



TUGAS AKHIR - RC 14-1501

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE KAMPUS ITS SUKOLILO BAGIAN SELATAN

AHMAD MAHRUS ALI
NRP. 3115 105 008

Dosen Pembimbing I
Dr. techn. Umboro Lasminto, ST. M.Sc
NIP. 197212021998021001

Dosen Pembimbing II
Dr. Ir. Edijatno
NIP. 195203111980031003

PROGRAM STUDI LINTAS JALUR SARJANA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017



TUGAS AKHIR - RC 14-1501

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE KAMPUS ITS SUKOLILO BAGIAN SELATAN

AHMAD MAHRUS ALI
NRP. 3115 105 008

Dosen Pembimbing I
Dr. Techn. Umboro Lasminto, ST. MSc
NIP. 197212021998021001

Dosen Pembimbing II
Dr. Ir. Edijatno
NIP. 195203111980031003

PROGRAM STUDI LINTAS JALUR SARJANA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017



FINAL PROJECT - RC 14-1501

DRAINAGE PLANNING SYSTEM OF ITS SUKOLOLO CAMPUS SOUTH SECTION

AHMAD MAHRUS ALI
NRP. 3115 105 008

Advisor Lecturer I
Dr. Techn. Umboro Lasminto, ST. MSc
NIP. 197212021998021001

Advisor Lecturer II
Dr. Ir. Edijatno
NIP. 195203111980031003

**DEPARTEMENT OF CIVIL ENGINEERING FACULTY OF CIVIL
ENGINEERING AND PLAN SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF
TECHNOLOGY
SURABAYA 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE KAMPUS ITS SUKOLILO BAGIAN SELATAN DRAINAGE PLANNING SYSTEM OF ITS SUKOLILO CAMPUS SOUTH SECTION

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

AHMAD MAHRUS ALI
NRP. 3115 105 008

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Dr. Techn. Umboro Lasminto, ST. MSc. (Pembimbing I)
2. Dr. Ir. Edijatno. (Pembimbing II)



SURABAYA
JULI, 2017



Form AK/TA-04
rev01

PROGRAM STUDI S1 LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.1, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 601111

Telp.031-5996879, Fax.031-5947284

NAMA PEMBIMBING	:	EDIDATNO, Ir., Dr
NAMA MAHASISWA	:	AHMAD MAHRUS ALI
NRP	:	3115105008
JUDUL TUGAS AKHIR	:	PERENCANAAN SISTEM DRAINASE KAMPUS ITS SUKOLILO SURABAYA BAGIAN SELATAN
TANGGAL PROPOSAL	:	
NO. SP-MMTA	:	

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF DOSEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	12-04-17	- koreksi ulang hasil parameter Statistik dengan hasil dari ITS bagian utara		
2.	27-04-17	- Hati-hati debit masuk dari luar ITS - Perencanaan saluran baru di beberapa area ITS bagian selatan		
3.	10-05-17	- Periode ulang Tersier, Sekunder, Primer - Perhatikan perencanaan dimensi saluran - Cek kapasitas outflow kolamampung		
4.	29-05-17	- Cek apakah boezem yg tidak aman pernah meluber - Cek outflow dari pompa		
5.	09-06-17	- Lanjutkan pekerjaan routing boezem		



Form AK/TA-04
rev01

PROGRAM STUDI S1 LINTAS JALUR JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil lt.1, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111
Telp.031-5996879, Fax.031-5947284

NAMA PEMBIMBING	: Dr. Tech. UMBORO LASMINTO, ST. M.Sc
NAMA MAHASISWA	: AHMAD MAHRUS ALI
NRP	: 3115105008
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Sistem Drainase kampus ITS Sukolilo Surabaya Bagian Selatan
TANGGAL PROPOSAL	:
NO. SP-MMTA	:

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF DOSEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	12-04-17	<ul style="list-style-type: none">- Skema Jaringan- koefisien pengaliran- Perencanaan saluran baru		
2.	27-04-17	<ul style="list-style-type: none">- Perbaiki perhitungan Tc- Perbaiki perhitungan debit Sal Sekunder- Hitung debit dari luar		
3.	10-05-17	<ul style="list-style-type: none">- Perencanaan saluran baru sesuai master plan- kolamampung hujan sebatas pengurangan genangan disekitar kolam.		
4.	23-05-17	<ul style="list-style-type: none">- Redesain Saluran menggunakan boxtealut / Udit- Untuk bozem melintaskan Perambangan kapasitas I dan O, apabila mencukupi bisa k mem perhitungkan O		
5.	07-06-17	<ul style="list-style-type: none">- Fixkan saluran mana yg Perlu di redesain- Bozem pd Saluran dg cara routing- Penentuan pompa menggunakan hidrograf		

“PERENCANAAN SISTEM DRAINASE KAMPUS ITS SUKOLILO BAGIAN SELATAN “

Nama Mahasiswa : Ahmad Mahrus Ali
NRP : 3115.105.008
Jurusan : Lintas Jalur Teknik Sipil FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. tech. Umboro L, ST. MSc
Dr. Ir. Edijatno

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. Salah satu kawasan banjir di kampus ITS Sukolilo adalah pada Sistem Drainase kampus ITS Sukolilo bagian selatan yang berpembuang akhir ke sungai Kali Bokor. Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan tinggi genangan yang terjadi Berdasarkan survei yang telah dilakukan terdapat beberapa lokasi terjadinya genangan yang terdapat pada kampus ITS bagian selatan. Tinggi genangan yang terjadi rata rata berkedalaman 20 cm. Penyebab banjir yang terjadi di sub-sistem drainase kampus ITS pada umumnya di karenakan 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 ini meliputi analisa hidrologi, analisa hidrolika, dan analisa 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 SIII Perumdos 27, SIII Perumdos 32, SII A, SII O, SII T dan saluran SII X. Untuk cara menanggulangnya dilakukan redesign saluran. Selain itu terdapat beberapa perencanaan saluran baru pada beberapa wilayah sistem drainase ITS bagian selatan yang pada kondisi eksisting tidak memiliki saluran drainase, diantaranya yaitu saluran SIII Sawah 1, SIII Sawah 5, SIII Boezem 2 dan SIII Boezem 3. Dari hasil evaluasi kapasitas kolam tampung / boezem ada beberapa kolam tampung yang tidak dapat menampung debit inflow, yaitu kolam tampung 5 dan kolam tampung 6. Pada evaluasi kolam tampung 5 saluran outflow dari kolam tampung mampu menampung debit yang dialirkan. Sedangkan pada kolam tampung 6 debit outflow dialirkan melalui pompa air kesaluran buangan akhir yaitu Kali Bokor. Dari hasil perhitungan analisa pompa pada kolam tampung 6, pompa direncanakan sebanyak tiga buah dengan kapasitas masing-masing $0,5 \text{ m}^3/\text{det}$.

Kata Kunci : Perencanaan ulang, Drainase, Debit banjir

“DRAINAGE PALANNING SYSTEM OF ITS SUKOLOLO CAMPUS SOUTH SECTION“

Name of Student : Ahmad Mahrus Ali
NRP : 3115.105.008
Mayor : Lintas Jalur Teknik Sipil FTSP-ITS
Advisor Lecturer : Dr. tech Umboro L, ST. MSc
Dr. Ir. Edijatno

Abstract

Changes in land uses will increase the runoff coefficient, that eventually will also increase surface runoff discharges, which is often involve flood in Sukolilo ITS campus. One of the flood areas at the Sukolilo ITS campus is on the southern part of Sukolilo ITS Drainage System which ends on the Kali Bokor river. Based on the survey results that have been done, the height of the inundation that occur is about 20 cm depth. The causes of flooding in the ITS campus drainage sub-system are generally due to lack of capacity of channel, poorly or damaged channel, due to the large number of sediments or narrow channel dimensions. In addition, because at some point the location of the channel is not connected to the last channel so that involve the inundation.

The analysis that conducted on this Final Project is including hydrological analysis, hydraulics analysis, and pump analysis. The Hydrological Analysis calculates the rainfall plan using the distribution of the Pearson Type III Logs of two, five and ten years return periods, and also the calculation of the flood discharge plan using the rational method. The hydraulic analysis calculation is conducted to determine the capacity of existing channel cross section.

The result of the evaluation is done by comparing the existing discharge to the flood discharge plan. Based on the

calculation analysis, there are several dimensions of the existing channel that can not accommodate the flood discharge plan, namely SIII Perumdos 27, SIII Perumdos 32, SII A, SII O, SII T and SII X channel. For how to handle it is by redesign the channel. In addition there are several new channel design in some areas of the southern ITS drainage system which in existing condition does not have drainage line, such as SIII Sawah 1, SIII Sawah 5, SIII Boezem 2 and SIII Boezem 3. From the reservoir capacity evaluation , there are several reservoir that can't accommodate the inflow discharge, as the 5th reservoir and the 6th reservoir . In the 5th reservoir evaluation, the outflow discharge can streamed by gravity. While on the 6th boezem, the outflow discharge is streamed pass by water pump to the final sewage channel, Kali Bokor. From calculation result of the pump analysis on the 6th pool, it's planned 3 pump with $0.5 \text{ m}^3 / \text{s}$ capacity.

Keyword : Redesign, Drainage system, Flood discharge

KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas berkah dan karunia yang telah diberikan Allah SWT, yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam proses pengerjaan tugas akhir ini yang berjudul “Perencanaan Sistem Drainase Kampus ITS Sukolilo Bagian Selatan”.

Penulis juga menyadari bahwa dalam menyelesaikan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh sebab itu maka pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak –pihak yang sudah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung sampai pada akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan. Selain itu penulis juga menyadari bahwa dalam tugas akhir ini masih memiliki beberapa kekurangan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran agar penulis mampu memperbaiki kesalahannya.

Diharapkan dengan adanya tugas akhir ini pembaca dapat lebih menambah wawasan atau ilmu bidang teknik sipil khususnya dalam perencanaan sistem drainase.

Surabaya, 15 Juni 2017

Penulis

Daftar Isi

DAFTAR TABEL.....	x
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Lokasi Studi	4
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Analisa Hidrologi.....	7
2.1.1 Curah Hujan Rata-Rata Harian.....	7
2.1.2 Analisa Hujan Rencana	10
2.1.3 Uji Kesesuaian Distribusi.....	21
2.1.4 Analisa Debit Banjir Rencana	26
2.2 Analisa Hidrolika	31
2.2.1 Perencanaan Ulang Saluran.....	31
2.2.2 Analisa <i>Boezem</i> atau kolam tampung.....	35
2.2.3 Analisa Pompa.....	39
BAB III.....	41
METODOLOGI.....	41
3.1 Identifikasi Masalah.....	41
3.2 Studi Literatur	41

3.3	Pengumpulan Data	41
3.4	Analisa Data	42
3.4.1	Analisa Hidrologi	42
3.4.2	Analisa Hidrolika	42
3.5	Kesimpulan	43
3.6	Diagram Alir	43
BAB IV		45
ANALISA HIDROLOGI		45
4.1	Curah Hujan Rata-Rata Daerah.....	45
4.2	Curah Hujan Rencana.....	47
4.2.1	Parameter Dasar Setatistik.....	47
4.2.2	Metode Distribusi Log Person Tipe III	50
4.2.3	Uji Kecocokan Distribusi	53
4.2.3.1	Uji Chi Kuadrat	54
4.2.3.2	Uji Semirnov Kolmogorov	59
4.3	Analisa Debit Banjir Rencana	61
4.3.1	Sekema Jaringan.....	62
4.3.2	Koefisien Pengaliran (C).....	63
4.3.3	Intensitas Hujan.....	66
4.3.3	Debit Banjir Rencana	72
BAB V.....		81
ANALISA HIDROLIKA		81
5.1	Kapasitas Eksisting Saluran Tersier	81
5.2	Kapasitas Eksisting Saluran Sekunder	88
5.3	Kapasitas Eksisting Saluran Primer	90

5.4 Perencanaan Saluran Drainase	93
5.4.1 Perhitungan Redesign Saluran.....	94
5.4.2 Perhitungan Saluran Drainase Baru	96
5.5 Kolam Tampung (Boezem).....	99
5.5.1 Analisa Kolam Tampung	99
5.5.2 Debit Inflow dan Outflow Kolam Tampung	101
5.6 Analisa Kapasitas Pompa	106
BAB VI	111
KESIMPULAN DAN SARAN	111
6.1 Kesimpulan	111
5.2 Saran.....	112
DAFTAR PUSATAKA	113

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Studi Kampus ITS Sukolilo.....	4
Gambar 1.2 Peta Genangan Kampus ITS Sukolilo Bagian Selatan.....	5
Gambar 2.1 Polygon Thiessen.....	9
Gambar 2.2 Penampang Saluran Persegi Empat.....	33
Gambar 2.3 Penampang Saluran Trapesium.....	34
Gambar 2.4 Penampang Saluran Lingkaran.....	34
Gambar 2.5 Hdrograf Rasional $T_c = T_d$	36
Gambar 2.6 Hidrograf Rasional $T_c < T_d$	36
Gambar 2.7 Pengaliran secara gravitasi.....	38
Gambar 2.8 Pengaliran dengan bantuan pompa.....	38
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	44
Gambar 4.1 Peta DAS dan luas pengaruh stasiun hujan.....	46
Gambar 4.2 Sekema jaringan ITS bagian selatan.....	62
Gambar 4.3 Pembagian chatchment area sistem drainase ITS bagian selatan.....	66
Gambar 5.1 Penampang saluran persegi.....	81
Gambar 5.2 Penampang saluran trapesium.....	83
Gambar 5.3 Chatchment saluran yang tidak aman, full bank dan perencanaan saluran baru.....	94
Gambar 5.4 Pembagian Chatchment kolam tampung atau boezem.....	100
Gambar 5.5 Grafik inflow kolam tampung 6.....	106
Gambar 5.6 Grafik hubungan inflow dan outflow kolam tampung.....	110

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat Nilai Parameter statistic untuk berbagai distribusi Probabilitas	13
Tabel 2.2 Nilai Variabel Reduksi Gauss.....	14
Tabel 2.3 Reduce Variate, Ytr	16
Tabel 4. 1 Curah hujan maksimum.....	47
Tabel 4. 2 Perhitungan parameter dasar setatistik	48
Tabel 4. 3 Penentuan distribusi curah hujan.....	50
Tabel 4. 4 Perhitungan Moetode Log Person Tipe III	51
Tabel 4. 5 Nilai K distribusi log person tipe III.....	53
Tabel 4. 6 Perhitungan Chi Kuadrat untuk Log Person Tipe III	54
Tabel 4. 7 Nilai Variabel Reduksi Gauss.....	56
Tabel 4. 8 Perhitungan Chi Kuadrat	57
Tabel 4. 9 Nilai chi kuadrat teoritis	58
Tabel 4. 10 Perhitungan Semirnov Kolmogorov untuk Log Person Tipe III.....	59
Tabel 4. 11 Nilai kritis untuk uji Smirnov Kologorov.....	61
Tabel 4. 12 Perhitungan koefisien lahan (C) gabungan.....	64
Tabel 4. 13 Nilai koefisien kekasaran saluran	68
Tabel 4. 14 Hasil perhitungan waktu konsentrasi (Tc).....	70
Tabel 4. 15 Hasil perhitungan debit banjir rencana saluran tersier.....	74
Tabel 4. 16 Hasil perhitungan debit banjir rencana saluran sekunder	77
Tabel 4. 17 Hasil perhitungan debit banjir rencana saluran primer	79
Tabel 5. 1 Kontrol kapasitas saluran tersier.....	86
Tabel 5. 2 Kontrol kapasitas saluran sekunder	90
Tabel 5. 3 Kontrol kapasitas saluran primer	92
Tabel 5. 4 Daftar redesign saluran dan penambahan saluran baru.....	93

Tabel 5. 5 Hasil perhitungan redesign saluran dan perencanaan saluran baru	98
Tabel 5. 6 Perhitungan analisa kolam tampung atau boezem	100
Tabel 5. 7 Perhitungan routing kapasitas kolam tampung...	105
Tabel 5. 8 Perhitungan analisa kapasitas pompa	108

“ Halaman ini sengaja dikosongkan “

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan perguruan tinggi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya yang semakin pesat ini membuat pengelolaan sarana dan prasarana sistem drainase yang telah dilakukan seolah-olah “jauh tertinggal“ dibandingkan dengan pembangunan gedung-gedung baru sebagai penunjang semakin bertambahnya jumlah mahasiswa ITS. Perubahan-perubahan fungsi lahan tersebut semakin memperbesar koefisien pengaliran yang pada akhirnya juga akan memperbesar debit limpasan permukaan, hal inilah yang seringkali mengakibatkan terjadinya banjir di kawasan kampus ITS.

Salah satu kawasan banjir di kampus ITS adalah pada bagian selatan yang berpembuang akhir pada kali bokor. Berdasarkan survei yang telah dilakukan terdapat beberapa lokasi terjadinya genangan yang terdapat pada kampus ITS bagian selatan. Tinggi genangan yang terjadi rata rata berkedalaman 20 cm. Lokasi genangan pada kampus ITS bagian selatan dapat dilihat pada gambar 1.2 (Peta Genagan Kampus ITS bagian selatan)

Penyebab banjir yang terjadi di sub-sistem drainase kampus ITS pada umumnya di karenakan 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. Hal tersebut tentunya mempengaruhi kenyamanan dan efektifitas warga kampus ITS Sukolilo dalam kesehariannya.

Sistem Drainase kampus ITS memiliki bangunan pengendali banjir yaitu berupa *boezem*, pompa air dan pintu air

tetapi kenyataannya masih mengalami genangan di beberapa tempat. Sehingga diperlukan tinjauan kembali mengenai kemampuan dari sistem tersebut untuk menampung hujan yang ada.

Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu dilakukan suatu upaya perencanaan ulang baik skema jaringan drainase dan dimensi saluran sesuai dengan kapasitas debit dalam periode ulang 2, 5, 10 tahunan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merencanakan skema jaringan kampus ITS Sukolilo bagian selatan yang sesuai dengan master plan drainase pengembangan ITS sukolilo ?
2. Berapa debit rencana sistem drainase Kampus ITS Sukolilo Surabaya periode ulang 10 tahun ?
3. Berapakah dimensi saluran tersier, sekunder dan primer pada sistem Drainase Kampus ITS Sukolilo Surabaya ?
4. Berapakah kapasitas *boezem* yang harus direncanakan untuk mengendalikan debit banjir ?
5. Berapakah kapasitas pompa yang dibutuhkan untuk dapat memompa air dari dalam *boezem* menuju saluran saat muka air saluran sedang tinggi.

1.3 Tujuan

1. Membuat Skema Jaringan Baru untuk Sistem Drainase Kampus ITS Sukolilo bagian selatan yang sesuai dengan master plan drainase pengembangan ITS sukolilo.
2. Menghitung debit banjir rencana periode ulang 2, 5, 10 tahun pada sistem drainase Kampus ITS Sukolilo Surabaya.

3. Merencanakan dimensi saluran tersier, sekunder dan primer pada Sistem Drainase Kampus ITS Sukolilo Surabaya.
4. Merencanakan kapasitas Tampungan *boezem* agar dapat menampung debit banjir Kampus ITS Sukolilo bagian selatan.
5. Merencanakan kapasitas pompa agar bisa memenuhi kapasitas debit yang dibutuhkan untuk mengalirkan air dari *boezem* menuju ke saluran.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah:

1. Perencanaan sistem drainase hanya meliputi luas wilayah Kampus ITS Sukolilo Surabaya bagian selatan yang menjadikan kali bokor sebagai buangan akhir.
2. Debit yang berasal dari limbah rumah tangga diabaikan.
3. Analisa perhitungan mengutamakan pada permasalahan aliran dalam sistem drainase sedangkan analisa biaya tidak dibahas.

