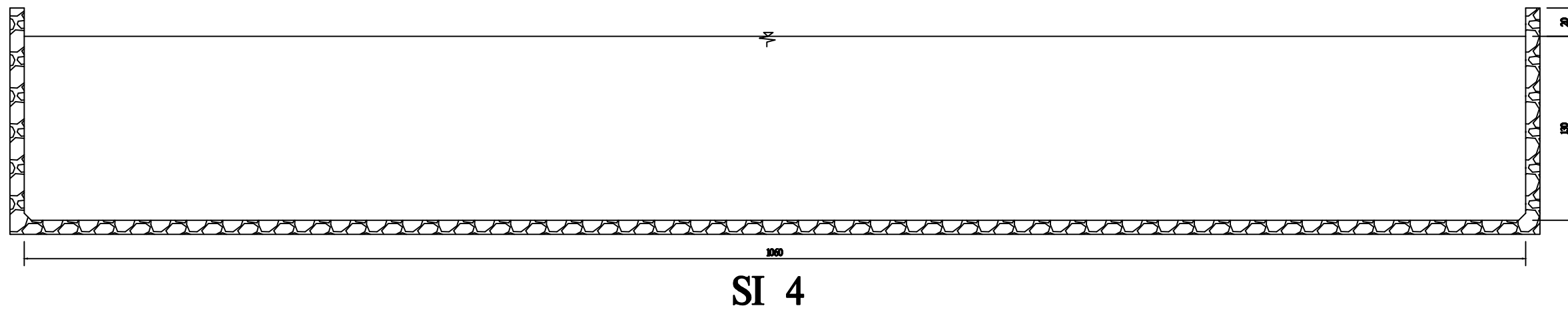
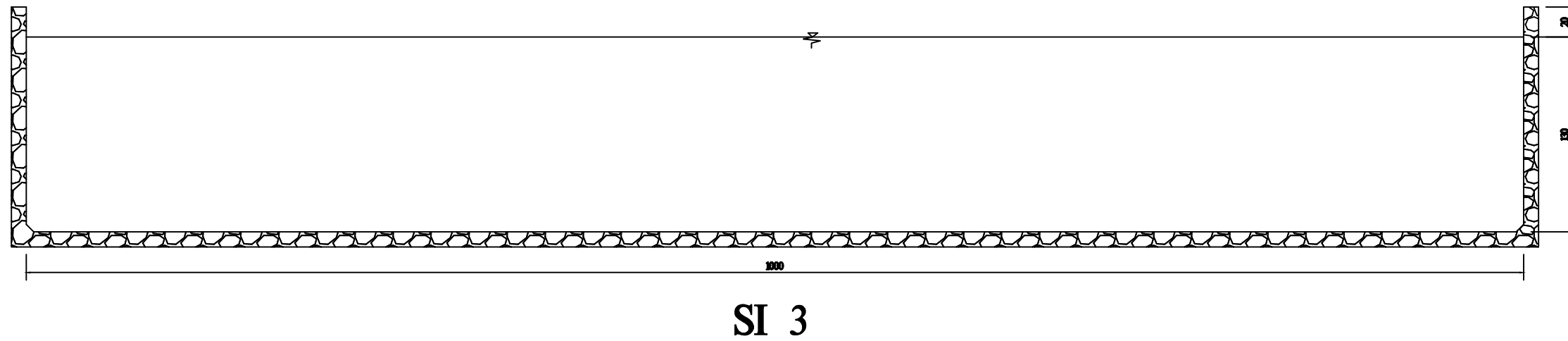
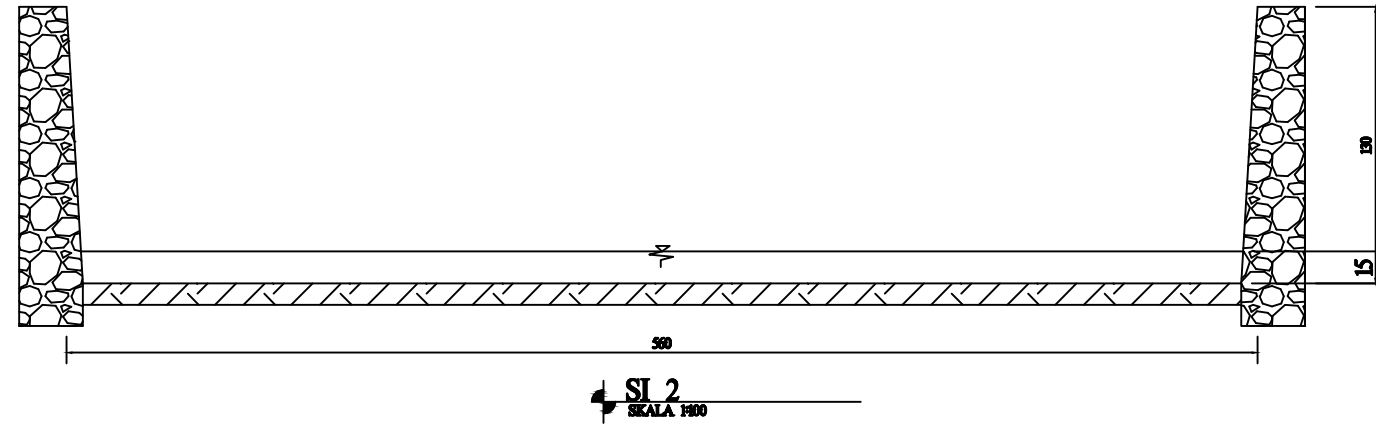


Saluran SII AE  
skala 1 :50

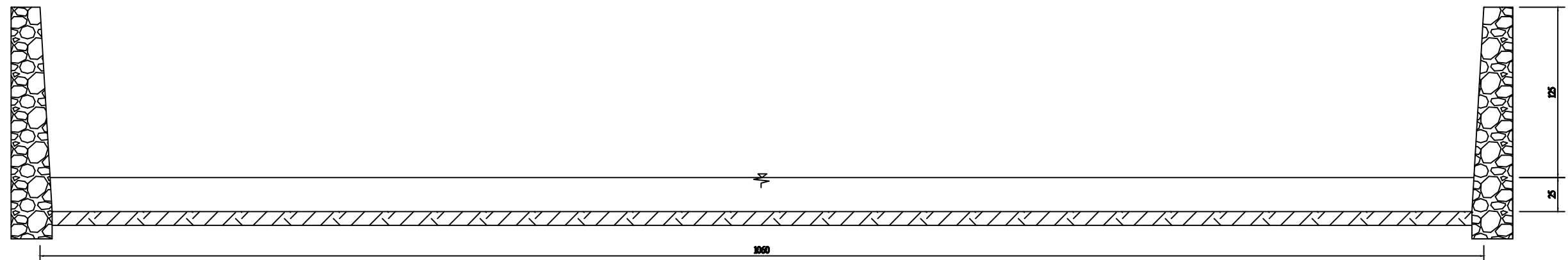


SII KEL, SI 1

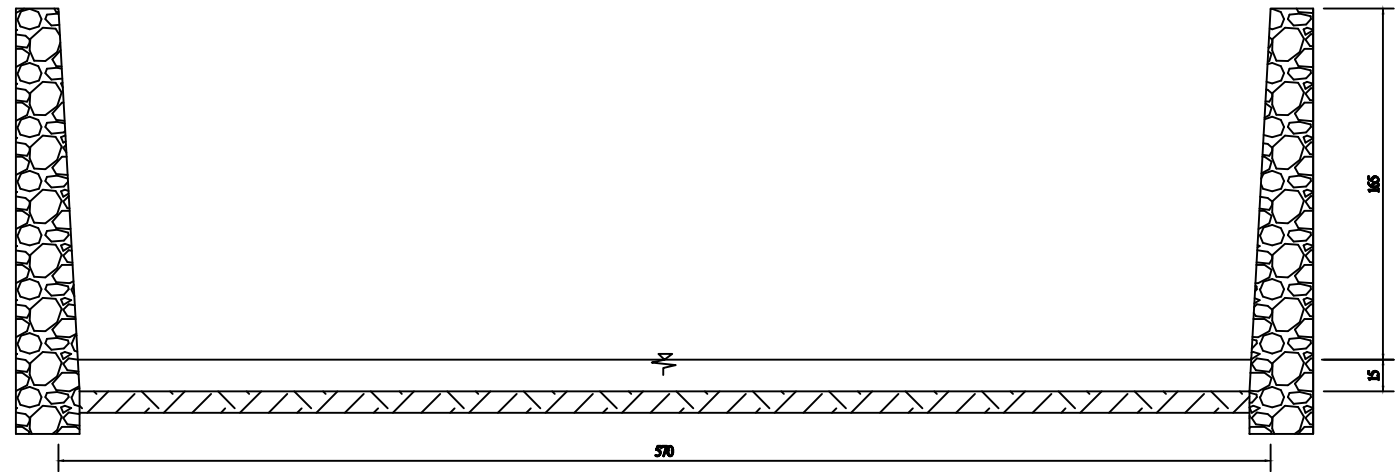
| PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL<br>DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL<br>INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER | JUDUL TUGAS AKHIR                                                                                   | NAMA / NRP MAHASISWA               | DOSEN PEMBIMBING 1                          | JUDUL GAMBAR            | SKALA                    |            | KETERANGAN |               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------|--------------------------|------------|------------|---------------|
|                                                                                                                        | PENDAYAGUNAAN KOLAM TAMPUNG SEBAGAI<br>UPAYA INTEGRASI PENANGGULANGAN BANJIR<br>KAMPUS ITS SUKOLILO | NASRULLAH SYABANI<br>1011130000062 | Ir. Edy Sumirman, MT.<br>DOSEN PEMBIMBING 2 | Dwi Indriyani, ST., MT. | Cros Saluran<br>Drainase | NO. LEMBAR |            | JUMLAH LEMBAR |
|                                                                                                                        |                                                                                                     |                                    |                                             |                         |                          | 16         |            | 20            |