1.5 Manfaat

Perencanaan ulang ini diharapkan dapat memberikan solusi ataupun alternative pada kawasan kampus ITS agar dapat menanggulangi permasalahan genangan / banjir yang dapat merugikan warga kampus ITS dan masyarakat sekitar.

1.6 Lokasi Studi

Lokasi Studi berada di kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS). Secara geografis dibatasi oleh :

- Sebelah utara : Sistem drainase kampus ITS bagian utara.
- Sebelah timur : Sistem drainase kejawan putih tambak.
- Sebelah selatan : Sungai kali bokor.
- Sebelah barat : Sistem drainase Gebang putih.

lebih jelasnya lokasi studi pada Gambar 1.1 dan peta lokasi genangan pada gambar 1.2



Gambar 1.1 Lokasi Studi Kampus ITS Surabaya

(sumber : Google Maps.Com)



Gambar 1.2 Peta genangan Kampus ITS Surabaya
(sumber : Google Maps.Com)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi merupakan analisa awal dalam perencanaan sistem drainase kampus ITS Sukolilo bagian selatan untuk mengetahui besarnya debit banjir rencana dengan periode ulang tertentu (Qth). Untuk memperkirakan besarnya banjir rencana yang sesuai, analisa hidrologi mempunyai peranan penting dalam perhitungan dapat digunakan data suatu sungai atau saluran atau curah hujan yang nantinya akan diolah menjadi debit rencana.

2.1.1 Curah Hujan Rata-Rata Harian

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

2.1.1.1 Metode Aritmatik

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

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

Dimana :

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

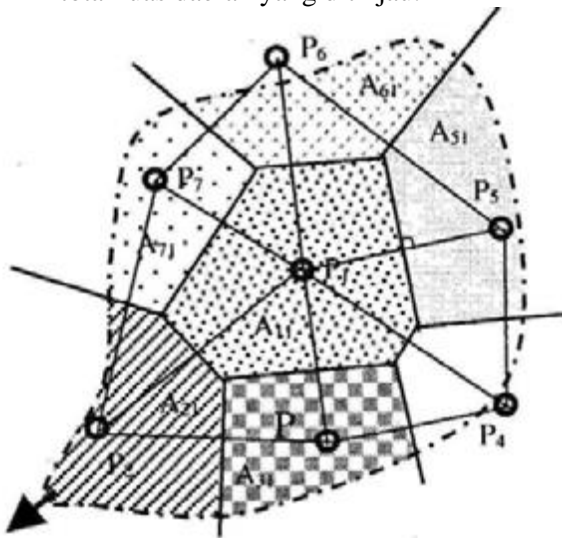
Cara ini akan memberikan hasil yang dapat dipercaya jika stasiun hujan ditempatkan secara merata pada area yang dihitung, dan hasil dari perhitungan masing-masing stasiun hujan tidak menyimpang jauh dari nilai rata-rata seluruh stasiun hujan di area yang dihitung.

2.1.1.2 Metode Polygon Thiessen

Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata, pada metode ini stasiun hujan minimal yang digunakan untuk perhitungan adalah tiga stasiun hujan. Hitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari tiap stasiun.

Prosedur penerapan metode ini meliputi langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Stasiun hujan digambar pada peta daerah yang ditinjau. Antar stasiun hujan dibuat garis lurus penghubung sehingga membentuk segitiga.
- b. Tiap-tiap sisi segitiga dibuat garis berat sehingga saling bertemu dan membentuk suatu *polygon* yang mengelilingi setiap stasiun. Tiap stasiun mewakili luasan yang dibentuk oleh *polygon*, sedangkan untuk stasiun yang berada di dekat batas daerah, garis batas daerah membentuk batas tertutup dari *polygon*.
- c. Luas areal pada tiap-tiap *polygon* dapat diukur, kemudian dikalikan dengan kedalaman hujan di tiap *polygon*. Hasil jumlah hitungan tersebut dibagi dengan total luas daerah yang ditinjau.



Gambar 2.1. Polygon Thiessen (Suripin, 2004).

d. Hujan rata-rata DAS dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P = \frac{P_1 \cdot A_1 + P_2 \cdot A_2 + \dots + P_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

P_1, P_2, \dots, P_n = curah hujan tercatat di stasiun hujan

1, 2, ..., n

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

n = banyaknya stasiun hujan

2.1.2 Analisa Hujan Rencana

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

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

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

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

- a. Nilai rata-rata (mean), dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

\bar{X} = nilai rata-rata dihitung;

X_i = data dalam sampel

n = jumlah tahun pengamatan

(Sumber: Soewarno, 1995)

- b. Standar deviasi (Sd), dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

Sd = standar deviasi

X_i = data dalam sampel

\bar{X} = nilai rata-rata dihitung

n = jumlah tahun pengamatan

(Sumber: Soewarno, 1995)

- c. Koefisien kemencengan/ Skewness, adalah satu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi. Dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$Cs = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

Cs = koefisien kemencengan

X_i = data dalam sampel

\bar{X} = nilai rata-rata hitung

n = jumlah tahun pengamatan

Sd = standart deviasi
(Sumber: Soewarno, 1995)

- d. Koefisien variasi, adalah nilai perbandingan antara deviasi standart dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi. Dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

Cv = Koefisien variasi;

Sd = standart deviasi

\bar{X} = nilai rata-rata dihitung;

(Sumber: Soewarno, 1995)

- e. Koefisien ketajaman/ kurtosis, digunakan untuk menentukan keruncingan kurva distribusi. Dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$Ck = \frac{n^2 \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

Ck = Koefisien ketajaman;

X_i = data dalam sampel;

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

n = jumlah tahun pengamatan

Sd = standart deviasi

(Sumber: Soewarno, 1995)

Perhitungan curah hujan rencana dihitung dengan analisis distribusi frekuensi. Distribusi frekuensi yang digunakan diantaranya adalah distribusi normal, distribusi gumbel, distribusi log pearson tipe III.

Setiap distribusi memiliki syarat-syarat parameter statistik. Adapun syarat-syarat parameter statistik adalah :

Tabel 2.1 Syarat Nilai Parameter statistic untuk berbagai distribusi Probabilitas

No	Distribusi	Persyaratan
1	Normal	$Cs = 0$
		$Ck = 3$
2	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3 Cv$
		$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$
3	Gumbel	$Cs = 1.14$
		$Ck = 5.4$
4	Log Pearson III	Selain dari nilai diatas / flexibel

(Sumber : Bambang Triatmodjo, 2009)

2.1.2.1 Distribusi Normal (Gauss)

Distribusi normal banyak digunakan dalam analisis hidrologi, misalnya dalam analisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi rata-rata curah hujan tahunan, dan debit rata-rata tahunan.

$$X_T = \bar{X} + K. Sd \dots\dots\dots (2.7)$$

Dimana :

X_T = nilai hujan rencana yang terjadi dengan periode ulang T- tahunan (mm)

\bar{X} = nilai rata-rata hitung (mm)

Sd = standar deviasi

K = konstanta

(Sumber: Soewarno, 1995)

Tabel 2.2 Nilai Variabel Reduksi Gauss

Periode Ulang	Peluang	k
T (tahun)		
1,001	0,999	-3,05
1,005	0,995	-2,58
1,01	0,99	-2,33
1,05	0,95	-1,64
1,11	0,9	-1,28
1,25	0,8	-0,84
1,33	0,75	-0,67
1,43	0,7	-0,52
1,67	0,6	-0,25
2	0,5	0
2,5	0,4	0,25
3,33	0,3	0,52
4	0,25	0,67
5	0,2	0,84
10	0,1	1,28
20	0,05	1,64
50	0,2	2,05
100	0,01	2,33

(Sumber: Soewarno, 1995)

2.1.2.2 Distribusi Log Normal

Distribusi Log Normal, merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu dengan mengubah varian X menjadi nilai logaritmik varian X .

$$\log X = \overline{\log \bar{X}} + K \cdot \overline{Sd \log \bar{X}} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

X = Besarnya curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang T tahun

Sd = Standar deviasi

\bar{X} = nilai rata-rata data hujan

K = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang.

Nilai K dapat dilihat pada tabel nilai variabel reduksi *Gauss*.

(Sumber: Soewarno, 1995)

2.1.2.3 Distribusi Gumbel

Perhitungan hujan rencana dengan metode distribusi gumbel adalah :

$$X_T = \bar{X} + K \cdot S \dots\dots\dots (2.9)$$

$$X_T = \bar{X} + Sd \cdot \left(\frac{Y_T - Y_N}{S_n} \right) \dots\dots\dots (2.10)$$

$$Y_T = -\ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana :

X_T = nilai hujan rencana yang terjadi dengan periode ulang T - tahunan (mm)

\bar{X} = nilai rata-rata hitung (mm)

Sd = deviasi standart

Y_T = nilai reduksi variant dari variable yang diharapkan terjadi pada periode ulang T tahun. (Tabel 2.4)

- Y_n = nilai rata-rata dari reduksi variant, nilai tergantung pada jumlah data (Tabel 2.5)
 S_n = nilai deviasi standart reduksi varian, nilai tergantung pada jumlah data (Tabel 2.6)
 K = faktor frekwensi
 (Sumber: Soemarto 1999)

Tabel 2.3 Reduce Variate, Y_{tr}

Periode Ulang T (tahun)	Reduce Variate, Y_{tr}
2	0,3668
5	1,5004
10	2,2510
20	2,9709
25	3,1993
50	3,9028
100	4,6012

(Sumber: Soemarto 1999)

Tabel 2. 4 Nilai Rata- Rata Varian (Reduce Mean, Yn)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,507	0,51	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,522
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,532	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,538	0,5388	0,5396	0,5403	0,541	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,553	0,5533	0,5535	0,5538	0,554	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,555	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,557	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,558	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,56	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,561	0,5611

(Sumber: Soewarno, 1995)

Tabel 2. 5 Nilai Deviasi Standart Reduksi Varian (Sn)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,108
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,148	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,159
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,177	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,189	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,193
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,198	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,202	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2005	1,2006
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,209	1,2093	1,2096

(Sumber: Soewarno, 1995)

2.1.2.4 Distribusi Log Pearson Type III

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

$$\text{Log } R = \overline{\text{Log } R} + k. (\overline{Sd \text{Log } R}) \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :

$\text{Log } R$ = logaritma curah hujan dalam periode ulang T tahun (mm)

$\overline{\text{Log } R}$ = nilai rata-rata, dengan rumus :

K = Faktor sifat distribusi Log Pearson Type III yang merupakan fungsi dari besarnya C_s

$$\overline{\log R} = \frac{\sum \log R}{n} \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana :

n = jumlah data

$\overline{S \log R}$ = nilai deviasi standar dari $\log R$. dengan rumus :

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

C_s = Koefisien kemencengan, dengan rumus :

$$C_s = \frac{n \sum (\text{Log } R - \overline{\text{Log } R})^2}{(n - 1)(n - 2)(\overline{S \text{Log } R})^3}$$

(Soewarno, 1995)

Perhitungan hujan rencana dengan metode Log Pearson Type III langkah-langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Menentukan logaritma dari semua nilai variat X
2. Menghitung nilai rata-rata dengan persamaan :

$$\overline{\text{SdLog}X} = \sqrt{\frac{\sum (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.12)$$

3. Menghitung koefisien kemencengan (koefisien skewness) dengan persamaan sebagai berikut :

$$C_s = \frac{n \sum (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)(\overline{\text{Sdlog}X})^3} \dots\dots\dots (2.13)$$

4. Menghitung logaritma curah hujan harian maksimum dengan kala ulang yang dikehendaki dengan persamaan :

$$\log X = \overline{\log X} + K \cdot \overline{\text{Sd log}X} \dots\dots\dots (2.14)$$

5. Menentukan anti log dari log X , untuk mendapat nilai X yang diharapkan terjadi pada tingkat peluang atau periode tertentu sesuai dengan nilai C_s nya

.(Sumber: Soewarno, 1995)

Tabel 2. 6 Nilai K untuk Distribusi Log Pearson Type III

COEFFICIENT G (Cs)	PERIODE							
	10.101	2	5	10	25	50	100	200
	PELUANG							
	99	50	20	10	4	2	1	00.05
2	-0.99	-0.307	0,422917	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298
01.08	-1.087	-0.282	0,446528	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147
01.06	-1.197	-0.254	0,46875	1.329	2.163	0,1375	3.388	0,19375
01.04	-1.318	-0.225	0,489583	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828
01.02	-1.449	-0.195	0,508333	01.34	2.087	2.626	3.149	3.661
1	-1.588	-0.164	0,526389	01.34	2.043	2.542	3.022	3.489
00.08	-1.733	-0.132	0,054167	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312
00.06	-1.88	-0.099	00.08	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132
00.04	-2.029	-0.066	0,566667	1.317	0,102778	2.261	2.615	2.949
00.02	-2.178	-0.033	0,057639	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
0	-2.326	0	0,584722	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576
-0.2	-2.472	0.033	0,059028	1.258	0,088889	1.945	2.178	2.388
-0.4	-2.615	0.066	0,59375	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201
-0.6	-2.755	0.099	0,595139	01.02	1.528	0,091667	0,102778	2.016
-0.8	-2.891	0,091667	0,594444	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837
-1	-3.022	0,113889	0,591667	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664
-1.2	-3.149	0,135417	0,586111	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501
-1.4	-3.271	0,15625	0,577778	1.041	1.198	01.27	1.318	1.351
-1.6	-3.88	0,176389	0,567361	0,690278	1.116	1.166	1.197	1.216
-1.8	-3.499	0,195833	0,554861	0,65625	1.035	1.069	1.087	1.097
-2	-3.605	0,213194	0,539583	0,621528	0,665972	0,068056	0,06875	0,690972
-2.2	-3.705	00.33	0,522222	0,586111	0,616667	00.09	0,628472	0,629861
-2.4	-3.8	0,24375	0,503472	0,552083	0,571528	0,057639	0,577778	0,578472
-2.6	-3.899	0,255556	0,483333	0,51875	0,530556	0,533333	0,534028	0,534028
-2.8	-3.973	0,266667	0,4625	0,4875	0,494444	0,495833	0,495833	0,495833
-3	-4.051	0,275	0,441667	0,045833	0,4625	0,4625	0,463194	0,463194

(Sumber: Soewarno, 1995)

2.1.3 Uji Kesesuaian Distribusi

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

2.1.3.1 Uji Chi Kuadrat

Metode ini dimaksudkan menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih telah mewakili dari distribusi statistic sampel data yang dianalisis. Uji Chi Kuadrat ini menggunakan parameter X^2 , dimana metode ini diperoleh berdasarkan rumus :

$$X^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$G = 1 + 3,322 \log (n) \dots\dots\dots (2.16)$$

$$Dk = G - R - 1 \dots\dots\dots (2.17)$$

$$P(Xm) = \frac{m}{N+1} \dots\dots\dots (2.18)$$

$$T = \frac{N+1}{m} \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana :

X^2 = parameter chi kuadrat terhitung

O_i = jumlah nilai pengamatan

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-i

G = jumlah sub kelompok

Dk = derajat kebebasan

R = konstanta (R=2 untuk distribusi normal dan binomial serta R=1 untuk distribusi poisson)

P = peluang

N = jumlah data (lama pengamatan)
 m = no urut kejadian
 (Sumber :Soewarno 1995)

Prosedur pengujian Chi Kuadrat

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

$$(O_i - E_i)^2 \text{ dan } X^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.20)$$

6. Jumlah seluruh G sub grup nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai chi kuadrat hitung.
7. Tentukan derajat kebebasan (dk)= G- R- 1 (nilai R= 2, untuk distribusi normal dan binomial, dan nilai R=1, untuk distribusi poisson)

Interprestasi hasilnya adalah :

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

(Sumber: Soewarno, 1995)

Tabel 2. 7 Derajat Kepercayaan Uji Chi-Square

dk	α Derajat Kepercayaan					
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,01
1	0,00003	0,0001	0,0009	0,00393	3,841	6,635
2	0,01	0,0201	0,0506	0,103	5,991	9,21
3	0,071	0,115	0,216	0,352	7,815	11,345
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	13,277
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,07	15,086
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	16,812
7	0,989	1,239	1,69	2,167	14,067	18,475
8	1,344	1,646	2,18	2,733	15,507	20,09
9	1,735	2,088	2,7	3,325	16,919	21,666
10	2,156	2,558	3,247	3,94	18,307	23,209
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	24,725
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	26,217
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	27,688
14	4,075	4,66	5,629	6,571	23,685	29,141
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	30,578

(Sumber : Soewarno, 1995)

2.1.3.2 Uji Smirnov Kolmogorof

Uji kecocokan ini disebut juga sebagai uji kecocokan non parameter, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Adapun pengujiannya sebagai berikut :

- a) Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.
- b) Tentukan nilai masing-masing peluang teoritisnya dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).
- c) Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih tersebarnya antara peluang pengamatan dengan teoritisnya.

$$D = \{ P' (x<) - P (x<) \} \dots\dots\dots (2.21)$$

Dimana :

D= selisih terbesar antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis

P (X<) = peluang dari masing-masing data

P' (X<) = peluang teoritis dari masing-masing data

- d) Berdasarkan tabel nilai kritis (Smirnov-Kolmogorov) tentukan harga D_0
 - Apabila $D < D_0$, maka distribusi teoritis dapat diterima
 - Apabila $D > D_0$, maka distribusi teoritis tidak dapat diterima.

Tabel 2. 8 Nilai Kritis untuk Uji Smirnov Kolmogorov

N	α (%)				
	20	10	5	2	1
1	0,900	0,950	0,975	0,990	0,995
2	0,684	0,776	0,842	0,900	0,929
3	0,565	0,636	0,708	0,785	0,829
4	0,493	0,565	0,624	0,689	0,734
5	0,447	0,509	0,563	0,627	0,669
6	0,410	0,468	0,519	0,577	0,617
7	0,381	0,436	0,483	0,538	0,576
8	0,359	0,410	0,454	0,507	0,542
9	0,339	0,387	0,430	0,480	0,513
10	0,323	0,369	0,409	0,457	0,486
11	0,308	0,352	0,391	0,437	0,468
12	0,296	0,338	0,375	0,419	0,449
13	0,285	0,325	0,361	0,404	0,432
14	0,275	0,314	0,349	0,390	0,418
15	0,266	0,304	0,338	0,377	0,404

(Sumber : Soewarno,1995)

2.1.4 Analisa Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit banjir yang digunakan sebagai dasar untuk merencanakan tingkat pengamatan bahaya banjir pada suatu kawasan dengan penerapan angka-angka kemungkinan terjadinya banjir terbesar.

2.1.4.1 Metode Rasional

Salah satu metode yang digunakan untuk menghitung debit banjir rencana adalah metode Rasional. Metode ini digunakan dengan anggapan bahwa Daerah Aliran Sungai (DAS) memiliki :

- Intensitas curah hujan merata di seluruh DAS dengan durasi tertentu.
- Lamanya curah hujan = waktu konsentrasi dari DAS.
- Puncak banjir dan intensitas curah hujan mempunyai tahun berulang yang sama.