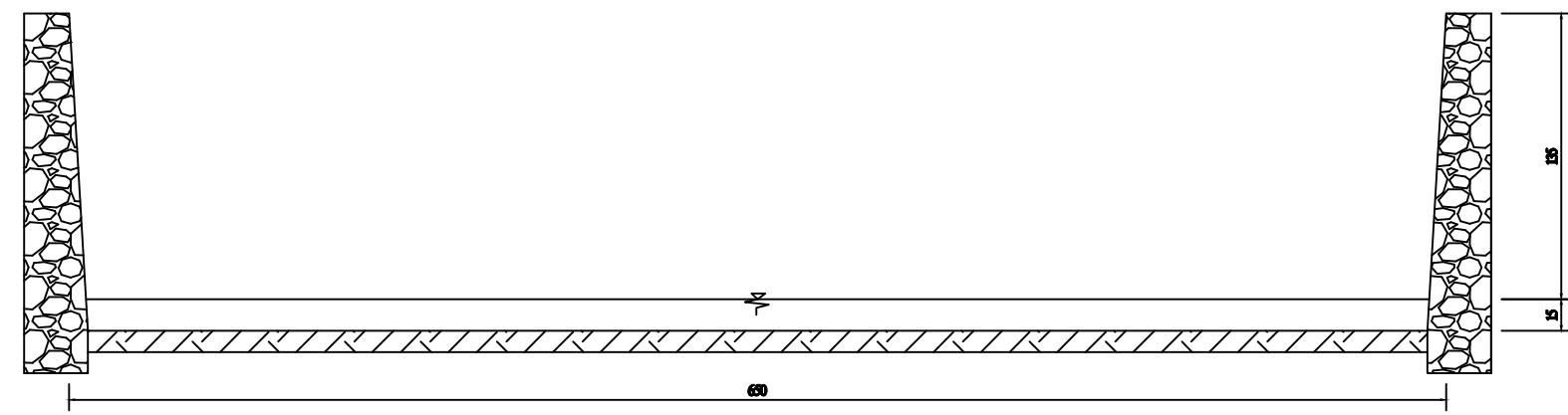
|                                                                                                                                                   |                                                                                                     |                                               |                                                        |                                           |              |               |                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------|---------------|-------------------|
| <b>PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL<br/>         DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL<br/>         INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</b> | <b>JUDUL TUGAS AKHIR</b>                                                                            | <b>NAMA / NRP MAHASISWA</b>                   | <b>DOSEN PEMBIMBING 1</b>                              | <b>JUDUL GAMBAR</b>                       | <b>SKALA</b> |               | <b>KETERANGAN</b> |
|                                                                                                                                                   | PENDAYAGUNAAN KOLAM TAMPUNG SEBAGAI<br>UPAYA INTEGRASI PENANGGULANGAN BANJIR<br>KAMPUS ITS SUKOLILO | <i>NASRULLAH SYABANI</i><br><br>1011130000062 | Ir. Edy Sumirman, MT.<br><br><b>DOSEN PEMBIMBING 2</b> | <b>Cros Saluran<br/>         Drainase</b> | NO. LEMBAR   | JUMLAH LEMBAR |                   |
|                                                                                                                                                   |                                                                                                     |                                               | Dwi Indriyani, ST., MT.                                |                                           | <b>17</b>    | <b>20</b>     |                   |