Persamaan rasional ini dapat digambarkan dalam persamaan aljabar sebagai berikut

$$Q = 0,278. C. I. A \dots\dots\dots (2.22)$$

Dimana :

Q = debit banjir maksimum (m³/det)

C = koefisien pengaliran

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

A = luas daerah pengaliran (km²)

(Sumber: Soewarno, 1995)

2.1.4.2 Koefisien limpasan/ pengaliran (C)

Koefisien pengaliran (C) sebenarnya merupakan perbandingan antara jumlah hujan yang jatuh dengan jumlah hujan yang melimpas dan tertangkap di titik yang ditinjau. Koefisien

pengaliran suatu daerah dipengaruhi oleh kondisi topografi tiap daerah, antara lain :

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

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

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

$$C_{gab.} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots \dots \dots (2.18)$$

Keterangan :

$C_{gab.}$ = Koefisien pengaliran rata-rata

A_i = Luas daerah dari masing-masing tata guna lahan (km²)

n = Banyaknya jenis penggunaan tanah dalam suatu daerah pengaliran

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

Tabel 2. 9 Koefisien Pengaliran (C)

Tata Guna Lahan	Nilai C
PERKANTORAN	
Pusat Kota	0,70 - 0,95
Daerah Sekitar Kota	0,50 - 0,70
DAERAH INDUSTRI	
Rumah Tinggal	0,30 - 0,50
Rumah Susun terpisah	0,40 - 0,60
Rumah Susun bersambung	0,60 - 0,75
Pinggiran Kota	0,25 - 0,40
DAERAH INDUSTRI	
Kurang Padat Industri	0,50 - 0,80
Padat Industri	0,60 - 0,90
TANAH LAPANG	
Berpasir, datar (2%)	0,05 - 0,10
Berpasir agak rata (2% - 7%)	0,10 - 0,15
Berpasir Miring (7%)	0,15 - 0,20
Tanah Gemuk, datar (2%)	0,13 - 0,17
tanah Gemuk, rata-rata (2% - 7%)	0,18 - 0,22
Tanah Gemuk, curam (7%)	0,25 - 0,35
TANAH PERTANIAN	
Rata	0,30 - 0,60
Kasar	0,20 - 0,50
Taman, kuburan	0,10 - 0,25
Tempat Bermain	0,20 - 0, 35
Daerah Stasiun Kereta Api	0,20 - 0,40
Daerah Tidak Berkembang	0,10 - 0,30
HUTAN BERVEGETASI	0,05 - 0,25
PADANG RUMPUT BERPASIR	0,75 - 0,95

(Sumber : Soewarno,1995)

2.1.4.3 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 :

$$I = \left(\frac{R_{24}}{24}\right) \left(\frac{24}{t_c}\right)^{2/3} \dots\dots\dots (2.24)$$

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t_c = waktu konsentrasi (jam)

R₂₄ = curah hujan maksimum harian (dalam 24 jam)

(Sumber: Soewarno, 1995)

➤ Waktu Konsentrasi (t_c)

$$t_c = t_o + t_f \dots\dots\dots (2.25)$$

Dimana :

t_c = waktu konsentrasi (jam)

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

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

(Sumber: Soewarno, 1995)

➤ Overland flow time (t_o)

$$0,0195 \left(\frac{L_o}{\sqrt{I_o}}\right) \text{ kirpich formula} \dots\dots\dots (2.26)$$

$$1,44 \left(n_d \frac{L_o}{\sqrt{I_o}}\right)^{0,467} \text{ kerby formula} \dots\dots\dots (2.27)$$

Dimana :

L_o = jarak titik terjauh lahan terhadap sistem saluran yang ditinjau (m)

I_o = kemiringan rata-rata permukaan tanah atau medan lapangan

n_d = koefisien hambatan

(Sumber: Soewarno, 1995)

Tabel 2. 10 Nilai koefisien hambatan

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)

➤ **Channel flow time (tf)**

$$tf = \frac{L}{v} \dots\dots\dots (2.28)$$

Dimana :

L = panjang saluran yang ditinjau (m)

v = kecepatan rata – rata aliran dalam saluran (m/det)

2.2 Analisa Hidrolika

Kapasitas saluran didefinisikan sebagai debit maksimum yang mampu dilewatkan oleh setiap penampang sepanjang saluran. Kapasitas saluran ini digunakan sebagai acuan untuk menyatakan apakah debit yang direncanakan tersebut mampu untuk ditampung oleh saluran pada kondisi eksisting tanpa terjadi peluapan air. Kapasitas saluran dihitung berdasarkan rumus:

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

Dimana:

Q = debit banjir (m³/det)

V = Kecepatan aliran (m/det)

A = luas basah penampang saluran (m²)

(Sumber : Fifi Sofia, 2005)

2.2.1 Perencanaan Ulang Saluran

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

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

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

➤ Manning

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

➤ Chezy

$$V = C\sqrt{R \cdot I} \dots\dots\dots (2.31)$$

➤ Stickler

$$V = K \cdot R^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots (2.32)$$

Dimana:

V = kecepatan aliran (m/det)

n, k, c = nilai koefisien kekasaran manning, stickler, chezy

R = jari- jari hidrolis

(Sumber : Fifi Sofia, 2005)

Tabel 2. 11 Nilai Koefisien Manning

Tipe Saluran	Harga n
Saluran dari pasangan batu tanpa plengsengan	0,025
Saluran dari pasangan batu dengan pasangan	0,015
Saluran dari beton	0,017
Saluran alam dengan rumput	0,020
Saluran dari batu	0,025

(Sumber : Subarkah,1980)

❖ Penampang Saluran Segi Empat

$$Q = V \cdot A$$

Dimana :

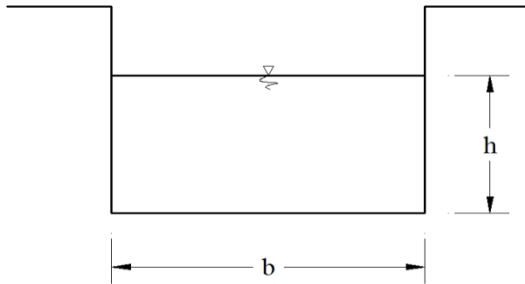
Q = Debit saluran (m^3/det)

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

P = Keliling basah = $b+2h$

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

V = Kecepatan aliran (m/det)



Gambar 2.2. Penampang Saluran Segi Empat

❖ Penampang Saluran Trapesium

$$Q = V \cdot A$$

Dimana :

Q = Debit saluran (m^3/det)

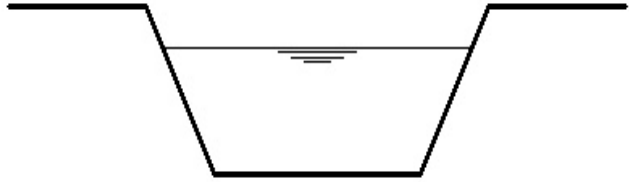
A = Luas penampang basah saluran (m^2)

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

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

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

V = Kecepatan aliran (m/det)



Gambar 2.3. Penampang Saluran Trapesium

❖ **Penampang Saluran Lingkaran**

$$Q = V \cdot A$$

Dimana :

Q = Debit saluran (m^3/det)

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

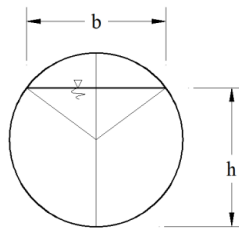
P = Keliling basah = $\pi \cdot d^2$

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

V = Kecepatan aliran (m/det)

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

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



Gambar 2.4. Penampang Saluran Lingkaran

Tinggi jagaan (w) diperlukan agar tidak terjadi luapan (*over topping*)

Tabel 2. 12 Tinggi jagaan

Besarnya debit	Tinggi jagaan (m)	Tinggi jagaan (m)
Q (m^3/det)	untuk pasangan batu	saluran dari tanah
< 0,50	0,2	0,4
0,50 – 1,50	0,2	0,5
1,50 – 5,00	0,25	0,6
5,00 – 10,00	0,3	0,75
10,00 – 15,00	0,4	0,85
> 15,00	0,5	1

(Sumber : KP03 Saluran,1998)

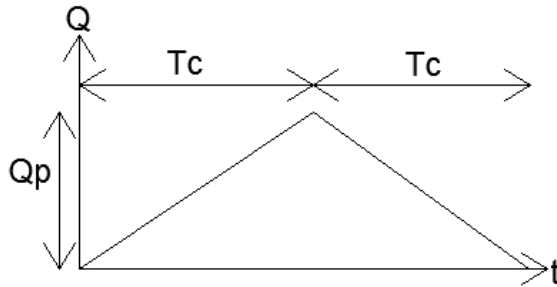
2.2.2 Analisa *Boezem* atau kolam tampung

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

2.2.2.1 Volume Limpasan

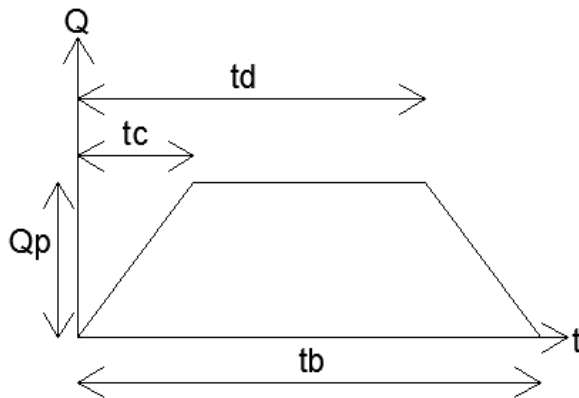
Volume limpasan yang didapatkan dari kawasan kampus ITS Sukolilo bagian selatan akan dialirkan dari saluran primer menuju ke kolam tampung atau *boezem* sebelum dibuang ke

saluran buangan akhir yaitu kali bokor. Untuk analisa volume limpasan tersebut menggunakan metode hidrograf rasional.



Gambar 2.5 Hdrograf 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 2.6 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

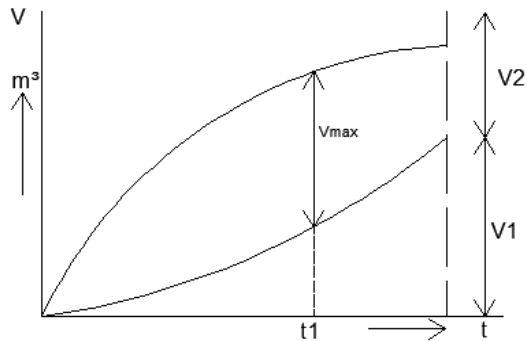
2.2.2.2 Analisa Tampungan

Perencanaan kolam tampung pada kawasan kampus ITS Sukolilo bagian selatan bertujuan untuk menampung limpasan yang terjadi pada kawasan kampus agar tidak membebani kapasitas saluran Kali Bokor 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 hidrolik 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 2.7 dan gambar 2.8.

a. Pengaliran secara gravitasi (tanpa pintu, pompa)



Gambar 2.7 Pengaliran secara gravitasi

Keterangan :

V = Volume limpasan total (m^3)

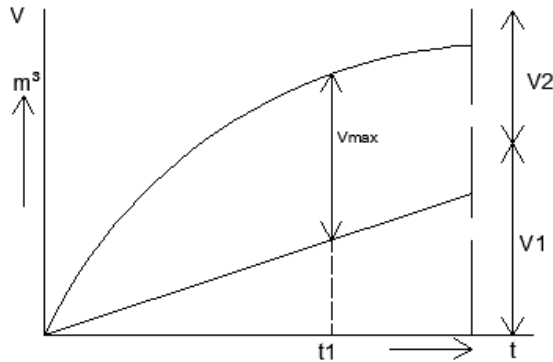
$V1$ = Volume yang dibuang secara gravitasi (m^3)

$V2$ = 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 2.8 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)

2.2.3 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 Kali Bokor 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.

$$Dp = \frac{Q \cdot hp \cdot \gamma_w}{\eta_f}$$

Dimana :

Dp = daya pompa (HP)

H_p = $H_s + \Sigma h_f$

γ_w = berat jenis air (ton/m³)

η = efisiensi pompa (%)

Σh_f = kehilangan tinggi energi (m)

H_s = beda tinggi antara saluran yang ditinjau (m)

BAB III METODOLOGI

Metodologi adalah cara atau langkah – langkah yang dilakukan dalam menganalisa dan menyelesaikan suatu permasalahan. Langkah – langkah atau metode yang dilakukan dalam merencanakan sistem drainase kampus ITS Sukolilo bagian selatan adalah sebagai berikut :

3.1 Identifikasi Masalah

Mengidentifikasi penyebab terjadinya masalah genangan pada sistem drainase kampus ITS Sukolilo bagian selatan.

3.2 Studi Literatur

Studi literatur adalah cara yang dipakai untuk mengelolah data-data atau sumber sumber yang berhubungan dengan perencanaan sistem drainase. Studi literature yang berhubungan dengan system drainase seperti perhitungan hidrologi, perhitungan hidrolika. Studi bisa didapat dari berbagai sumber buku, jurnal, internet.

3.3 Pengumpulan Data

Data-data yang menunjang dan digunakan dalam perencanaan sistem drainase kampus ITS Sukolilo bagian selatan antara lain :

- a) Data Primer adalah data yang didapat di wilayah studi dari hasil pengamatan ataupun wawancara, meliputi :
 - Data pengukuran dan survey di beberapa saluran eksisting sebagai pembanding dengan saluran rencana.

-
- b) Data Sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi yang terkait yaitu pihak Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Data meliputi :
 - Data curah hujan.
 - Master plan pengembangan kampus ITS Sukolilo Surabaya.
 - Peta genangan kampus ITS Sukolilo.
 - Skema jaringan.
 - Peta topografi.

3.4 Analisa Data

Analisa sistem drainase kampus ITS Sukolilo bagian selatan adalah sebagai berikut :

3.4.1 Analisa Hidrologi

Data hidrologi digunakan untuk menentukan Debit Banjir Rencana dengan periode ulang tertentu, Hal ini dilakukan dengan :

1. Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Daerah.
2. Menentukan Curah Hujan Rencana.
3. Uji Kesesuaian Distribusi.
4. Menentukan Intensitas Hujan.
5. Menentukan Koefisien Pengaliran.
6. Perhitungan Debit Banjir Rencana.

3.4.2 Analisa Hidrolika

1. Perhitungan dimensi saluran.
2. Perhitungan kapasitas tampungan / *boezem*.

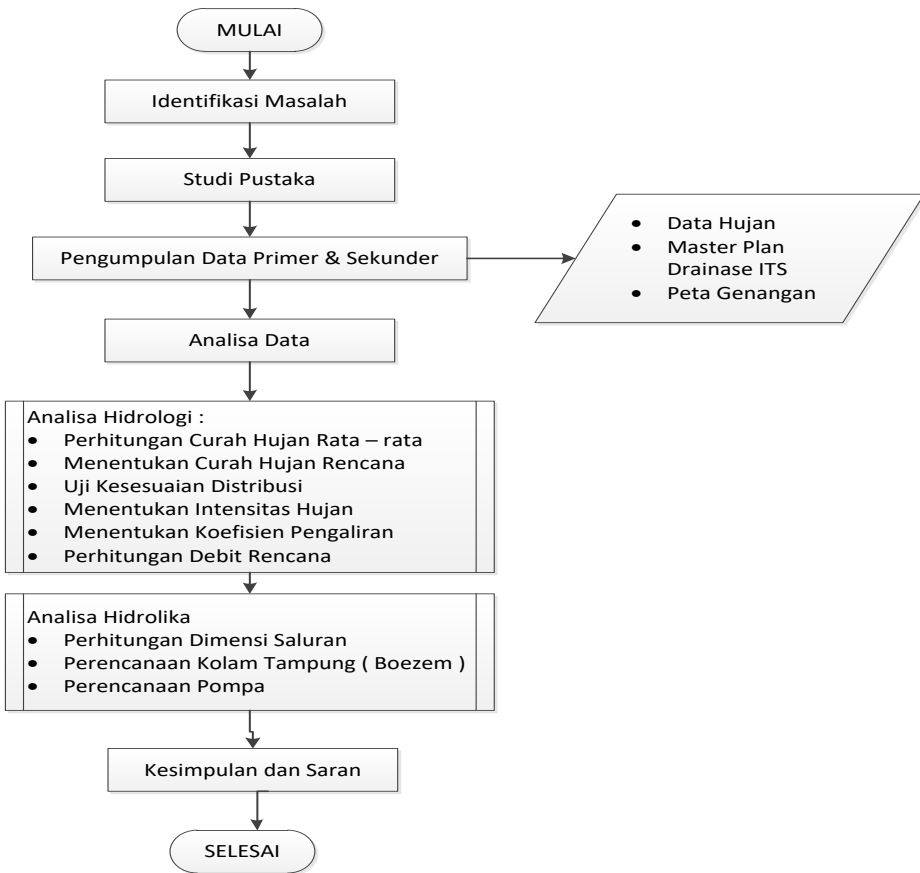
3. Perhitungan perencanaan pompa

3.5 Kesimpulan

Pada bagian ini berisi mengenai kesimpulan dan saran yang diambil dari hasil perencanaan sistem drainase kampus ITS Sukolilo bagian selatan.

3.6 Diagram Alir

Tahap- tahap pengerjaan tugas akhir dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir

BAB IV

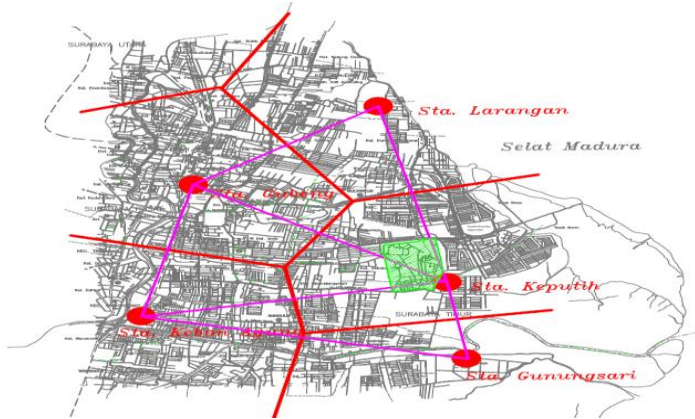
ANALISA HIDROLOGI

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.

4.1 Curah Hujan Rata-Rata Daerah

Dalam evaluasi ini data curah hujan yang dipakai adalah data curah hujan satu stasiun penakar hujan yaitu data curah hujan dari stasiun penakar hujan keputih, karena Das sistem drainase ITS sukolilo bagian selatan masuk dalam chatsmen area stasiun hujan keputih. Data yang digunakan dari stasiun penakar hujan keputih dengan pencatatan data selama 15 tahun dari tahun 2000 sampai tahun 2014.

Karena data hujan yang tersedia adalah data hujan harian selama 15 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 *Poligon Thiessen*.



Gambar 4.1 Peta DAS dan Luas Pengaruh Stasiun Hujan

Sumber : *Surabaya Drainage Master Plan 2000*

Dengan melihat hasil *Poligon 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 15 tahun dari tahun 2000 sampai 2014 dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Curah hujan maksimum

No	Tahun	Ch max
		mm
1	2000	88
2	2001	103
3	2002	123
4	2003	102
5	2004	58
6	2005	110
7	2006	140
8	2007	127
9	2008	115
10	2009	90
11	2010	90
12	2011	78
13	2012	85
14	2013	80
15	2014	134

4.2 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.

4.2.1 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 4.2 .