**SI 5**  
SKALA 1:100

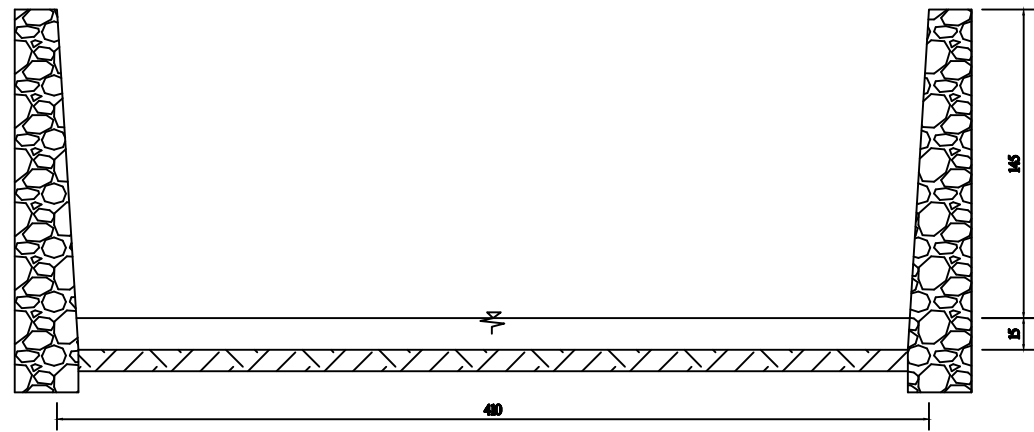


**SI 6,7**  
SKALA 1:100

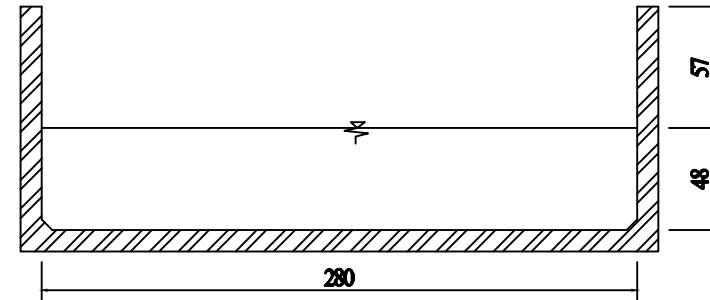


**SI 8,9,10**  
SKALA 1:100

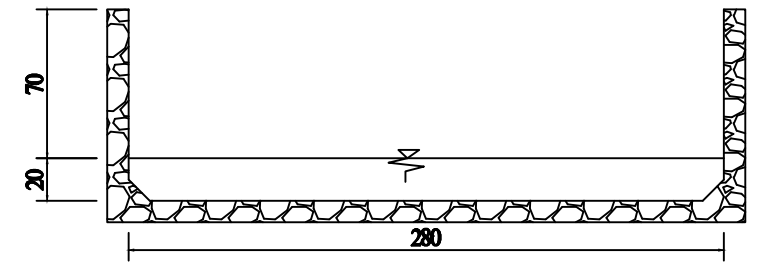
| JUDUL TUGAS AKHIR                                                                             | NAMA / NRP MAHASISWA              | DOSEN PEMBIMBING 1      | JUDUL GAMBAR          | SKALA      |               | KETERANGAN |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------|---------------|------------|
|                                                                                               |                                   |                         |                       | NO. LEMBAR | JUMLAH LEMBAR |            |
| PENDAYAGUNAAN KOLAM TAMPUNG SEBAGAI UPAYA INTEGRASI PENANGGULANGAN BANJIR KAMPUS ITS SUKOLILO | NARULLAH SYABANI<br>1011130000062 | Ir. Edy Sumirman, MT.   | Cros Saluran Drainase | 18         | 20            |            |
|                                                                                               |                                   | DOSEN PEMBIMBING 2      |                       |            |               |            |
|                                                                                               |                                   | Dwi Indriyani, ST., MT. |                       |            |               |            |



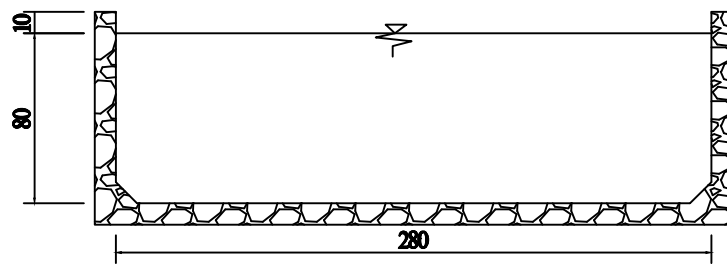
**SI 11**  
SKALA 1:50



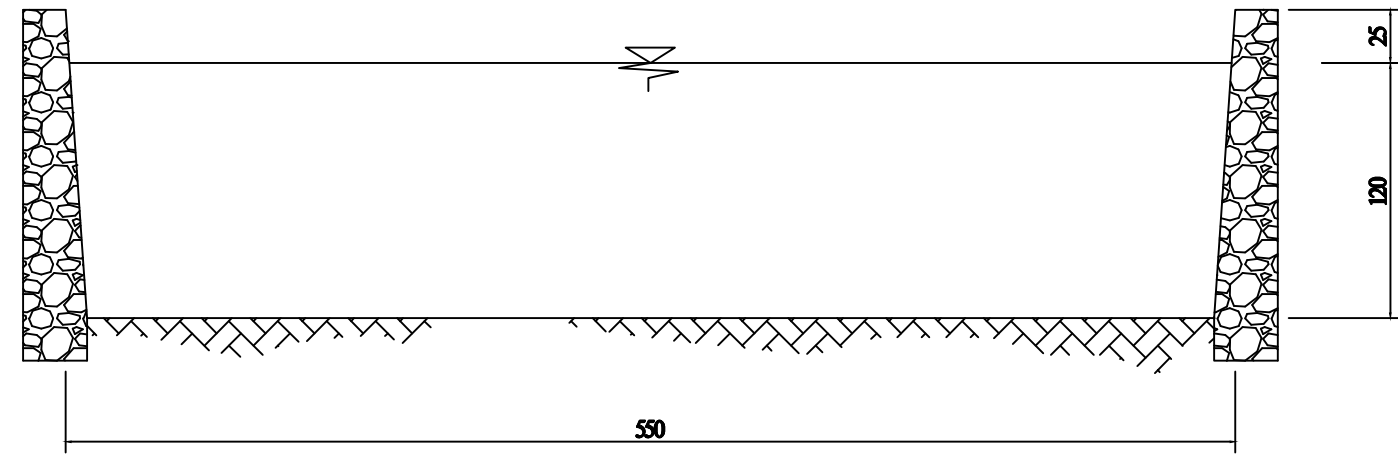
**Saluran SI 12**  
skala 1 :20



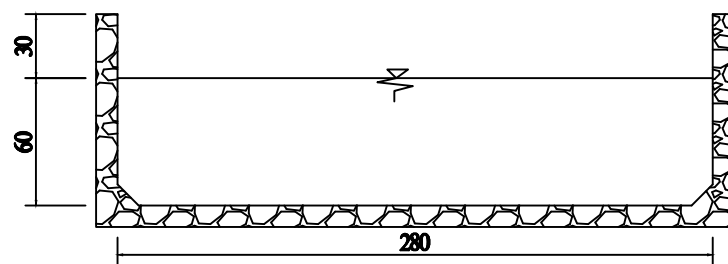
**Saluran SI 14**  
skala 1 :50



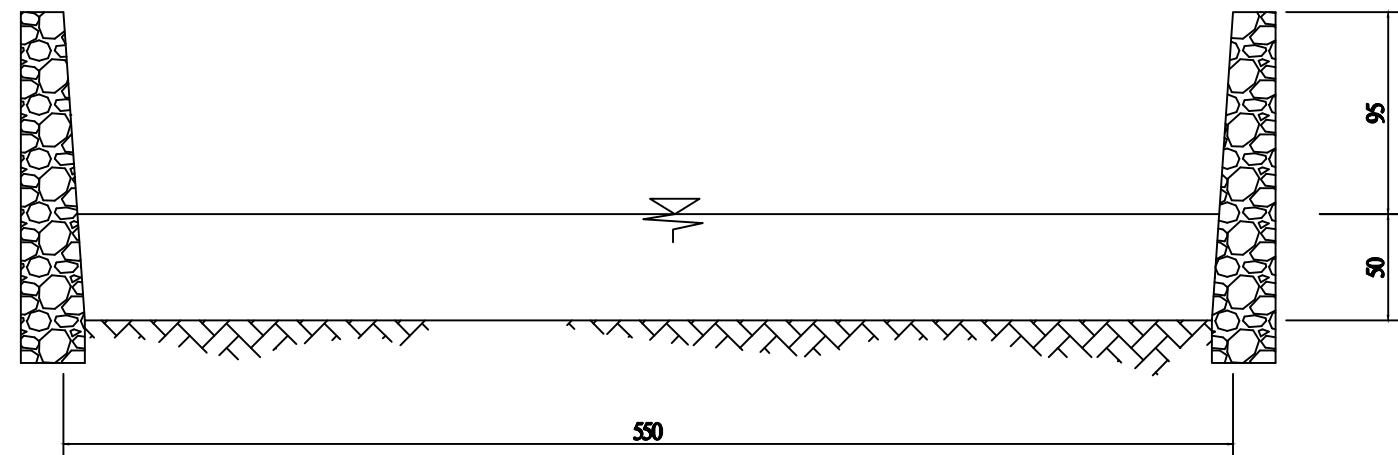
**Saluran SI 17**  
skala 1 :50



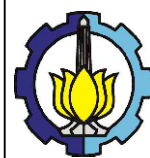
**Saluran SI 18**  
skala 1 :50



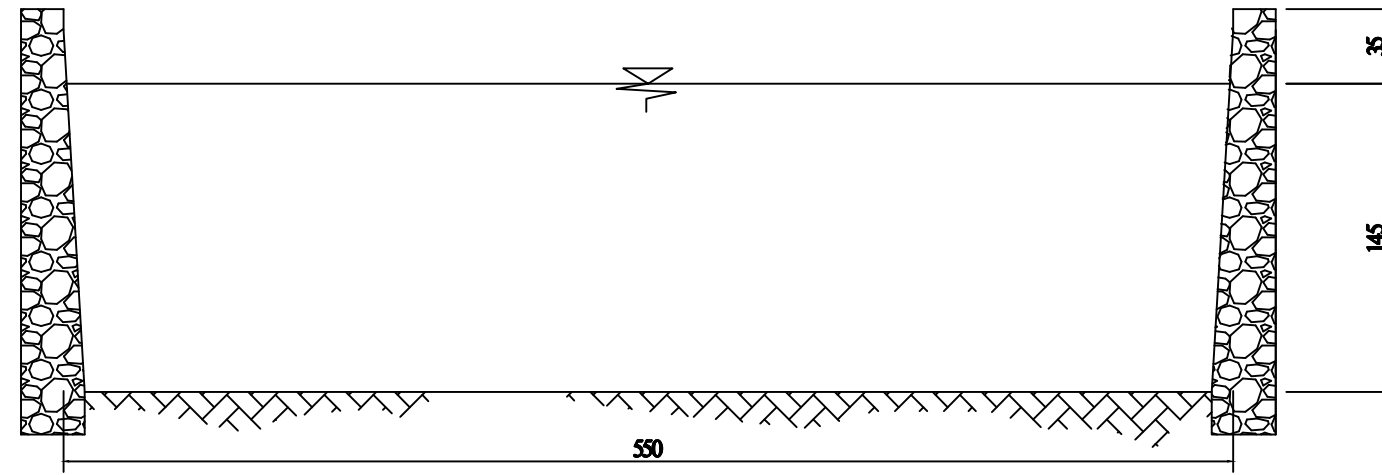
**Saluran SI 15**  
skala 1 :50



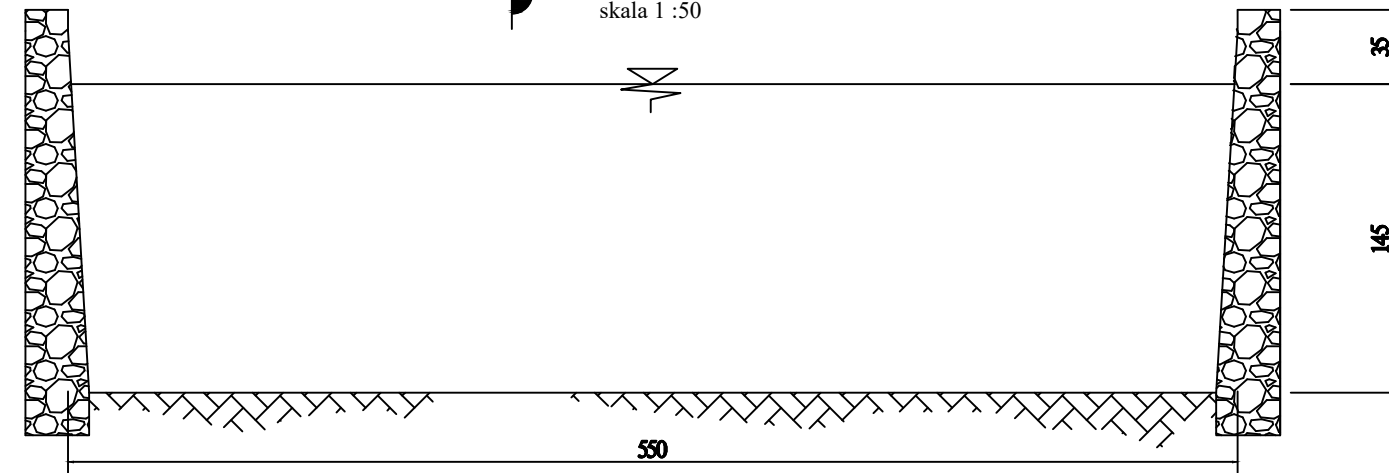
**Saluran SI 19**  
skala 1 :50



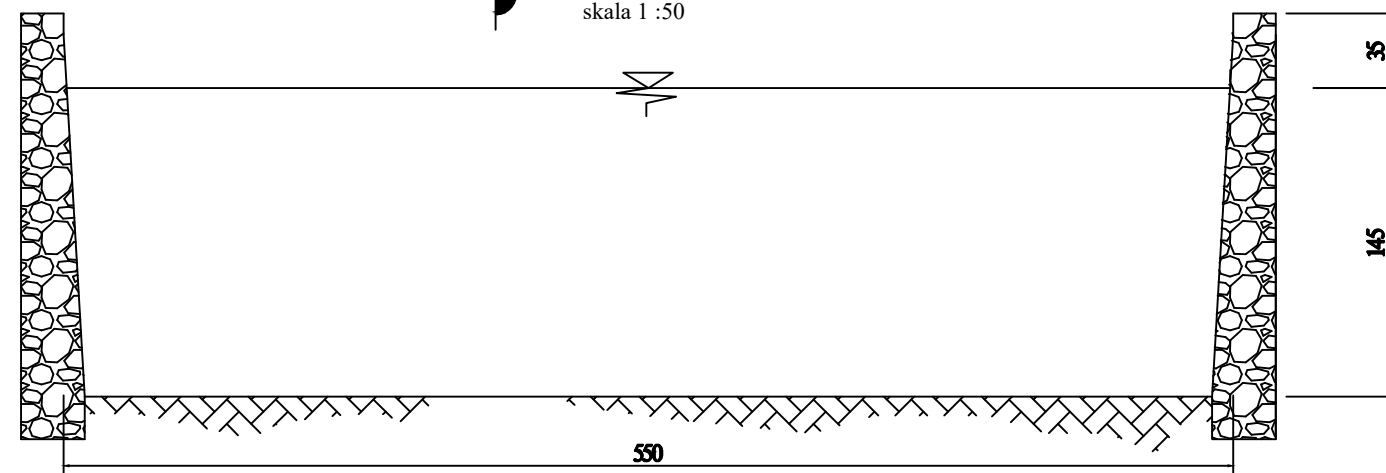
| JUDUL TUGAS AKHIR                                                                             | NAMA / NRP MAHASISWA               | DOSEN PEMBIMBING 1      | JUDUL GAMBAR                 | SKALA      |               | KETERANGAN |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------------------|------------|---------------|------------|
|                                                                                               |                                    |                         |                              | NO. LEMBAR | JUMLAH LEMBAR |            |
| PENDAYAGUNAAN KOLAM TAMPUNG SEBAGAI UPAYA INTEGRASI PENANGGULANGAN BANJIR KAMPUS ITS SUKOLILO | NASRULLAH SYABANI<br>1011130000062 | Ir. Edy Sumirman, MT.   | <b>Cros Saluran Drainase</b> | 19         | 20            |            |
|                                                                                               |                                    | DOSEN PEMBIMBING 2      |                              |            |               |            |
|                                                                                               |                                    | Dwi Indriyani, ST., MT. |                              |            |               |            |