Tabel 4. 2 Perhitungan parameter dasar statistik

No	Tahun	R	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
		mm	mm	mm	mm	mm
1	2000	88	-13,53	183,15	-2478,65	33544,33
2	2001	103	1,47	2,15	3,15	4,63
3	2002	123	21,47	460,82	9892,22	212353,02
4	2003	102	0,47	0,22	0,10	0,05
5	2004	58	-43,53	1895,15	-82502,25	3591597,73
6	2005	110	8,47	71,68	606,93	5138,66
7	2006	140	38,47	1479,68	56918,53	2189466,06
8	2007	127	25,47	648,55	16516,43	420618,54
9	2008	115	13,47	181,35	2442,19	32888,23
10	2009	90	-11,53	133,02	-1534,14	17693,73
11	2010	90	-11,53	133,02	-1534,14	17693,73
12	2011	78	-23,53	553,82	-13033,18	306714,13
13	2012	85	-16,53	273,35	-4519,41	74720,83
14	2013	80	-21,53	463,68	-9984,67	215003,26
15	2014	134	32,47	1054,08	34222,61	1111094,02

$$\Sigma x_i = 1523$$

$$N = 15$$

➤ Perhitungan Nilai Rata-Rata

$$\begin{aligned} X \text{ rata-rata} &= \frac{\Sigma x_i}{n} \\ &= \frac{1523}{15} \\ &= 101,53 \end{aligned}$$

➤ Metode Normal dan Gumbel

Perhitungan Standar Deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\Sigma(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{7533,73}{15-1}} = 23,20 \text{ mm}$$

- Perhitungan Nilai Koefisien *Skewness* (C_s)

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

$$C_s = \frac{15}{14 \times 13 \times 23.30^3} \times 5015.75 = 0.03$$

- Perhitungan Nilai Koefisien *Kurtosis* (C_k)

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

$$C_k = \frac{15^2}{14 \times 13 \times 23.20^4} \times 8228530.95$$

$$C_k = 2,93$$

- Perhitungan Nilai Koefisien *Variasi* (C_v)

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

$$C_v = \frac{23.20}{101.53} = 0,23$$

➤ Metode Log Normal

$$C_s = C_v^3 + 3(C_v)$$

$$C_s = 0,23^3 + 3(0,23)$$

$$C_s = 0,70$$

$$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$$

$$C_k = 0,23^8 + 6(0,23^6) + 15(0,23^4) + 16(0,23^2) + 3$$

$$C_k = 3,88$$

Dari hasil perhitungan diatas, dipilih jenis distribusi yang sesuai untuk digunakan dalam tugas akhir ini dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4. 3 Penentuan distribusi curah hujan

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan	keterangan
1	Normal	$Cs = 0$	0,03	tidak diterima
		$Ck = 3$	2,93	
2	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv$	0,70	tidak diterima
		$Ck = Cv^6 + 6Cv^5 + 15Cv^4 + 16Cv^3 + 3$	3,88	
3	Gumbel	$Cs = 1,14$	0,03	tidak diterima
		$Ck = 5,4$	2,93	
4	log pearson III	Selain dari nilai diatas/flexibel		Diterima

sumber : Triatmodjo, 2010

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

4.2.2 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 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Perhitungan Moetode Log Pearson Tipe III

No	Tahun	Xi	Log Xi	Xi-Xrata"	(Xi-X) ²	(Xi-X) ³	(xi-x) ⁴
		mm					
1	2006	140	2,146	0,1506968	0,0227095	0,0034223	0,0005157
2	2014	134	2,127	0,1316735	0,0173379	0,0022829	0,0003006
3	2007	127	2,104	0,1083725	0,0117446	0,0012728	0,0001379
4	2002	123	2,090	0,0944739	0,0089253	0,0008432	0,0000797
5	2008	115	2,061	0,0652666	0,0042597	0,0002780	0,0000181
6	2005	110	2,041	0,0459614	0,0021125	0,0000971	0,0000045
7	2001	103	2,013	0,0174060	0,0003030	0,0000053	0,0000001
8	2003	102	2,009	0,0131689	0,0001734	0,0000023	0,0000000
9	2009	90	1,954	-0,0411887	0,0016965	-0,0000699	0,0000029
10	2010	90	1,954	-0,0411887	0,0016965	-0,0000699	0,0000029
11	2000	88	1,944	-0,0509486	0,0025958	-0,0001323	0,0000067
12	2012	85	1,929	-0,0660123	0,0043576	-0,0002877	0,0000190
13	2013	80	1,903	-0,0923413	0,0085269	-0,0007874	0,0000727
14	2011	78	1,892	-0,1033366	0,0106785	-0,0011035	0,0001140
15	2004	58	1,763	-0,2320033	0,0538255	-0,0124877	0,0028972
Jumlah			29,931	0,0000	0,1509	-0,0067	0,0042
Rata-rata			1,995				

- $$\begin{aligned} \text{Log } X \text{ rata-rata} &= \frac{\sum \text{Log } Xi}{n} \\ &= \frac{29,93}{15} \\ &= 1,995 \end{aligned}$$

- Standart Deviasi ;

$$\begin{aligned} \overline{S \log X} &= \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1}} \\ \overline{S \log x} &= \sqrt{\frac{0,1509}{14}} = 0,10 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Koefisien kemencengan (koefisien *skewness*) :

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

$$C_s = \frac{15 \times (-0.00673)}{14 \times 12 \times 0,10^3} = -0.50$$

- Perhitungan Curah Hujan Rencana :

Berdasarkan nilai $C_s = -0,5$ maka dapat ditentukan nilai k untuk setiap periode ulang, sehingga untuk periode ulang :

2 tahun :

$$\begin{aligned} \text{Log } X_2 &= \overline{\text{Log } \bar{X}} + k. (\overline{S. \text{Log } \bar{X}}) \\ \text{Log } X_2 &= 2.00 + (0.083) \times 2.00 \\ X_2 &= 100.94 \text{ mm} \end{aligned}$$

5 tahun :

$$\begin{aligned} \text{Log } X_5 &= \overline{\text{Log } \bar{X}} + k. (\overline{S. \text{Log } \bar{X}}) \\ \text{Log } X_5 &= 2.00 + 0.856 \times 2.00 \\ X_5 &= 121.43 \text{ mm} \end{aligned}$$

10 tahun :

$$\begin{aligned} \text{Log } X_{10} &= \overline{\text{Log } \bar{X}} + k. (\overline{S. \text{Log } \bar{X}}) \\ \text{Log } X_{10} &= 2.00 + 1.216 \times 2.00 \\ X_{10} &= 132.34 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk nilai K pada curah hujan rencana didapat pada tabel nilai K distribusi log pearson tipe III seperti pada tabel 4.5 berikut ini dengan cara mencari nilai K sesuai dengan harga $C_s = -0,5$ dengan periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun.

Tabel 4. 5 Nilai K distribusi log pearson tipe III

Kemencengan (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	1,818	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	0,842	1,282	1,751	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	0,995	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

4.2.3 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

4.2.3.1 Uji Chi Kuadrat

Perhitungan Chi Kuadrat untuk Log Pearson III:

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

Tabel 4. 6 Perhitungan Chi Kuadrat untuk Log Pearson Tipe III

Tahun	Data CH	Peringkat	Peluang	(xi - x)	(xi - x) ²
	xi	m	P = m/(n+1)		
2006	2.15	1	6%	0.15	0.0227
2014	2.13	2	13%	0.13	0.0173
2007	2.10	3	19%	0.11	0.0117
2002	2.09	4	25%	0.09	0.0089
2001	2.06	5	31%	0.07	0.0043
2003	2.04	6	38%	0.05	0.0021
2009	2.01	7	44%	0.02	0.0003
2010	2.01	8	50%	0.01	0.0002
2000	1.95	9	56%	-0.04	0.0017
2008	1.95	10	63%	-0.04	0.0017
2012	1.94	11	69%	-0.05	0.0026
2013	1.93	12	75%	-0.07	0.0044
2011	1.90	13	81%	-0.09	0.0085
2005	1.89	14	88%	-0.10	0.0107
2004	1.76	15	94%	-0.23	0.0538
Σ	29.93			0.00	0.1509
rata-rata	2.00				

a. 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*.

- Untuk P = 20% → k = 0.84, $\text{Log } X_1 = \bar{X} + k.S$
 $\text{Log } X_1 = 2.00 \text{ mm} + (0.84 \times 0.10)$
 $\text{Log } X_1 = 2.08 \text{ mm}$
- Untuk P = 40% → k = 0.25, $\text{Log } X_2 = \bar{X} + k.S$
 $\text{Log } X_2 = 2.00 \text{ mm} + (0.25 \times 0.10)$
 $\text{Log } X_2 = 2.02 \text{ mm}$
- Untuk P = 60% → k = - 0.20, $\text{Log } X_3 = \bar{X} + k.S$
 $\text{Log } X_3 = 2.00 \text{ mm} + (-0.25 \times 0,1)$
 $\text{Log } X_3 = 1.97 \text{ mm}$
- Untuk P = 80% → k = - 0.84, $\text{Log } X_3 = \bar{X} + k.S$
 $\text{Log } X_3 = 2.00 \text{ mm} + (-0.84 \times 0,1)$
 $\text{Log } X_3 = 1.91 \text{ mm}$
- Untuk P = 100% → k = - 3,05, $\text{Log } X_3 = \bar{X} + k.S$
 $\text{Log } X_3 = 2.00 \text{ mm} + (-3,05 \times 0,1)$
 $\text{Log } X_3 = 1,67 \text{ mm}$

Nilai K didapat dari tabel reduksi *Gauss* pada tabel 4.7 brikut ini.

Tabel 4. 7 Nilai Variabel Reduksi Gauss

Periode Ulang T (tahun)	Peluang (P)	k
1,001	0,999	-3,05
1,005	0,995	-2,58
1,01	0,99	-2,33
1,05	0,95	-1,64
1,11	0,9	-1,28
1,25	0,8	-0,84
1,33	0,75	-0,67
1,43	0,7	-0,52
1,67	0,6	-0,25
2	0,5	0
2,5	0,4	0,25
3,33	0,3	0,52
4	0,25	0,67
5	0,2	0,84
10	0,1	1,28
20	0,05	1,64

Sumber : Soewarno, 1995.

b. Menentukan Nilai E_i

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

$$E_i = \frac{\text{jumlah kelas } (G)}{\text{jumlah data } (n)}$$

Contoh perhitungan :

$$E_i = \frac{15}{5} = 3$$

c. 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 4.8

Tabel 4. 8 Perhitungan Chi Kuadrat

sub kelompok	peluang	k		nilai batas	O _i	E _i	(O _i - E _i) ²	x ²	
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 = 5.911

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

Tabel 4. 9 Nilai chi kuadrat teoritis

dk	α 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

4.2.3.2 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 4.10 .

Tabel 4. 10 Perhitungan Smirnov Kolmogorov untuk Log Pearson Tipe III

Tahun	Data CH	Peringkat	Peluang	$P(x<)$ $1-P(x)$	$f(t)=(xi-x)/s$	$p'(x)$	$p'(x<)$	D
	xi	m	$P = m/(n+1)$					
2006	2,146	1	6%	0,94	1,45	0,067	0,9330	-0,004
2014	2,127	2	13%	0,88	1,27	0,094	0,9064	0,031
2007	2,104	3	19%	0,81	1,04	0,138	0,8618	0,049
2002	2,090	4	25%	0,75	0,91	0,178	0,8223	0,072
2008	2,061	5	31%	0,69	0,63	0,248	0,7516	0,064
2005	2,041	6	38%	0,63	0,44	0,312	0,6877	0,063
2001	2,013	7	44%	0,56	0,17	0,413	0,5870	0,025
2003	2	8	50%	0,50	0,13	0,429	0,5713	0,071
2009	1,954	9	56%	0,44	-0,40	0,674	0,3264	-0,111
2010	1,954	10	63%	0,38	-0,40	0,674	0,3264	-0,049
2000	1,944	11	69%	0,31	-0,49	0,705	0,2947	-0,018
2012	1,929	12	75%	0,25	-0,64	0,755	0,2453	-0,005
2013	1,903	13	81%	0,19	-0,89	0,826	0,1738	-0,014
2011	1,892	14	88%	0,13	-1,00	0,853	0,1469	0,022
2004	1,763	15	94%	0,06	-2,23	0,989	0,0114	-0,051
Σ	29,93						D max =	0,072
rata-rata	2,00							

- Kolom 1 : Peringkat data diurutkan dari yang terbesar sampai terkecil.
- Kolom 2 : Nilai peluang $P = \frac{m}{(n+1)}$
Keterangan : m = Peringkat
N = Banyaknya data

- Kolom 3 : 1 dikurangi dengan kolom 2,

$$P(X <) = 1 - P$$
- Kolom 4 : Distribusi normal standart

$$F(t) = \frac{x - \bar{x}}{sd}$$
- Kolom 5 : 1 dikurangi dengan kolom 6

$$P'(X) = 1 - P'(X <)$$
- Kolom 6 : Peluang teoritis yang terjadi.
- Kolom 7 : Selisih antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis : $D = P'(X <) - P(X <)$

$$\begin{aligned} \text{Banyaknya data (n)} &= 15 \\ D_{\max} &= 0,0723 \\ \text{Derajat kepercayaan} &= 5\% \\ D_o &= 0,34 \end{aligned}$$

Dari perhitungan pada tabel 4.11 diperoleh nilai $D_{\max} = 0,1258$ pada peringkat $(m) = 3$. Dengan derajat kepercayaan = 5% dan banyaknya data = 10, maka diperoleh nilai $D_o = 0,41$ (sesuai pada Tabel 4.12). Karena nilai $D_{\max} < D_o$ ($0,1304 < 0,41$), maka persamaan distribusi Log Pearson Tipe III diterima.

Tabel 4. 11 Nilai kritis untuk uji Smirnov Kolmogorov

N	α (derajat kepercayaan)			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,3	0,34	0,4
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,2	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,2	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23

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 2 th dengan curah hujan = 100.94 mm
- Periode ulang 5 th dengan curah hujan = 121.43 mm
- Periode ulang 10 th dengan curah hujan = 132.34 mm

4.3 Analisa Debit Banjir Rencana

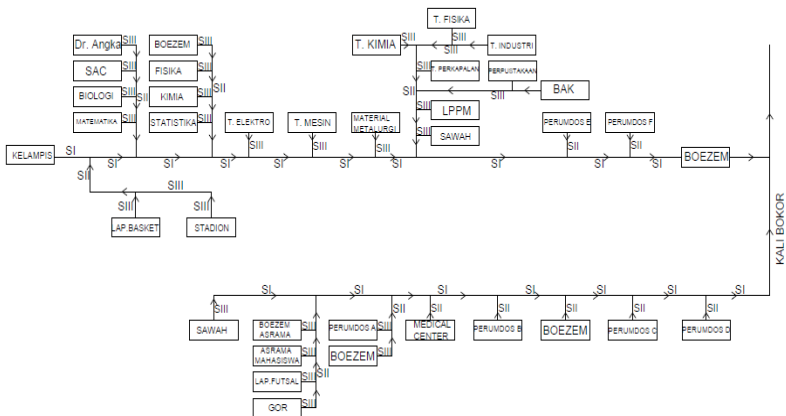
Setelah diketahui curah hujan rencana, selanjutnya adalah perhitungan analisa debit. Analisa debit rencana dimaksudkan untuk menghitung besarnya debit banjir rencana yang terjadi pada masing-masing saluran yang ditinjau, nantinya debit banjir rencana ini akan digunakan untuk membandingkan dengan debit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

4.3.1 Sekema Jaringan

Dari hasil pengamatan dilapangan sekema jaringan kampus ITS bagian selatan dibatasi oleh Dr Angka, perpustakaan pada bagian utara, untuk bagian selatan dibatasi oleh perumdos selatan, medical center, pada bagian barat dibatasi oleh stadion ITS, asrama mahasiswa bagian selatan dan untuk bagian timur diabatsi oleh perumdos timur.

Skema jaringan ITS bagian selatan mempunyai dua saluran utama atau primer yang semua mengalir dari barat ke timur menuju saluran pembung akhir yaitu Kalibokor. Di salah satu saluran primer ITS bagian selatan juga menerima debit dari luar kawasan ITS yaitu dari daerah kelampis sehingga membuat saluran primer ITS bagian selatan menerima debit sangat besar dari luar.

Skema jaringan ITS bagian selatan dapat dilihat pada gambar 4.2 .



Gambar 4.2 Sekema jaringan ITS bagian selatan

4.3.2 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.

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

Dimana :

C = koefisien pengaliran dari daerah aliran

A_i = luas masing-masing tata guna lahan (km^2)

C_i = koefisien pengaliran sesuai dengan jenis permukaan

A = luas total daerah pengaliran (km^2)

(Sumber: Soewarno, 1995)

➤ Contoh perhitungan C gabungan untuk wilayah Dr. Angka ITS

Dari tabel koefisien pengaliran didapat angka pengaliran sebagai berikut :

- Koefisien gedung kampus = 0,25
- Koefisien ruang terbuka hijau = 0,15
- Koefisien jalan paving = 0,75
- Koefisien perumahan = 0,6

Luas lahan total = 0,0337 Km^2

Luas gedung kampus = 0,00447 Km^2

Luas ruang terbuka hijau = 0,0237 Km^2

Luas jalan paving = 0,00557 Km^2

Luas perumahan = 0 Km^2

$$C_{gab} = \frac{(0,00447 \times 0,25) + (0,0237 \times 0,15) + (0,00557 \times 0,75) + (0 \times 0,6)}{0,0337}$$

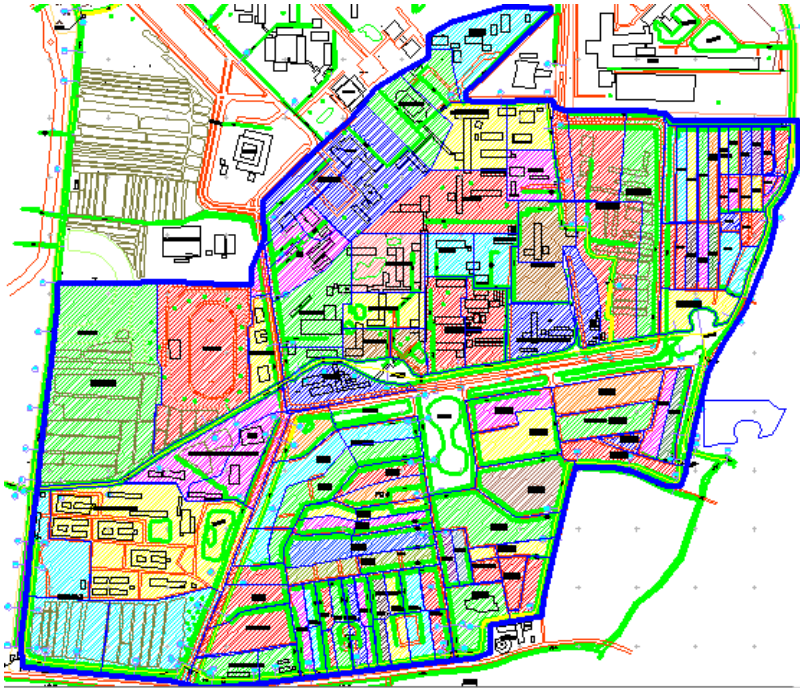
$$= 0,262$$

Untuk selanjutnya perhitungan koefisien lahan gabungan dapat dilihat pada tabel 4.12 .

Tabel 4. 12 Perhitungan koefisien lahan (C) gabungan

No	Wilayah	Luasan Total	Gedung kampus	Koefisien	RTH	Koefisien	Paving	Koefisien	Perumahan	Koefisien	$\Sigma C_i A_i$	C Gabungan
		Km ²	Km ²	C	Km ²	C	Km ²	C	Km ²	C		
1	SAC	0,01272	0,00267	0,25	0,00812	0,15	0,00193	0,75	0,00000	0,60	0,00333	0,2618
2	Dr. Angka	0,03376	0,00447	0,25	0,02372	0,15	0,00557	0,75	0,00000	0,60	0,00885	0,2623
3	Perpustakaan	0,01797	0,00284	0,25	0,01349	0,15	0,00164	0,75	0,00000	0,60	0,00397	0,2206
4	Biologi	0,01015	0,00170	0,25	0,00448	0,15	0,00397	0,75	0,00000	0,60	0,00408	0,4017
5	Matematika	0,01805	0,00392	0,25	0,01017	0,15	0,00396	0,75	0,00000	0,60	0,00548	0,3035
6	Statistika	0,00837	0,00138	0,25	0,00549	0,15	0,00150	0,75	0,00000	0,60	0,00229	0,2740
7	Fisika	0,00808	0,00157	0,25	0,00584	0,15	0,00067	0,75	0,00000	0,60	0,00177	0,2190
8	Kimia	0,01240	0,00340	0,25	0,00784	0,15	0,00115	0,75	0,00000	0,60	0,00289	0,2333
9	T. Elektro	0,02033	0,00455	0,25	0,01262	0,15	0,00316	0,75	0,00000	0,60	0,00540	0,2656
10	T. Mesin	0,01243	0,00178	0,25	0,00950	0,15	0,00114	0,75	0,00000	0,60	0,00273	0,2195
11	T. Fisika	0,02168	0,00293	0,25	0,01601	0,15	0,00274	0,75	0,00000	0,60	0,00519	0,2393
12	T. Industri	0,01651	0,00117	0,25	0,01362	0,15	0,00171	0,75	0,00000	0,60	0,00362	0,2194
13	Material Metalurgi	0,01635	0,00042	0,25	0,01046	0,15	0,00347	0,75	0,00000	0,60	0,00477	0,2921
14	T. Kimia	0,00726	0,00088	0,25	0,00543	0,15	0,00095	0,75	0,00000	0,60	0,00175	0,2406
15	T. Perkapalan	0,01894	0,00543	0,25	0,00811	0,15	0,00540	0,75	0,00000	0,60	0,00662	0,3497
16	LPPM	0,01470	0,00192	0,25	0,00893	0,15	0,00385	0,75	0,00000	0,60	0,00471	0,3203
17	Satadion	0,03854	0,00056	0,25	0,03380	0,15	0,00419	0,75	0,00000	0,60	0,00835	0,2167
18	Sawah 1	0,06141	0,00000	0,25	0,06141	0,15	0,00000	0,75	0,00000	0,60	0,00921	0,1500
19	Lap Basket	0,00786	0,00104	0,25	0,00477	0,15	0,00205	0,75	0,00000	0,60	0,00252	0,3200
20	GOR Bulu Tangkis	0,02624	0,00260	0,25	0,02009	0,15	0,00355	0,75	0,00000	0,60	0,00633	0,2411
21	Asrama mahasiswa	0,05148	0,01000	0,25	0,02346	0,15	0,01802	0,75	0,00000	0,60	0,01953	0,3794
22	Sawah 2	0,05336	0,00069	0,25	0,05152	0,15	0,00115	0,75	0,00000	0,60	0,00876	0,1642
23	Madical Center	0,01002	0,00158	0,25	0,00613	0,15	0,00231	0,75	0,00000	0,60	0,00304	0,3038
24	Perumdos 1	0,01293	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00110	0,75	0,01183	0,60	0,00793	0,6128
25	Perumdos 2	0,01660	0,00000	0,25	0,00545	0,15	0,00428	0,75	0,00688	0,60	0,00815	0,4911
27	Perumdos 3	0,01882	0,00000	0,25	0,00188	0,15	0,00113	0,75	0,01580	0,60	0,01061	0,5640
28	Perumdos 4	0,00449	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00046	0,75	0,00403	0,60	0,00276	0,6153
29	Perumdos 5	0,00528	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00049	0,75	0,00479	0,60	0,00324	0,6140
30	Perumdos 6	0,00511	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00066	0,75	0,00445	0,60	0,00317	0,6194
31	Perumdos 7	0,00574	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00072	0,75	0,00501	0,60	0,00355	0,6189
32	Perumdos 8	0,01079	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00098	0,75	0,00981	0,60	0,00662	0,6136
33	Perumdos 9	0,00842	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00173	0,75	0,00669	0,60	0,00531	0,6308
34	Perumdos 10	0,00399	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00047	0,75	0,00352	0,60	0,00246	0,6177
35	Perumdos 11	0,00324	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00051	0,75	0,00273	0,60	0,00202	0,6234
36	Perumdos 12	0,00333	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00045	0,75	0,00288	0,60	0,00207	0,6201
37	Perumdos 13	0,00401	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00048	0,75	0,00353	0,60	0,00248	0,6179
38	Perumdos 14	0,00387	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00053	0,75	0,00334	0,60	0,00240	0,6204
39	Perumdos 15	0,00311	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00045	0,75	0,00266	0,60	0,00193	0,6216
40	Perumdos 16	0,00407	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00049	0,75	0,00358	0,60	0,00252	0,6180

No	Wilayah	Luasan Total	Gedung kampus	Koefisien	RTH	Koefisien	Paving	Koefisien	Perumahan	Koefisien	Σ CiAi	C Gabungan
		Km ²	Km ²	C	Km ²	C	Km ²	C	Km ²	C		
41	Perumdos 17	0,00502	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00063	0,75	0,00439	0,60	0,00310	0,6188
42	Perumdos 18	0,00624	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00064	0,75	0,00560	0,60	0,00384	0,6154
43	Perumdos 19	0,00572	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00083	0,75	0,00490	0,60	0,00356	0,6217
44	Perumdos 20	0,00680	0,00000	0,25	0,00170	0,15	0,00077	0,75	0,00433	0,60	0,00343	0,5045
45	Perumdos 21	0,01022	0,00000	0,25	0,00337	0,15	0,00077	0,75	0,00608	0,60	0,00473	0,4628
46	Perumdos 22	0,01330	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00109	0,75	0,01221	0,60	0,00814	0,6123
47	Perumdos 23	0,01359	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00106	0,75	0,01253	0,60	0,00831	0,6117
48	Perumdos 24	0,00247	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00027	0,75	0,00220	0,60	0,00152	0,6164
49	Perumdos 25	0,00259	0,00000	0,25	0,00072	0,15	0,00031	0,75	0,00155	0,60	0,00127	0,4920
50	Perumdos 26	0,00369	0,00000	0,25	0,00166	0,15	0,00040	0,75	0,00163	0,60	0,00153	0,4138
51	Perumdos 27	0,00957	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00144	0,75	0,00813	0,60	0,00596	0,6225
52	Perumdos 28	0,01069	0,00110	0,25	0,00674	0,15	0,00055	0,75	0,00231	0,60	0,00308	0,2882
53	Perumdos 29	0,00806	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00075	0,75	0,00731	0,60	0,00495	0,6140
54	Perumdos 30	0,00273	0,00000	0,25	0,00111	0,15	0,00162	0,75	0,00000	0,60	0,00138	0,5065
55	Perumdos 31	0,00779	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00101	0,75	0,00679	0,60	0,00483	0,6194
56	Perumdos 32	0,00927	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00101	0,75	0,00826	0,60	0,00571	0,6163
57	Perumdos 33	0,00398	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00070	0,75	0,00328	0,60	0,00249	0,6264
58	Perumdos 34	0,00405	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00047	0,75	0,00358	0,60	0,00250	0,6173
59	Sawah 3	0,03372	0,00000	0,25	0,03230	0,15	0,00142	0,75	0,00000	0,60	0,00591	0,1752
60	Sawah 4	0,01914	0,00000	0,25	0,01591	0,15	0,00323	0,75	0,00000	0,60	0,00481	0,2512
61	Sawah 5	0,00716	0,00000	0,25	0,00465	0,15	0,00101	0,75	0,00150	0,60	0,00236	0,3290
61	Perumdos 35	0,00674	0,00000	0,25	0,00178	0,15	0,00190	0,75	0,00306	0,60	0,00353	0,5235
62	Perumdos 36	0,00281	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00026	0,75	0,00256	0,60	0,00173	0,6136
63	Perumdos 37	0,00292	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00034	0,75	0,00258	0,60	0,00180	0,6175
64	Perumdos 38	0,00296	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00039	0,75	0,00258	0,60	0,00184	0,6196
65	Perumdos 39	0,00124	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00021	0,75	0,00103	0,60	0,00078	0,6258
66	Perumdos 40	0,00160	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00029	0,75	0,00131	0,60	0,00100	0,6268
67	Perumdos 41	0,00161	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00024	0,75	0,00137	0,60	0,00100	0,6222
68	Perumdos 42	0,00150	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00026	0,75	0,00125	0,60	0,00094	0,6258
69	Perumdos 43	0,00377	0,00000	0,25	0,00216	0,15	0,00060	0,75	0,00100	0,60	0,00138	0,3654
70	Perumdos 44	0,00488	0,00000	0,25	0,00152	0,15	0,00133	0,75	0,00203	0,60	0,00244	0,5006
71	Perumdos 45	0,00207	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00016	0,75	0,00191	0,60	0,00127	0,6116
72	Perumdos 46	0,00207	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00030	0,75	0,00177	0,60	0,00128	0,6216
73	Perumdos 47	0,00203	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00018	0,75	0,00184	0,60	0,00124	0,6135
74	Perumdos 48	0,00280	0,00000	0,25	0,00078	0,15	0,00047	0,75	0,00155	0,60	0,00140	0,4992
75	Perumdos 49	0,00105	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00015	0,75	0,00090	0,60	0,00065	0,6212
76	Perumdos 50	0,00123	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00020	0,75	0,00103	0,60	0,00077	0,6240
77	Perumdos 51	0,00126	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00017	0,75	0,00109	0,60	0,00078	0,6203
78	Perumdos 52	0,00116	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00016	0,75	0,00100	0,60	0,00072	0,6208
79	Perumdos 53	0,00133	0,00000	0,25	0,00096	0,15	0,00032	0,75	0,00004	0,60	0,00041	0,3098
80	Perumdos 54	0,00114	0,00000	0,25	0,00091	0,15	0,00023	0,75	0,00000	0,60	0,00031	0,2698
81	Perumdos 55	0,00238	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00037	0,75	0,00201	0,60	0,00149	0,6235
82	Boezem 1	0,00885	0,00000	0,25	0,00255	0,15	0,00433	0,75	0,00000	0,60	0,00363	0,4106
83	Boezem 2	0,00608	0,00000	0,25	0,00061	0,15	0,00410	0,75	0,00000	0,60	0,00317	0,5217
84	Boezem 3	0,01600	0,00000	0,25	0,00560	0,15	0,00546	0,75	0,00000	0,60	0,00494	0,3084
85	Boezem 4	0,01202	0,00000	0,25	0,00710	0,15	0,00261	0,75	0,00000	0,60	0,00303	0,2518
86	Kelampis	0,4905	0,00000	0,25	0,175	0,15	0,04905	0,75	0,26645	0,60	0,22291	0,4544



Gambar 4.3 Pembagian *Catchment area* sistem drainase ITS bagian selatan

4.3.3 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 :

$$I = \left(\frac{R_{24}}{24} \right) \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (2.24)$$

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t_c = waktu konsentrasi (jam)

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

(Sumber: Soewarno, 1995)

➤ **Waktu Konsentrasi (t_c)**

$$t_c = t_o + t_f \dots\dots\dots (2.25)$$

Dimana :

T_c = waktu konsentrasi (jam)

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

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

(Sumber: Soewarno, 1995)

Contoh perhitungan pada wilayah Dr. Angka ITS

- Jarak terjauh lahan dari saluran (L_0) = 127,86 m
- Koefisien hambatan = 0,2 (didapat dari tabel koefisien kekasaran saluran N_d)

Tabel 4. 13 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) =
$$\frac{\text{Elevasi tertinggi} - \text{Elevasi terendah}}{\text{panjang lahan}}$$

$$= \frac{3,242 - 2,714}{334,56}$$

$$= 0,00158$$
- Overland flow time (T_0) =
$$1,44 \left(N d \frac{L^0}{\sqrt{I_0}} \right)^{0,467}$$

$$= 1,44 \left(0,2 \frac{127,86}{\sqrt{0,00158}} \right)^{0,467}$$

$$= 29,51 \text{ menit} = 0,492 \text{ jam}$$
- Panjang saluran (L) = 334,56 m
- Kecepatan rencana saluran (V) = 0,6 m/det (kecepatan rencana saluran tersier)

- Channel Flow Time (Tf) = $\frac{L}{V}$
= $\frac{334,56}{0,6}$
= 557,6 detik
= 0,155 jam

Perhitungan waktu konsentrasi (TC)

$$\begin{aligned} T_c &= T_0 + T_f \\ &= 0,492 + 0,155 \\ &= 0,647 \text{ jam} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan waktu konsentrasi dapat dilihat pada tabel 4.14 berikut ini.

Tabel 4. 14 Hasil perhitungan waktu konsentrasi (Tc)

No	Wilayah	Jarak terjauh dari saluran	Koefisien Hambatan	Kemiringan Lahan	To	Panjang Saluran	Kecepatan Saluran	Tf	Waktu Konsentrasi (Tc)
		m	nd	S	Jam	m	m/det	Jam	Jam
1	SAC	59,43	0,2	0,00359	0,284	228,9	0,6	0,106	0,390
2	Dr. Angka	127,86	0,2	0,00158	0,492	334,56	0,6	0,155	0,647
3	Perpustakaan	47,2	0,2	0,00154	0,310	351,2	0,6	0,163	0,473
4	Biologi	73,02	0,2	0,00229	0,347	214,13	0,6	0,099	0,446
5	Matematika	114,06	0,2	0,00472	0,361	208,77	0,6	0,097	0,458
6	Statistika	77,78	0,2	0,00137	0,403	219,19	0,6	0,101	0,586
7	Fisika	103,72	0,2	0,00467	0,346	71,03	0,6	0,033	0,484
8	Kimia	102,79	0,2	0,00213	0,414	80	0,6	0,037	0,451
9	T. Elektro	77,89	0,2	0,00124	0,413	285,76	0,6	0,132	0,545
10	T. Mesin	62,28	0,2	0,00110	0,382	251,16	0,6	0,116	0,499
11	T. Fisika	88,06	0,2	0,00176	0,403	211,39	0,6	0,098	0,501
12	T. Industri	105,63	0,2	0,00074	0,536	358	0,6	0,166	0,702
13	Material Metalurgi	87,32	0,2	0,00068	0,500	138,71	0,6	0,064	0,564
14	T. Kimia	82,76	0,2	0,00226	0,369	152,41	0,6	0,071	0,440
15	T. Perkapalan	112,19	0,2	0,00313	0,394	231,83	0,6	0,107	0,692
16	LPPM	110,77	0,2	0,00128	0,483	219,36	0,6	0,102	0,585
17	Satadion	41,73	0,2	0,00046	0,388	279,17	0,6	0,129	0,518
18	Sawah 1	190,8	0,2	0,00124	0,628	347,7	0,6	0,161	0,789
19	Lap Basket	45,49	0,2	0,00059	0,382	154,09	0,6	0,071	0,453
20	GOR Bulu Tangkis	55,45	0,2	0,00082	0,388	311,33	0,6	0,144	0,532
21	Asrama mahasiswa	264,81	0,2	0,00215	0,643	298	0,6	0,138	0,781
22	Sawah 2	110,46	0,2	0,00032	0,665	564,45	0,6	0,261	0,926
23	Madical Center	46,17	0,2	0,00146	0,311	48,6	0,6	0,023	0,334
24	Perumdos 1	33,79	0,2	0,00043	0,358	367,1	0,6	0,170	0,528
25	Perumdos 2	49,71	0,2	0,00014	0,559	268,52	0,6	0,124	0,683
27	Perumdos 3	62,98	0,2	0,00146	0,360	182,29	0,6	0,084	0,444
28	Perumdos 4	28,61	0,2	0,00055	0,313	168,92	0,6	0,078	0,391
29	Perumdos 5	32,88	0,2	0,00248	0,235	171,87	0,6	0,080	0,314
30	Perumdos 6	19,46	0,2	0,00202	0,193	255,48	0,6	0,118	0,311
31	Perumdos 7	23,33	0,2	0,00031	0,324	239,72	0,6	0,111	0,435
32	Perumdos 8	40,35	0,2	0,00052	0,371	365,21	0,6	0,169	0,541
33	Perumdos 9	25,8	0,2	0,00181	0,226	151,21	0,6	0,070	0,296
34	Perumdos 10	18,79	0,2	0,00440	0,158	131,64	0,6	0,061	0,219
35	Perumdos 11	15,37	0,2	0,00095	0,206	194,35	0,6	0,090	0,296
36	Perumdos 12	19,33	0,2	0,00103	0,225	179,47	0,6	0,083	0,308
37	Perumdos 13	18,32	0,2	0,00175	0,194	136,5	0,6	0,063	0,257
38	Perumdos 14	16,98	0,2	0,00176	0,187	135,7	0,6	0,063	0,250
39	Perumdos 15	17,46	0,2	0,00410	0,155	162,68	0,6	0,075	0,231
40	Perumdos 16	24,4	0,2	0,00395	0,183	168,82	0,6	0,078	0,261

No	Wilayah	Jarak terjauh dari saluran	Koefisien Hambatan	Kemiringan Lahan	To	Panjang Saluran	Kecepatan Saluran	Tf	Waktu Konsentrasi (Tc)
		m	nd	S	Jam	m	m/det	Jam	Jam
41	Perumdos 17	20,57	0,2	0,00441	0,165	155,8	0,6	0,072	0,237
42	Perumdos 18	29,62	0,2	0,00411	0,199	167,3	0,6	0,077	0,276
43	Perumdos 19	28,09	0,2	0,00068	0,295	174,55	0,6	0,081	0,376
44	Perumdos 20	48,73	0,2	0,00246	0,283	165,79	0,6	0,077	0,359
45	Perumdos 21	77,95	0,2	0,00156	0,391	261,36	0,6	0,121	0,512
46	Perumdos 22	35,55	0,2	0,00134	0,281	330,38	0,6	0,153	0,434
47	Perumdos 23	78,37	0,2	0,00083	0,455	281,88	0,6	0,131	0,585
48	Perumdos 24	21,25	0,2	0,00084	0,247	81,3	0,6	0,038	0,284
49	Perumdos 25	18,62	0,2	0,00060	0,251	113,36	0,6	0,052	0,337
50	Perumdos 26	27,08	0,2	0,00052	0,309	131,69	0,6	0,061	0,370
51	Perumdos 27	78,43	0,2	0,00094	0,442	148,39	0,6	0,069	0,511
52	Perumdos 28	93,57	0,2	0,00704	0,300	111,94	0,6	0,052	0,352
53	Perumdos 29	41,58	0,2	0,00069	0,353	243,47	0,6	0,113	0,465
54	Perumdos 30	16,07	0,2	0,00111	0,203	151,69	0,6	0,070	0,273
55	Perumdos 31	43,43	0,2	0,00043	0,403	394,44	0,6	0,183	0,585
56	Perumdos 32	45,96	0,2	0,00038	0,426	447,98	0,6	0,207	0,633
57	Perumdos 33	18,94	0,2	0,00021	0,323	200,51	0,6	0,093	0,416
58	Perumdos 34	19,5	0,2	0,00023	0,320	180,76	0,6	0,084	0,403
59	Sawah 3	91,6	0,2	0,00284	0,367	477,29	0,6	0,221	0,588
60	Sawah 4	63,33	0,2	0,00132	0,369	402,94	0,6	0,187	0,556
61	Sawah 5	73	0,2	0,00315	0,322	76,42	0,6	0,035	0,357
61	Perumdos 35	30,82	0,2	0,00033	0,365	188,27	0,6	0,087	0,452
62	Perumdos 36	16,05	0,2	0,00033	0,269	186,93	0,6	0,087	0,355
63	Perumdos 37	16,13	0,2	0,00033	0,270	187,98	0,6	0,087	0,357
64	Perumdos 38	16,46	0,2	0,00033	0,272	187,62	0,6	0,087	0,359
65	Perumdos 39	13,64	0,2	0,00060	0,216	102,51	0,6	0,047	0,264
66	Perumdos 40	17,78	0,2	0,00056	0,250	111,1	0,6	0,051	0,301
67	Perumdos 41	17,57	0,2	0,00055	0,249	112,1	0,6	0,052	0,301
68	Perumdos 42	16,46	0,2	0,00056	0,240	109,92	0,6	0,051	0,291
69	Perumdos 43	16,61	0,2	0,00034	0,272	183,74	0,6	0,085	0,357
70	Perumdos 44	32,6	0,2	0,00065	0,319	140,49	0,6	0,065	0,384
71	Perumdos 45	17,6	0,2	0,00064	0,240	143,34	0,6	0,066	0,307
72	Perumdos 46	16,33	0,2	0,00064	0,232	142,98	0,6	0,066	0,298
73	Perumdos 47	16,45	0,2	0,00065	0,233	142,47	0,6	0,066	0,299
74	Perumdos 48	19,56	0,2	0,00040	0,282	230,43	0,6	0,107	0,389
75	Perumdos 49	15,15	0,2	0,00071	0,219	87,64	0,6	0,041	0,260
76	Perumdos 50	17,38	0,2	0,00068	0,236	91,34	0,6	0,042	0,278
77	Perumdos 51	18,22	0,2	0,00067	0,242	92,65	0,6	0,043	0,285
78	Perumdos 52	16,51	0,2	0,00069	0,229	89,85	0,6	0,042	0,271
79	Perumdos 53	10,61	0,2	0,00069	0,187	90,17	0,6	0,042	0,229
80	Perumdos 54	16,76	0,2	0,00078	0,224	117,92	0,6	0,055	0,279
81	Perumdos 55	28,16	0,2	0,00076	0,288	121,81	0,6	0,056	0,345
82	Boezem 1	18,68	0,2	0,00163	0,199	213	0,6	0,099	0,297
83	Boezem 2	22,79	0,2	0,00060	0,276	154,59	0,6	0,072	0,348
84	Boezem 3	18,5	0,2	0,00041	0,273	252,84	0,6	0,117	0,390
85	Boezem 4	17,18	0,2	0,00022	0,306	276,54	0,6	0,128	0,434
86	Kelampis	203,6	0,2	0,00250	0,549	1272,75	0,6	0,589	1,138

➤ Intensitas Hujan

Perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus mononobe seperti berikut :

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

Dimana : I = Intensitas hujan (mm/jam)

tc = waktu konsentrasi (jam)

R₂₄ = curah hujan maksimum harian (mm)

Contoh perhitungan intensitas hujan yang terjadi pada wilayah Dr. Angka ITS.

$$I = \left(\frac{100,93}{24} \right) \left(\frac{24}{0.647} \right)^{2/3} = 47,35 \text{ mm/ jam}$$

Nilai curah hujan R₂₄ saluran tersier diambil pada Curah hujan rencana yang di dapat dari perhitungan Log Person Tipe III periode ulang 2 tahun.