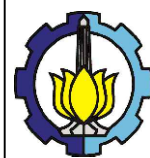
Saluran SI20  
skala 1 :50



Saluran SI ITS 1  
skala 1 :50



Saluran SI ITS  
skala 1 :50



| JUDUL TUGAS AKHIR                                                                             | NAMA / NRP MAHASISWA               | DOSEN PEMBIMBING 1      | JUDUL GAMBAR          | SKALA      |               | KETERANGAN |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------|---------------|------------|
|                                                                                               |                                    |                         |                       | NO. LEMBAR | JUMLAH LEMBAR |            |
| PENDAYAGUNAAN KOLAM TAMPUNG SEBAGAI UPAYA INTEGRASI PENANGGULANGAN BANJIR KAMPUS ITS SUKOLILO | NASRULLAH SYABANI<br>1011130000062 | Ir. Edy Sumirman, MT.   | Cros Saluran Drainase | 20         | 20            |            |
|                                                                                               |                                    | DOSEN PEMBIMBING 2      |                       |            |               |            |
|                                                                                               |                                    | Dwi Indriyani, ST., MT. |                       |            |               |            |

## **BIODATA PENULIS**



### **Nasrullah Syabani**

Penulis dilahirkan di Lamongan 05 Januari 1996. Merupakan anak pertama dari Empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Kemantren , SMPN 2 Paciran Lamongan, SMAN 1 Sidayu Gresik. Setelah lulus dari SMAN 1 Sidayu Gresik pada tahun 2013, penulis mulai mengejar lagi cita-citanya untuk kuliah di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dengan mengikuti SNMPTN,

tetapi penulis gagal di terima di ITS lewat jalur SNMPTN, kemudian penulis masih bersemangat mengejar cita-citanya lagi dengan mendaftar di Program Studi Diploma III ITS, dan akhirnya Allah SWT merestui penulis untuk melanjutkan studi di ITS dengan di terima di Jurusan Diploma III Teknik Sipil ITS pada tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP 10111300000062.



## **Nasrullah Syabani**

Mengucapkan Terima Kasih Kepada :

1. **Allah SWT.**

Yang senantiasa memberikan ujian dan cobaan agar menjadi hamba yang lebih baik. Yang selalu memberikan karunia dan nikmat kepada hamba mu ini, dan selalu mendengarkan Doa ku, yang selalu membantu dan bersama langkahku. Terima kasih ya Allah.

2. **Nabi Muhammad SAW.**

Shalawat serta salam selalu tercurahkan serta kupanjatkan kepadamu. Terima kasih telah menuntunku ke jalan yang lurus dan menjadi panutanku, engkau adalah manusia yang sempurna ya Rasul.

3. **Ibuku.**

Wanita yang paling aku sayangi di dunia ini. Terima kasih telah mendoakan, merawat dan menyayangi aku selalu. Maaf aku sudah banyak menyusahkan Ibu selama ini, semoga aku bisa membahagiakan ibuku yang tercinta.

4. **Ayahku.**

Pria hebat yang selalu menjadi panutan dan inspirasiku dalam menjalani hidup, terima kasih telah mendidik aku hingga aku bisa seperti ini ayah, maaf selama ini aku banyak membuat kesalahan, tetapi aku berjanji akan membuatmu bangga dan akan membahagiakanmu.

5. **Adikku.**

Untuk adikku jangan nakal dan yang pintar melebihi kakak mu, sukses selalu buat adik ku.

6. **Dosen Pembimbing 1 TA (Ir. Edy Sumirman, MT)**

Terima kasih telah membimbing kami untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan sangat sabar dan baik. Terima kasih untuk semua bantuan dan dukungan bapak, maaf sudah banyak merepotkan bapak.

**7. Dosen Pembimbing 2 TA (Dwi Indriyani, ST., MT)**

Terima kasih telah membimbing kami untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan sangat sabar dan baik. Terima kasih untuk semua bantuan dan dukungan ibu, maaf sudah banyak merepotkan ibu.

**8. HIMA D3TEKSI 2014-2015**

Terima kasih kepada kepala departemen olahraga dan seni serta kawan-kawan staf orseni sudah mempercayai aku menjadi bagian dari kalian, maaf banyak merepotkan kalian semua dalam mewujudkan program-program kerja.

**9. Warga D3TEKSI**

Untuk angkatanku tahun 2013 terima kasih atas support dan kerja samanya selama ini, kita masuk bersama-sama lulus juga bersama rek, maaf gak bisa sebutin satu-satu, sekali lagi terima kasih sebesar-besarnya kawan.