4.3.3 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 (m³/det)

C = koefisien pengaliran

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

A = luas daerah pengaliran (km²)

(Sumber: Soewarno, 1995)

Contoh perhitungan debit banjir rencana pada wilayah SIII Dr. Angka ITS.

- Luas wilayah (A) = 0,038 Km²
- Intensitas hujan (I) = 47,35 mm/jam
- Koefisien lahan gabungan (C) = 0,262

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

$$Q = 0.278 \times 0.262 \times 47,35 \times 0.038$$

$$Q = 0.117 \text{ m}^3 / \text{det}$$

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

Tabel 4. 15 Hasil perhitungan debit banjir rencana saluran tersier

No	Wilayah	Luas Wilayah	Panjang Saluran	Waktu Konsentrasi (Tc)	R24	Intensitas hujan (I)	C Gabungan	Debit Rencana (Q)
		Km ²	m	Jam	mm	mm/jam		m ³ /det
1	SIII SAC	0,0127	228,9	0,390	100,937	66,471	0,262	0,062
2	SIII Dr. Angka	0,0338	334,56	0,647	100,937	47,356	0,262	0,117
3	SIII Perpustakaan	0,0180	351,2	0,473	100,937	58,396	0,221	0,064
4	SIII Biologi	0,0101	214,13	0,446	100,937	60,732	0,402	0,069
5	SIII Matematika	0,0181	208,77	0,458	100,937	59,704	0,303	0,091
6	SIII Statistika	0,0288	219,19	0,586	100,937	50,604	0,274	0,111
7	SIII Fisika	0,0205	71,03	0,484	100,937	57,482	0,219	0,072
8	SIII Kimia	0,0124	80	0,451	100,937	60,255	0,233	0,048
9	SIII T. Elektro	0,0203	285,76	0,545	100,937	53,096	0,266	0,080
10	SIII T. Mesin	0,0124	251,16	0,499	100,937	56,382	0,219	0,043
11	SIII T. Fisika	0,0217	211,39	0,501	100,937	56,193	0,239	0,081
12	SIII T. Industri	0,0165	358	0,702	100,937	44,819	0,219	0,045
13	SIII Material Metalurgi	0,0163	138,71	0,564	100,937	51,879	0,292	0,069
14	SIII T. Kimia	0,0073	152,41	0,440	100,937	61,315	0,241	0,030
15	SIII T. Perkapalan	0,0189	231,83	0,692	100,937	45,266	0,350	0,083
16	SIII LPPM	0,0147	219,36	0,585	100,937	50,678	0,320	0,066
17	SIII Satadion	0,0385	279,17	0,518	100,937	54,973	0,217	0,128
18	SIII Sawah 1	0,0614	347,7	0,789	100,937	41,461	0,150	0,106
19	SIII Lap Basket	0,0079	154,09	0,453	100,937	60,096	0,320	0,042
20	SIII GOR Bulu Tangkis	0,0262	311,33	0,532	100,937	53,963	0,241	0,095
21	SIII Asrama mahasiswa	0,0515	298	0,781	100,937	41,741	0,379	0,227
22	SIII Sawah 2	0,0534	564,45	0,926	100,937	37,232	0,164	0,091
23	SIII Medical Center	0,0100	48,6	0,334	100,937	73,771	0,304	0,062
24	SIII Perumdos 1	0,0129	367,1	0,528	100,937	54,264	0,613	0,120
25	SIII Perumdos 2	0,0166	268,52	0,683	100,937	45,638	0,491	0,103
27	SIII Perumdos 3	0,0188	182,29	0,444	100,937	60,902	0,564	0,180
28	SIII Perumdos 4	0,0045	168,92	0,391	100,937	66,368	0,615	0,051
29	SIII Perumdos 5	0,0053	171,87	0,314	100,937	76,813	0,614	0,069
30	SIII Perumdos 6	0,0051	255,48	0,311	100,937	77,337	0,619	0,068
31	SIII Perumdos 7	0,0057	239,72	0,435	100,937	61,746	0,619	0,061
32	SIII Perumdos 8	0,0108	365,21	0,541	100,937	53,403	0,614	0,098
33	SIII Perumdos 9	0,0084	151,21	0,296	100,937	79,996	0,631	0,118
34	SIII Perumdos 10	0,0040	131,64	0,219	100,937	97,811	0,618	0,067
35	SIII Perumdos 11	0,0032	194,35	0,296	100,937	79,988	0,623	0,045
36	SIII Perumdos 12	0,0033	179,47	0,308	100,937	77,860	0,620	0,045
37	SIII Perumdos 13	0,0040	136,5	0,257	100,937	87,896	0,618	0,061
38	SIII Perumdos 14	0,0039	135,7	0,250	100,937	89,629	0,620	0,060
39	SIII Perumdos 15	0,0031	162,68	0,231	100,937	94,496	0,622	0,051
40	SIII Perumdos 16	0,0041	168,82	0,261	100,937	86,907	0,618	0,061

No	Wilayah	Luas Wilayah	Panjang Saluran	Waktu Konsentrasi (Tc)	R24	Intensitas hujan (I)	C Gabungan	Debit Rencana (Q)
		Km ²	m	Jam	mm	mm/jam		m ³ /det
41	SIII Perumdos 17	0,0050	155,8	0,237	100,937	92,793	0,619	0,080
42	SIII Perumdos 18	0,0062	167,3	0,276	100,937	83,747	0,615	0,089
43	SIII Perumdos 19	0,0057	174,55	0,376	100,937	68,079	0,622	0,067
44	SIII Perumdos 20	0,0068	165,79	0,359	100,937	70,207	0,505	0,067
45	SIII Perumdos 21	0,0102	261,36	0,512	100,937	55,354	0,463	0,073
46	SIII Perumdos 22	0,0133	330,38	0,434	100,937	61,867	0,612	0,140
47	SIII Perumdos 23	0,0136	281,88	0,585	100,937	50,638	0,612	0,117
48	SIII Perumdos 24	0,0025	81,3	0,284	100,937	82,119	0,616	0,035
49	SIII Perumdos 25	0,0051	113,36	0,337	100,937	73,311	0,492	0,051
50	SIII Perumdos 26	0,0037	131,69	0,370	100,937	68,815	0,414	0,029
51	SIII Perumdos 27	0,0096	148,39	0,511	100,937	55,460	0,623	0,092
52	SIII Perumdos 28	0,0107	111,94	0,352	100,937	71,230	0,288	0,061
53	SIII Perumdos 29	0,0081	243,47	0,465	100,937	59,042	0,614	0,081
54	SIII Perumdos 30	0,0027	151,69	0,273	100,937	84,447	0,507	0,032
55	SIII Perumdos 31	0,0078	394,44	0,585	100,937	50,627	0,619	0,068
56	SIII Perumdos 32	0,0093	447,98	0,633	100,937	48,020	0,616	0,076
57	SIII Perumdos 33	0,0040	200,51	0,416	100,937	63,655	0,626	0,044
58	SIII Perumdos 34	0,0040	180,76	0,403	100,937	64,975	0,617	0,045
59	SIII Sawah 3	0,0337	477,29	0,588	100,937	50,478	0,175	0,083
60	SIII Sawah 4	0,0191	402,94	0,556	100,937	52,411	0,251	0,070
61	SIII Sawah 5	0,0072	76,42	0,357	100,937	70,453	0,329	0,046
61	SIII Perumdos 35	0,0067	188,27	0,452	100,937	60,197	0,523	0,059
62	SIII Perumdos 36	0,0028	186,93	0,355	100,937	70,759	0,614	0,034
63	SIII Perumdos 37	0,0029	187,98	0,357	100,937	70,564	0,617	0,035
64	SIII Perumdos 38	0,0030	187,62	0,359	100,937	70,265	0,620	0,036
65	SIII Perumdos 39	0,0012	102,51	0,264	100,937	86,352	0,626	0,019
66	SIII Perumdos 40	0,0016	111,1	0,301	100,937	79,059	0,627	0,022
67	SIII Perumdos 41	0,0016	112,1	0,301	100,937	79,129	0,622	0,022
68	SIII Perumdos 42	0,0015	109,92	0,291	100,937	80,865	0,626	0,021
69	SIII Perumdos 43	0,0038	183,74	0,357	100,937	70,524	0,365	0,027
70	SIII Perumdos 44	0,0049	140,49	0,384	100,937	67,141	0,501	0,046
71	SIII Perumdos 45	0,0021	143,34	0,307	100,937	78,061	0,612	0,028
72	SIII Perumdos 46	0,0021	142,98	0,298	100,937	79,556	0,622	0,028
73	SIII Perumdos 47	0,0020	142,47	0,299	100,937	79,491	0,614	0,027
74	SIII Perumdos 48	0,0028	230,43	0,389	100,937	66,596	0,499	0,026
75	SIII Perumdos 49	0,0010	87,64	0,260	100,937	87,280	0,621	0,016
76	SIII Perumdos 50	0,0012	91,34	0,278	100,937	83,348	0,624	0,018
77	SIII Perumdos 51	0,0013	92,65	0,285	100,937	82,036	0,620	0,018
78	SIII Perumdos 52	0,0012	89,85	0,271	100,937	84,818	0,621	0,017
79	SIII Perumdos 53	0,0013	90,17	0,229	100,937	95,086	0,310	0,011
80	SIII Perumdos 54	0,0011	117,92	0,279	100,937	83,164	0,270	0,007
81	SIII Perumdos 55	0,0024	121,81	0,345	100,937	72,204	0,623	0,030
82	SIII Boezem 1	0,0089	213	0,297	100,937	79,685	0,411	0,081
83	SIII Boezem 2	0,0061	154,59	0,348	100,937	71,786	0,522	0,063
84	SIII Boezem 3	0,0160	252,84	0,390	100,937	66,456	0,308	0,091
85	SIII Boezem 4	0,0120	276,54	0,434	100,937	61,846	0,252	0,052

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. Stadion + A. Lapangan basket

$$= 0,0385 \text{ Km}^2 + 0,0079 \text{ Km}^2$$

$$= 0,0464 \text{ Km}^2$$
- Panjang saluran (L) = 160,8 m
- Waktu konsentrasi (Tc) = T0 + Tf

$$= Tc \text{ Stadion} + \frac{L}{V}$$

$$= 0,518 \text{ Jam} + \left(\frac{160,8 \text{ m}}{1 \text{ m/det}} \right) / 3600$$

$$= 0,518 \text{ jam} + 0,0447$$

$$= 0,562 \text{ jam}$$
- R24 = 121,43 mm (Curah hujan rencana log pearson tipe III periode ulang 5 tahun)
- Intensitas Hujan (I) = $\left(\frac{R_{24}}{24} \right) \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$

$$= \left(\frac{121,43}{24} \right) \left(\frac{24}{0,562} \right)^{2/3} = 62,56 \text{ mm/ jam}$$
- C gabungan = $\frac{(C \text{ Stadion} \times A \text{ Stadion}) + (C \text{ Lap Basket} \times A \text{ Lap Basket})}{A \text{ Stadion} + A \text{ Lap Basket}}$

$$= \frac{(0,217 \times 0,0385) + (0,320 \times 0,0079)}{0,0464}$$

$$= 0,234$$

Debit rencana saluran sekunder SII B :

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

$$Q = 0,278 \times 0,234 \times 62,56 \times 0,0464$$

$$Q = 0,189 \text{ m}^3/\text{det}$$

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

Tabel 4. 16 Hasil perhitungan debit banjir rencana saluran sekunder

No	Nama Saluran	Luas Wilayah	Panjang Saluran	Waktu Konsentrasi (Tc)	R24	Intensitas hujan (I)	C Gabungan	Debit Rencana (Q)
		Km ²	m	Jam	mm	mm/jam		m ³ /det
1	SII A	0,0645	233,42	0,712	121,43	53,437	0,274	0,262
2	SII B	0,0464	160,8	0,562	121,43	62,566	0,234	0,189
3	SII C	0,0328	125,29	0,580	121,43	61,281	0,248	0,138
4	SII D	0,0382	101	0,730	121,43	52,520	0,231	0,129
5	SII E	0,0926	172,48	0,741	121,43	52,020	0,280	0,375
6	SII F	0,1308	82,67	0,764	121,43	50,967	0,265	0,492
7	SII G	0,1645	140,66	0,803	121,43	49,291	0,247	0,557
8	SII H	0,0517	25,47	0,654	121,43	56,555	0,248	0,202
9	SII I	0,0854	140,26	0,693	121,43	54,404	0,283	0,365
10	SII J	0,0777	449	0,906	121,43	45,468	0,333	0,327
11	SII K	0,1311	24,95	0,912	121,43	45,237	0,264	0,435
12	SII L	0,0295	11	0,687	121,43	54,738	0,544	0,245
13	SII M	0,0393	78,12	0,708	121,43	53,609	0,562	0,329
14	SII N	0,0502	34,95	0,718	121,43	53,122	0,574	0,425
15	SII O	0,0694	71,12	0,738	121,43	52,164	0,587	0,591
16	SII P	0,0066	79,72	0,330	121,43	89,407	0,622	0,102
17	SII Q	0,0144	43,69	0,342	121,43	87,270	0,620	0,217
18	SII R	0,0216	55,75	0,358	121,43	84,720	0,620	0,316
19	SII S	0,0329	65,71	0,376	121,43	81,942	0,619	0,464
20	SII T	0,1080	145,82	0,778	121,43	50,329	0,599	0,905
21	SII U	0,0318	111,54	0,421	121,43	75,955	0,293	0,196
22	SII V	0,0231	131,3	0,549	121,43	63,592	0,491	0,200
23	SII W	0,0364	24,81	0,556	121,43	63,063	0,535	0,341
24	SII X	0,0259	152,18	0,676	121,43	55,321	0,547	0,218
25	SII Y	0,0067	55,34	0,431	121,43	74,737	0,578	0,081
26	SII Z	0,0108	14,49	0,435	121,43	74,273	0,593	0,132
27	SII A1	0,0116	350	0,549	121,43	63,557	0,514	0,105
28	SII B1	0,0057	53,1	0,371	121,43	82,615	0,616	0,081
29	SII C1	0,0099	39,6	0,382	121,43	81,015	0,618	0,138
30	SII D1	0,0131	36,79	0,393	121,43	79,596	0,620	0,180
31	SII E1	0,0184	46,81	0,406	121,43	77,877	0,568	0,227
32	SII F1	0,0034	36,94	0,289	121,43	97,655	0,505	0,047
33	SII G1	0,0058	40,36	0,301	121,43	95,199	0,553	0,085
34	SII H1	0,0041	69,45	0,326	121,43	90,147	0,617	0,064
35	SII I 1	0,0114	46,98	0,402	121,43	78,362	0,589	0,146
36	SII Kel	0,4905	1272,75	1,138	121,43	39,009	0,454	2,417

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

- Luas wilayah (A) = A. SII Kelampis + A. SIII Sawah 1 + A. SII B

$$= 0,4905 \text{ Km}^2 + 0,0614 \text{ Km}^2 + 0,0464 \text{ Km}^2$$

$$= 0,598 \text{ Km}^2$$
- Panjang saluran (L) = 495,38 m
- Waktu konsentrasi (Tc) = T0 + Tf

$$= Tc \text{ SII Kelampis} + \frac{L}{V}$$

$$= 1,138 \text{ Jam} + \left(\frac{495,38 \text{ m}}{1,5 \text{ m/det}} \right) / 3600$$

$$= 1,138 \text{ jam} + 0,092$$

$$= 1,230 \text{ jam}$$
- R24 = 132,34 mm (Curah hujan rencana log pearson tipe III periode ulang 10 tahun)
- Intensitas Hujan (I) = $\left(\frac{R_{24}}{24} \right) \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$

$$= \left(\frac{132,34}{24} \right) \left(\frac{24}{1,230} \right)^{2/3} = 40,36 \text{ mm/ jam}$$
- C gabungan :

$$\frac{(C \text{ SII Kel} \times A \text{ SII Kel}) + (C \text{ SIII Sawah1} \times A \text{ SIII Sawah1}) + (C \text{ SII B} \times A \text{ SII B})}{A \text{ SII Kel} + A \text{ SIII Sawah 1} + A \text{ SII B}}$$

$$= \frac{(0,454 \times 0,490) + (0,150 \times 0,0614) + (0,234 \times 0,0464)}{0,598}$$

$$= 0,406$$

Debit rencana saluran sekunder SI 1 :

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

$$Q = 0,278 \times 0,393 \times 40,36 \times 0,598$$

$$Q = 2,727 \text{ m}^3 / \text{det}$$

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

Tabel 4. 17 Hasil perhitungan debit banjir rencana saluran primer

No	Nama Saluran	Luas Wilayah	Panjang Saluran	Waktu Konsentrasi (Tc)	R24	Intensitas hujan (I)	C Gabungan	Debit Rencana (Q)
		Km ²	m	Jam	mm	mm/jam		m ³ /det
1	SI 1	0,5983	495,38	1,230	132,34	40,364	0,406	2,727
2	SI 2	0,6730	204,04	1,268	132,34	39,554	0,393	2,911
3	SI 3	0,7018	68,12	1,280	132,34	39,292	0,380	2,917
4	SI 4	0,7222	124,44	1,303	132,34	38,826	0,377	2,940
5	SI 5	0,7549	98,79	1,322	132,34	38,465	0,372	3,000
6	SI 6	0,7713	81,96	1,337	132,34	38,172	0,370	3,028
7	SI 7	0,9358	74,06	1,351	132,34	37,911	0,348	3,435
8	SI 8	0,9549	24	1,355	132,34	37,828	0,346	3,478
9	SI 9	0,9666	171,32	1,387	132,34	37,246	0,348	3,486
10	SI 10	0,1431	113,32	0,933	132,34	48,557	0,263	0,508
11	SI 11	0,1531	57,66	0,944	132,34	48,189	0,266	0,545
12	SI 12	0,1719	10,61	0,946	132,34	48,122	0,298	0,686
13	SI 13	0,1759	249,96	0,992	132,34	46,606	0,306	0,697
14	SI 14	0,2839	14,54	0,995	132,34	46,521	0,417	1,531
15	SI 15	0,3156	134,63	1,020	132,34	45,756	0,405	1,624
16	SI 16	0,3252	135,86	1,045	132,34	45,015	0,411	1,673
17	SI 17	0,3289	72,74	1,059	132,34	44,631	0,411	1,677
18	SI 18	0,3425	86,6	1,075	132,34	44,184	0,419	1,763
19	SI 19	0,3789	18,58	1,078	132,34	44,089	0,430	1,997
20	SI 20	0,4129	210,98	1,117	132,34	43,050	0,441	2,179
21	SI 21	0,4236	24	1,122	132,34	42,936	0,445	2,250
22	SI 22	0,0256	317,97	0,464	132,34	77,508	0,551	0,304
23	SI 23	0,0369	51,88	0,474	132,34	76,452	0,563	0,442

“ Halaman ini sengaja dikosongkan “

BAB V ANALISA HIDROLIKA

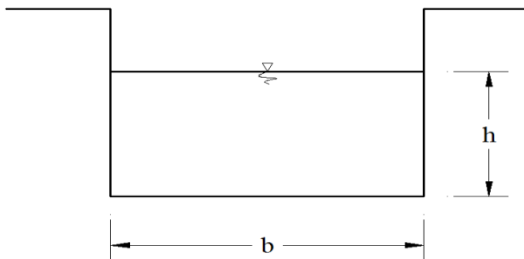
Analisa hidrolika adalah analisa kapasitas penampung saluran terhadap debit banjir yang terjadi. Analisa hidrolika diperlukan untuk mengetahui apakah kapasitas saluran eksisting mampu menerima banjir rencana.

5.1 Kapasitas Eksisting Saluran Tersier

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 SIII SAC.

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 5.1 Penampang saluran persegi

➤ Tinggi air direncanakan untuk mendapatkan tinggi jagaan. Untuk merencanakan tinggi air dilakukan dengan cara trial and eror atau cara coba-coba dengan melakukan kontrol pada kecepatan saluran dan juga selisih debit rencana dengan debit saluran. Pada saluran tersier SIII SAC tinggi air direncanakan 0,15 m.

➤ Luas Penampang saluran tersier SIII SAC

$$\begin{aligned} A &= b \times h. \text{ air} \\ &= 0,75 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \\ &= 0,11 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

➤ Keliling penampang saluran tersier SIII SAC

$$\begin{aligned} P &= b + 2h. \text{ air} \\ &= 0,75 + (2 \times 0,15) \\ &= 1,05 \text{ m} \end{aligned}$$

➤ Kekasaran saluran tersier SIII SAC

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

➤ Kemiringan dasar saluran

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

Dimana : ΔH = beda tinggi elevasi di hulu dan hilir

L = Jarak antar hulu dan hilir

$$I = \frac{3,702 - 2,881}{228,8} = 0,00359$$

➤ Kecepatan saluran tersier SIII SAC

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

$$V = \frac{1}{0,014} \times (0,11/1,05^{2/3}) \times 0,00359^{0,5} = 0,96 \text{ m/s}$$

➤ Debit eksisting

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 0,96 \text{ m/s} \times 0,11 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{saluran}} = 0,109 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{\text{Sal}} = 0,109 \text{ m}^3/\text{dt} > Q_{\text{Rencana}} = 0,081 \text{ m}^3/\text{dt} \text{ (Aman)}$$

➤ Tinggi jagaan (W)

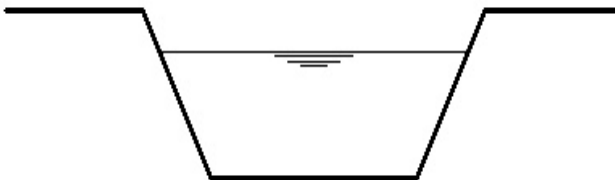
$$W = h_{\text{saluran}} - h_{\text{air}}$$

$$= 0,6 - 0,15$$

$$= 0,45 \text{ m}$$

Data saluran tersier SIII T. Kimia :

- Bentuk saluran = Trapesium
- Bahan saluran = Beton
- Lebar saluran bawah (b.b) = 0,80 m
- Lebar saluran atas (b.a) = 1,30 m
- Panjang miring saluran = 0,65 m
- Tinggi saluran (h) = 0,60 m
- Panjang saluran (L) = 152,41 m
- Kemiringan saluran (I) = 0,00226



Gambar 5.2 Gambar penampang saluran trapesium

- Pada saluran SIII T. Kimia tinggi air direncanakan 0,175 m
- Luas Penampang saluran tersier SIII SAC

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

$$= \frac{(1,30 + 0,80)0,175}{2}$$

$$= 0,183 \text{ m}^2$$

- Keliling penampang saluran tersier SIII T. Kimia

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

$$= (2 \times 0,189) + 0,80$$

$$= 1,178 \text{ m}$$

- Kekasaran saluran tersier SIII T. Kimia

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

- Kemiringan dasar saluran

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

Dimana : ΔH = beda tinggi elevasi di hulu dan hilir

L = Jarak antar hulu dan hilir

$$I = \frac{3,471 - 3,127}{152,41} = 0,00226$$

- Kecepatan saluran tersier SIII T. Kimia

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

$$V = \frac{1}{0,014} \times (0,183/1,178^{2/3}) \times 0,00226^{0,5} = 0,983 \text{ m/s}$$

➤ Debit eksisting

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 0,983 \text{ m/s} \times 0,183 \text{ m}$$

$$Q_{\text{saluran}} = 0,180 \text{ m}^3/\text{det}$$

$Q_{\text{Sal}} = 0,183 \text{ m}^3/\text{dt} > Q_{\text{Rencana}} = 0,030 \text{ m}^3/\text{dt}$ (Aman)

➤ Tinggi jagaan (W)

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

$$= 0,6 - 0,175$$

$$= 0,42 \text{ m}$$

Tabel 5. 1 Kontrol kapasitas saluran tersier

No	Nama Saluran	Dimensi saluran							Kekasaran saluran (n)	Kminingan saluran (S)	Luas saluran (A) m ²	Keliling saluran (P) m	Kecepatan saluran (V) m/det	Debit saluran (Q sal) m ³ /det	Debit Rencana (Q renc) m ³ /det	Keterangan
		Bentuk	Bahan	Lebar bawah (b.b) m	Tinggi saluran (h) m	Lebar atas (b.a) m	Tinggi air (h/air) m	Tinggi pegas (W) m								
1	SIII SAC	Persagi	Beton	0,75	0,60		0,150	0,450	0,014	0,0035867	0,1125	1,050	0,965	0,109	0,062	Aman
2	SIII Dr. Angka	Persagi	Beton	0,65	0,60		0,300	0,300	0,014	0,0015782	0,1950	1,250	0,821	0,160	0,117	
3	SIII Perpustakaan	Persagi	Beton	0,50	0,40		0,250	0,150	0,014	0,0015433	0,1250	1,000	0,702	0,088	0,054	Aman
4	SIII Biologi	Persagi	Beton	0,55	0,30		0,200	0,100	0,014	0,002293	0,1100	0,950	0,813	0,089	0,069	Aman
5	SIII Matematika	Persagi	Beton	0,45	0,35		0,200	0,150	0,014	0,0047229	0,0900	0,850	1,099	0,099	0,091	Aman
6	SIII Statistika	Persagi	Beton	0,55	0,70		0,300	0,400	0,014	0,0013732	0,1638	1,150	0,725	0,120	0,111	
7	SIII Fisika	Persagi	Beton	0,70	0,70		0,150	0,550	0,014	0,0046741	0,1050	1,000	1,087	0,114	0,072	Aman
8	SIII Kimia	Persagi	Beton	0,50	0,30		0,200	0,100	0,014	0,002125	0,1000	0,900	0,761	0,076	0,048	Aman
9	SIII T. Elektro	Persagi	Beton	0,45	0,64		0,300	0,340	0,014	0,0012388	0,1350	1,050	0,640	0,086	0,080	Aman
10	SIII T. Mesin	Persagi	Beton	0,75	0,75		0,150	0,600	0,014	0,0011029	0,1125	1,050	0,535	0,060	0,043	Aman
11	SIII T. Fisika	Persagi	Beton	0,35	0,85		0,350	0,500	0,014	0,001755	0,1225	1,050	0,714	0,088	0,081	Aman
12	SIII T. Industri	Persagi	Beton	0,40	0,60		0,375	0,225	0,014	0,0007483	0,1500	1,150	0,501	0,075	0,045	Aman
13	SIII Material Metalurgi	Persagi	Beton	0,30	0,60		0,550	0,050	0,014	0,0006849	0,1650	1,400	0,449	0,074	0,069	Aman
14	SIII T. Kimia	Trapesium	Beton	0,80	0,60	1,30	0,425	0,425	0,014	0,0023571	0,1838	1,178	0,983	0,181	0,030	Aman
15	SIII T. Perkapalan	Persagi	Beton	0,45	0,55		0,250	0,300	0,014	0,0031316	0,1125	0,950	0,964	0,108	0,083	Aman
16	SIII LPPM	Persagi	Beton	0,80	0,90		0,175	0,725	0,014	0,001281	0,1400	1,150	0,628	0,088	0,065	Aman
17	SIII Satodion	Persagi	Beton	0,90	1,10		0,350	0,750	0,014	0,0004621	0,1350	1,600	0,520	0,154	0,128	Aman
18	SIII Sawah 1														0,104	
19	SIII Lap basket	Persagi	Beton	0,91	1,11		0,200	0,910	0,014	0,0005906	0,1820	1,310	0,466	0,085	0,042	Aman
20	SIII GOR Bulu Tangkis	Persagi	Beton	1,5	1,3		0,200	1,100	0,014	0,0008191	0,3000	1,900	0,597	0,179	0,095	Aman
21	SIII Asrama mahasiswa	Persagi	Beton	0,50	0,75		0,475	0,275	0,014	0,002151	0,2375	1,450	0,992	0,236	0,227	Aman
22	SIII Sawah 2	Persagi	Batu kali	5,6	1,3		0,275	1,025	0,017	0,0003242	1,5400	6,150	0,421	0,648	0,091	Aman
23	SIII Medical Center	Persagi	Beton	0,60	0,90		0,200	0,700	0,014	0,0014609	0,1200	1,000	0,664	0,080	0,062	Aman
24	SIII Perumdos 1	Persagi	Beton	0,8	0,5		0,350	0,150	0,014	0,0004304	0,2800	1,500	0,484	0,136	0,120	Aman
25	SIII Perumdos 2	Persagi	Beton	0,9	0,9		0,600	0,300	0,014	0,0001378	0,5400	2,300	0,339	0,183	0,103	Aman
26	SIII Perumdos 3	Persagi	Beton	2	0,9		0,150	0,750	0,014	0,0014992	0,3000	2,300	0,702	0,211	0,180	Aman
27	SIII Perumdos 4	Persagi	Beton	1,3	0,7		0,150	0,550	0,014	0,0005506	0,1950	1,600	0,412	0,080	0,051	Aman
28	SIII Perumdos 5	Persagi	Beton	1,3	0,7		0,120	0,580	0,014	0,0024844	0,1560	1,540	0,774	0,121	0,069	Aman
29	SIII Perumdos 6	Persagi	Beton	1,9	0,3		0,100	0,200	0,014	0,0020197	0,1900	2,100	0,647	0,123	0,068	Aman
30	SIII Perumdos 7	Persagi	Beton	2,2	0,9		0,250	0,650	0,014	0,0003129	0,5500	2,700	0,437	0,241	0,161	Aman
31	SIII Perumdos 8	Persagi	Beton	2,2	0,9		0,150	0,750	0,014	0,0005623	0,3300	2,500	0,423	0,140	0,098	Aman
32	SIII Perumdos 9	Persagi	Beton	2,2	0,9		0,100	0,800	0,014	0,0018854	0,2200	2,400	0,617	0,136	0,118	Aman
33	SIII Perumdos 10	Persagi	Beton	1,5	1,5		0,100	1,400	0,014	0,0043884	0,1500	1,700	0,939	0,141	0,067	Aman
34	SIII Perumdos 11	Persagi	Beton	0,85	0,55		0,150	0,400	0,014	0,0008519	0,1275	1,150	0,509	0,065	0,045	Aman
35	SIII Perumdos 12	Persagi	Beton	0,85	0,55		0,150	0,400	0,014	0,0010308	0,1275	1,150	0,529	0,067	0,045	Aman
36	SIII Perumdos 13	Persagi	Beton	0,85	0,55		0,150	0,400	0,014	0,0017509	0,1275	1,150	0,684	0,088	0,061	Aman
37	SIII Perumdos 14	Persagi	Beton	0,85	0,55		0,150	0,400	0,014	0,0017612	0,1275	1,150	0,682	0,088	0,060	Aman
38	SIII Perumdos 15	Persagi	Beton	0,85	0,55		0,100	0,450	0,014	0,0041001	0,0850	1,050	0,856	0,073	0,051	Aman
39	SIII Perumdos 16	Persagi	Beton	0,85	0,55		0,100	0,450	0,014	0,0008951	0,0850	1,050	0,840	0,071	0,061	Aman
40	SIII Perumdos 17	Persagi	Beton	0,85	0,55		0,120	0,430	0,014	0,004095	0,1020	1,090	0,978	0,100	0,080	Aman

41	Sil Perumdos 18	Persegi	Beton	0,85	0,55			0,120	0,430	0,014	0,0041064	0,1020	1,090	0,943	0,026	0,089	Aman
42	Sil Perumdos 19	Persegi	Beton	0,85	0,55			0,200	0,350	0,014	0,000676	0,1700	1,250	0,491	0,083	0,067	Aman
43	Sil Perumdos 20	Persegi	Beton	1,55	0,6			0,120	0,480	0,014	0,0024609	0,1860	1,790	0,783	0,146	0,067	Aman
44	Sil Perumdos 21	Persegi	Beton	0,6	0,6			0,200	0,400	0,014	0,0015611	0,1200	1,000	0,687	0,082	0,073	Aman
45	Sil Perumdos 22	Trapezium	Beton	0,6	0,6	1,3		0,250	0,350	0,014	0,0013469	0,2375	1,178	0,899	0,214	0,143	Aman
46	Sil Perumdos 23	Persegi	Beton	1	0,4			0,250	0,150	0,014	0,0008301	0,2500	1,500	0,623	0,156	0,117	Aman
47	Sil Perumdos 24	Persegi	Beton	0,45	0,65			0,220	0,430	0,014	0,0008364	0,0990	0,890	0,478	0,047	0,035	Aman
48	Sil Perumdos 25	Persegi	Beton	1,15	0,8			0,150	0,650	0,014	0,0005999	0,1725	1,450	0,423	0,073	0,051	Aman
49	Sil Perumdos 26	Persegi	Beton	0,65	0,5			0,200	0,300	0,014	0,0005164	0,1300	1,050	0,403	0,052	0,029	Aman
51	Sil Perumdos 27	Persegi	Beton	0,3	0,3			0,300	0,000	0,014	0,0000000	0,0000	0,000	0,000	0,000	0,000	Tidak Aman
51	Sil Perumdos 28	Persegi	Tanah	1,7	0,5			0,150	0,350	0,05	0,0007095	0,2500	2,000	0,425	0,108	0,061	Aman
52	Sil Perumdos 29	Persegi	Beton	0,8	0,6			0,220	0,380	0,014	0,0006941	0,1760	1,240	0,512	0,090	0,081	Aman
53	Sil Perumdos 30	Persegi	Beton	0,8	0,6			0,150	0,450	0,014	0,0011141	0,1200	1,100	0,544	0,065	0,032	Aman
54	Sil Perumdos 31	Persegi	Beton	0,55	0,5			0,350	0,150	0,014	0,0004285	0,1925	1,250	0,425	0,082	0,068	Aman
55	Sil Perumdos 32	Persegi	Beton	0,45	0,5			0,500	0,000	0,014	0,0003772	0,2250	1,450	0,401	0,090	0,076	Aman
56	Sil Perumdos 33	Persegi	Beton	0,5	0,6			0,550	0,050	0,014	0,0002995	0,2750	1,600	0,320	0,088	0,044	Aman
57	Sil Perumdos 34	Persegi	Beton	0,55	0,65			0,500	0,150	0,014	0,0002324	0,2750	1,550	0,344	0,095	0,045	Aman
58	Sil Sawah 3	Persegi	Beton	0,6	0,55			0,200	0,350	0,014	0,0002889	0,1200	1,000	0,526	0,111	0,083	Aman
59	Sil Sawah 4	Persegi	Beton	0,55	0,7			0,250	0,450	0,014	0,0013203	0,1375	1,050	0,669	0,092	0,070	Aman
60	Sil Sawah 5															0,046	
61	Sil Perumdos 35	Persegi	Beton	0,6	0,65			0,400	0,250	0,014	0,0003293	0,2400	1,400	0,400	0,096	0,059	Aman
62	Sil Perumdos 36	Persegi	Beton	0,6	0,65			0,300	0,350	0,014	0,0003317	0,1800	1,200	0,367	0,066	0,034	Aman
63	Sil Perumdos 37	Persegi	Beton	0,6	0,65			0,300	0,350	0,014	0,0003298	0,1800	1,200	0,366	0,066	0,035	Aman
64	Sil Perumdos 38	Persegi	Beton	0,6	0,65			0,300	0,350	0,014	0,0003305	0,1800	1,200	0,367	0,066	0,036	Aman
65	Sil Perumdos 39	Persegi	Beton	0,7	0,65			0,175	0,475	0,014	0,0006948	0,1225	1,050	0,419	0,051	0,019	Aman
66	Sil Perumdos 40	Persegi	Beton	0,7	0,65			0,175	0,475	0,014	0,0005581	0,1225	1,050	0,403	0,049	0,022	Aman
67	Sil Perumdos 41	Persegi	Beton	0,7	0,65			0,175	0,475	0,014	0,0005531	0,1225	1,050	0,401	0,049	0,022	Aman
68	Sil Perumdos 42	Persegi	Beton	0,7	0,65			0,175	0,475	0,014	0,0005664	0,1225	1,050	0,405	0,050	0,021	Aman
69	Sil Perumdos 43	Persegi	Beton	0,7	0,65			0,225	0,425	0,014	0,0003374	0,1575	1,150	0,349	0,055	0,027	Aman
70	Sil Perumdos 44	Persegi	Beton	0,6	0,65			0,225	0,425	0,014	0,0006549	0,1350	1,050	0,466	0,063	0,046	Aman
71	Sil Perumdos 45	Persegi	Beton	0,6	0,65			0,175	0,475	0,014	0,0006418	0,1050	0,950	0,417	0,044	0,028	Aman
72	Sil Perumdos 46	Persegi	Beton	0,6	0,65			0,175	0,475	0,014	0,0006434	0,1050	0,950	0,417	0,044	0,028	Aman
73	Sil Perumdos 47	Persegi	Beton	0,6	0,65			0,175	0,475	0,014	0,0006457	0,1050	0,950	0,418	0,044	0,027	Aman
74	Sil Perumdos 48	Persegi	Beton	0,7	0,65			0,200	0,450	0,014	0,0003993	0,1400	1,100	0,361	0,051	0,026	Aman
75	Sil Perumdos 49	Persegi	Beton	0,7	0,65			0,150	0,500	0,014	0,0007074	0,1050	1,000	0,423	0,044	0,016	Aman
76	Sil Perumdos 50	Persegi	Beton	0,7	0,65			0,175	0,475	0,014	0,0006788	0,1225	1,050	0,444	0,054	0,018	Aman
77	Sil Perumdos 51	Persegi	Beton	0,7	0,65			0,150	0,500	0,014	0,0006992	0,1050	1,000	0,411	0,043	0,019	Aman
78	Sil Perumdos 52	Persegi	Beton	0,7	0,65			0,150	0,500	0,014	0,00068	0,1050	1,000	0,418	0,044	0,017	Aman
79	Sil Perumdos 53	Persegi	Beton	0,7	0,65			0,150	0,500	0,014	0,0006876	0,1050	1,000	0,417	0,044	0,011	Aman
80	Sil Perumdos 54	Persegi	Beton	0,7	0,65			0,125	0,525	0,014	0,0007802	0,0875	0,950	0,407	0,036	0,007	Aman
81	Sil Perumdos 55	Persegi	Beton	0,7	0,65			0,150	0,500	0,014	0,0007533	0,1050	1,000	0,437	0,046	0,030	Aman
82	Sil Boezem 1	Persegi	Beton	0,55	0,7			0,250	0,450	0,014	0,0016291	0,1375	1,050	0,743	0,102	0,081	Aman
83	Sil Boezem 2	Persegi	Beton													0,063	
84	Sil Boezem 3	Persegi	Beton													0,091	
85	Sil Boezem 4	Persegi	Beton	1,5	1,5			0,275	1,225	0,014	0,0002127	0,4125	2,050	0,361	0,149	0,120	Aman

5.2 Kapasitas Eksisting Saluran Sekunder

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 : ΔH = 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

$$Q = V \cdot A$$

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

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

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

- Tinggi jagaan (W)

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

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

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

Tabel 5. 2 Kontrol kapasitas saluran sekunder

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
		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									
85	SI A	Persegi	Beton	0,75	0,6		0,600	0,010	0,016	0,00393	0,450	1,350	0,465	0,209	0,362	Tidak Aman
87	SI B	Persegi	Beton	0,91	1,11		0,225	0,885	0,014	0,00217	0,2048	1,360	0,942	0,199	0,189	Aman
88	SI C	Persegi	Beton	1	1		0,200	0,800	0,014	0,00191	0,2000	1,400	0,853	0,171	0,138	Aman
89	SI D	Persegi	Beton	0,90	0,80		0,700	0,100	0,014	0,00040	0,6300	2,300	0,600	0,378	0,129	Aman
90	SI E	Persegi	Beton	1	1		0,390	0,610	0,014	0,00047	0,3900	1,700	0,994	0,388	0,375	Aman
91	SI F	Persegi	Beton	1	1		0,265	0,735	0,014	0,00720	0,2650	1,530	1,083	0,499	0,482	Aman
92	SI G	Persegi	Beton	2	1,5		0,250	1,250	0,014	0,00225	0,5000	2,500	1,160	0,580	0,557	Aman
93	SI H	Persegi	Beton	1,8	0,5		0,130	0,370	0,014	0,00404	0,2340	2,060	1,065	0,248	0,202	Aman
94	SI I	Persegi	Beton	1,55	0,6		0,250	0,350	0,014	0,00184	0,3875	2,050	1,009	0,391	0,365	Aman
95	SI J	Persegi	Beton	1,5	1,3		0,300	1,000	0,014	0,00087	0,4500	2,100	0,754	0,339	0,327	Aman
96	SI K	Persegi	Batu kali	5,6	1,3		0,250	1,050	0,017	0,00076	1,4000	6,100	0,608	0,852	0,435	Aman
97	SI L	Trapesium	Batu kali	0,50	0,90	0,85	0,250	0,650	0,017	0,01709	0,1688	1,008	2,336	0,394	0,245	Aman
98	SI M	Trapesium	Batu kali	0,50	0,90	0,85	0,800	0,100	0,017	0,00076	0,5400	2,130	0,648	0,350	0,239	Aman
99	SI N	Trapesium	Batu kali	0,50	0,90	0,85	0,550	0,350	0,017	0,00943	0,3713	1,620	1,291	0,479	0,425	Aman
100	SI O	Trapesium	Batu kali	0,50	0,90	0,85	0,900	0,000	0,017	0,00169	0,6075	2,332	0,906	0,599	0,591	Aman
101	SI P	Persegi	Beton	1,8	0,9		0,100	0,800	0,014	0,00223	0,1800	2,000	0,678	0,122	0,102	Aman
102	SI Q	Persegi	Beton	1,8	0,9		0,120	0,780	0,014	0,00407	0,2160	2,040	1,020	0,220	0,217	Aman
103	SI R	Persegi	Beton	1,8	0,9		0,170	0,730	0,014	0,00319	0,3060	2,140	1,104	0,338	0,316	Aman
104	SI S	Persegi	Beton	2,2	0,9		0,200	0,700	0,014	0,00271	0,4400	2,600	1,137	0,500	0,464	Aman
105	SI T	Trapesium	Batu kali	0,50	0,90	0,85	0,900	0,000	0,027	0,00122	0,6075	2,250	0,859	0,522	0,505	Tidak Aman
106	SI U	Persegi	Beton	1,6	1,15		0,500	0,600	0,014	0,00033	0,8900	2,700	0,616	0,542	0,196	Aman
107	SI V	Trapesium	Beton	0,6	0,6	1,7	0,300	0,300	0,014	0,00155	0,3450	2,600	0,731	0,252	0,200	Aman
108	SI W	Persegi	Beton	0,8	0,6		0,320	0,280	0,014	0,00367	0,2560	1,440	1,368	0,350	0,341	Aman
109	SI X	Persegi	Beton	0,45	0,5		0,350	0,000	0,014	0,00030	0,2250	1,450	0,355	0,180	0,110	Tidak Aman
110	SI Y	Persegi	Beton	0,8	0,6		0,250	0,350	0,014	0,00130	0,2000	1,300	0,740	0,148	0,081	Aman
111	SI Z	Persegi	Beton	0,6	0,6		0,200	0,400	0,014	0,00497	0,1200	1,000	1,225	0,147	0,132	Aman
112	SI A1	Persegi	Beton	0,6	0,65		0,250	0,400	0,014	0,00198	0,1500	1,100	0,841	0,126	0,105	Aman
113	SI B1	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,180	0,470	0,014	0,00198	0,1260	1,060	0,768	0,097	0,081	Aman
114	SI C1	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,230	0,420	0,014	0,00265	0,1610	1,160	0,986	0,159	0,138	Aman
115	SI D1	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,250	0,400	0,014	0,00285	0,1750	1,200	1,057	0,185	0,180	Aman
116	SI E1	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,350	0,300	0,014	0,00224	0,2450	1,400	1,058	0,259	0,227	Aman
117	SI F1	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,100	0,550	0,014	0,00785	0,0700	0,900	1,153	0,081	0,047	Aman
118	SI G1	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,120	0,530	0,014	0,00719	0,0840	0,940	1,210	0,102	0,085	Aman
119	SI H1	Persegi	Beton	0,6	0,65		0,400	0,250	0,014	0,00076	0,2400	1,400	0,609	0,146	0,064	Aman
120	SI I1	Persegi	Beton	0,6	0,65		0,400	0,250	0,014	0,00113	0,2400	1,400	0,740	0,178	0,146	Aman
121	SI Kel	Persegi	Batu kali	8	1,5		0,270	1,230	0,017	0,00250	2,1600	8,540	1,176	2,541	2,417	Aman

5.3 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 : ΔH = 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

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

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

➤ 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. 3 Kontrol kapasitas saluran primer

No	Nama Saluran	Dimensi saluran						Kekasaran saluran (n)	Kmiringan saluran (S)	Luas saluran (A) m ²	Keliling saluran (P) m	Kecepatan saluran (V) m/det	Debit saluran (Q.sal) m ³ /det	Debit Rencana (Q.renc) m ³ /det	Keterangan	
		Bentuk	Bahan	Lebar bawah (b.b) m	Tinggi saluran (h) m	Lebar atas (b.a) m	Tinggi air (h.air) m									Tinggi jagaan (W) m
122	SI 1	Persegi	Batu kali	8	1,5		0,500	1,000	0,017	0,00068	4,0000	9,000	0,894	3,574	2,727	Aman
123	SI 2	Persegi	Batu kali	8	1,5		0,700	0,800	0,017	0,00023	5,6000	9,400	0,632	3,540	2,911	Aman
124	SI 3	Persegi	Batu kali	8	1,5		0,700	0,800	0,017	0,00023	5,6000	9,400	0,632	3,540	2,917	Aman
125	SI 4	Persegi	Batu kali	10,5	1,5		0,800	0,700	0,017	0,00012	8,4000	12,100	0,506	4,253	2,940	Aman
126	SI 5	Persegi	Batu kali	10	1,5		0,400	1,100	0,017	0,00091	4,0000	10,800	0,916	3,663	3,000	Aman
127	SI 6	Persegi	Batu kali	10	1,5		0,300	1,200	0,017	0,00276	3,0000	10,600	1,332	3,995	3,028	Aman
128	SI 7	Persegi	Batu kali	10,6	1,5		0,700	0,800	0,017	0,00094	7,4200	12,000	0,794	5,820	3,435	Aman
129	SI 8	Persegi	Batu kali	10,6	1,5		0,250	1,250	0,017	0,00453	2,6500	11,100	1,524	4,038	3,478	Aman
130	SI 9	Persegi	Batu kali	10,6	1,5		0,250	1,250	0,017	0,00628	2,6500	11,100	1,794	4,754	3,486	Aman
131	SI 10	Persegi	Batu kali	5,7	1,8		0,280	1,520	0,017	0,00335	1,5960	6,260	1,370	2,186	0,508	Aman
132	SI 11	Persegi	Batu kali	5,7	1,8		0,350	1,450	0,017	0,00172	1,9950	6,400	1,121	2,236	0,545	Aman
133	SI 12	Persegi	Batu kali	5,7	1,8		0,150	1,650	0,017	0,01800	0,8550	6,000	2,153	1,841	0,686	Aman
134	SI 13	Persegi	Batu kali	5,7	1,8		0,500	1,300	0,017	0,00106	2,8500	6,700	1,081	3,082	0,697	Aman
135	SI 14	Persegi	Batu kali	6,5	1,5		0,200	1,300	0,017	0,01142	1,3000	6,900	2,066	2,985	1,531	Aman
136	SI 15	Persegi	Batu kali	6,5	1,5		0,300	1,200	0,017	0,00382	1,9500	7,100	1,556	3,035	1,624	Aman
137	SI 16	Persegi	Batu kali	6,5	1,5		0,700	0,800	0,017	0,00362	4,5300	7,900	1,014	4,613	1,673	Aman
138	SI 17	Persegi	Batu kali	6,5	1,5		1,000	0,500	0,017	0,00008	6,5000	8,500	0,447	2,904	1,677	Aman
139	SI 18	Persegi	Batu kali	6,5	1,5		0,300	1,200	0,017	0,00467	1,9500	7,100	1,688	3,310	1,763	Aman
140	SI 19	Persegi	Batu kali	6,5	1,5		0,140	1,360	0,017	0,02174	0,9100	6,780	2,274	2,069	1,997	Aman
141	SI 20	Persegi	Batu kali	6,5	1,5		0,500	1,000	0,017	0,00151	3,2500	7,500	1,310	4,257	2,179	Aman
142	SI 21	Persegi	Batu kali	6,5	1,5		0,150	1,350	0,017	0,02513	0,9750	6,800	2,554	2,490	2,250	Aman
143	SI 22	Persegi	Batu kali	4,1	1,6		0,400	1,200	0,017	0,00090	1,6400	4,900	0,850	1,395	0,304	Aman
144	SI 23	Persegi	Batu kali	4,1	1,6		0,200	1,400	0,017	0,00646	0,8200	4,500	1,519	1,246	0,442	Aman

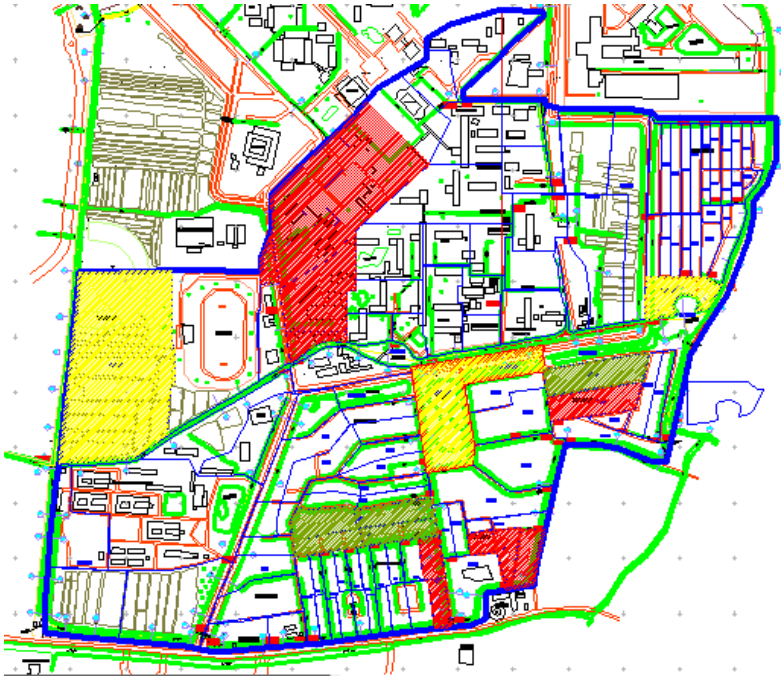
5.4 Perencanaan Saluran Drainase

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 di beberapa wilayah yang sebelumnya tidak memiliki saluran dan menyebabkan genangan di wilayah tersebut.

Daftar saluran yang akan di redesain dan daftar penambahan saluran baru akan ditampilkan pada tabel 5.4 berikut.

Tabel 5. 4 Daftar redesain saluran dan penambahan saluran baru

No	Nama Saluran	Q Saluran	Q Rencana	Keterangan
		m ³ /det	m ³ /det	
1	SIII Sawah 1	0	0,106	Saluran baru
2	SIII Sawah 5	0	0,046	Saluran baru
3	SIII Perumdos 27	0,042	0,092	Tidak aman
4	SIII Boezem 2	0	0,063	Saluran baru
5	SIII Boezem 3	0	0,091	Saluran baru
6	SIII Perumdos 32	0,090	0,076	Full Bank
7	SII A	0,209	0,262	Tidak aman
8	SII O	0,594	0,591	Full Bank
9	SII T	0,522	0,905	Tidak aman
10	SII X	0,080	0,218	Tidak aman



Gambar 5.3 *Catchment* saluran yang tidak aman, *full bank* dan pembuatan saluran baru

5.4.1 Perhitungan Redisain Saluran

Dari hasil evaluasi pada tabel 5.4 terdapat beberapa saluran yang tidak mampu menampung debit rencana. Diantaranya ada saluran tersier perumdos 27, saluran sekunder A, saluran sekunder T dan saluran sekunder X.

Contoh perhitungan redesign saluran pada saluran tersier SIII Perumdos 27.

Data saluran tersier SIII Perumdos 27 :

- Bentuk saluran = Persegi
- Bahan saluran = Beton

- Lebar saluran (b) = 0,4 m
- Tinggi saluran (h) = 0,45 m
- Panjang saluran (L) = 148,39 m
- Kemiringan saluran (I) = 0,00094

Perhitungan kapasitas saluran tersier SIII Perumdos 27.

➤ Luas Penampang saluran

$$\begin{aligned} A &= b \times h \\ &= 0,4 \text{ m} \times 0,45 \text{ m} \\ &= 0,18 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

➤ Keliling penampang saluran

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \\ &= 0,4 + (2 \times 0,45) \\ &= 1,3 \text{ m} \end{aligned}$$

➤ Kekasaran saluran

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

➤ Kemiringan dasar saluran

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

Dimana : ΔH = beda tinggi elevasi di hulu dan hilir

L = Jarak antar hulu dan hilir

$$I = \frac{3,414 - 3,275}{148,39} = 0,00094$$

- Kecepatan saluran

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

$$V = \frac{1}{0,014} x (0,18/1,3^{2/3}) x 0,00094^{0,5} = 0,585 \text{ m/s}$$

- Debit eksisting

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 0,585 \text{ m/s} \times 0,18 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{saluran}} = 0,105 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{\text{Sal}} = 0,105 \text{ m}^3/\text{dt} > Q_{\text{Rencana}} = 0,092 \text{ m}^3/\text{dt} \text{ (Aman)}$$

- Tinggi Jagaan (W)

Pada perencanaan redesain saluran semua tinggi jagaan direncanakan 0,2 m untuk menjaga saluran dari kelebihan debit rencana yang bisa terjadi.

Sedangkan untuk saluran yang bersetatus full bank pada tabel 5.4 yaitu saluran SIII Perumdos 32 dan saluran SII O hanya akan ditambah tinggi jagaan 0,2 m dengan dimensi lebar dan tinggi saluran sama seperti eksisting semula.

5.4.2 Perhitungan Saluran Drainase Baru

Dibeberapa wilayah ITS bagian selatan masih terdapat beberapa area yang tidak memiliki saluran drainase, perencanaan saluran baru terdapat pada wilayah sawah 1, sawah 5, *boezem* 2 dan *boezem* 3.

Contoh perhitungan perencanaan saluran baru pada saluran SIII *Boezem* 2.

Data saluran tersier SIII *Boezem 2* :

- Bentuk saluran = Persegi
- Bahan saluran = Beton
- Lebar saluran (b) = 0,4 m
- Tinggi saluran (h) = 0,4 m
- Panjang saluran (L) = 154,59 m
- Kemiringan saluran (I) = 0,00060

Perhitungan kapasitas saluran tersier SIII *Boezem 2*.

➤ Luas Penampang saluran

$$\begin{aligned} A &= b \times h \\ &= 0,4 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} \\ &= 0,16 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

➤ Keliling penampang saluran

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \\ &= 0,4 + (2 \times 0,4) \\ &= 1,2 \text{ m} \end{aligned}$$

➤ Kekasaran saluran

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

➤ Kemiringan dasar saluran

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

Dimana : ΔH = beda tinggi elevasi di hulu dan hilir

L = Jarak antar hulu dan hilir

$$I = \frac{3,489 - 3,397}{154,59} = 0,00060$$

➤ Kecepatan saluran

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

$$V = \frac{1}{0,014} x (0,16/1,2^{2/3}) x 0,00060^{0,5} = 0,457 \text{ m/s}$$

➤ Debit eksisting

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 0,457 \text{ m/s} \times 0,16 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{saluran}} = 0,073 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_{\text{Sal}} = 0,073 \text{ m}^3/\text{dt} > Q_{\text{Rencana}} = 0,063 \text{ m}^3/\text{dt} \text{ (Aman)}$$

➤ Tinggi Jagaan (W)

Pada perencanaan saluran baru semua tinggi jagaan direncanakan 0,2 m untuk menjaga saluran dari kelebihan debit rencana yang bisa terjadi.

Hasil perhitungan perencanaan redesign saluran dan perhitungan perencanaan saluran baru dapat dilihat pada tabel 5.5 berikut.

Tabel 5. 5 Hasil perhitungan redesign saluran dan perencanaan saluran baru

No	Nama Saluran	Dimensi saluran			Panjang Saluran (m)	Kekasaran saluran (n)	Kmlingan saluran (S)	Luas saluran (A) m ²	Keliling saluran (P) m	Kecepatan saluran (V) m/det	Debit saluran (Q.sal) m ³ /det	Debit Rencana (Q.renc) m ³ /det	Keterangan	Selisih Debit m ³ /det	Selisih Debit %	
		Bentuk	Bahan	Lebar bawah (l.b)												Tinggi saluran (h)
				m												m
1	Sili Sawah 1	Persegi	Beton	0,4	0,45	347,7	0,014	0,00124	0,18	1,3	0,673	0,121	0,106 Aman	0,015	14%	
2	Sili Sawah 5	Persegi	Beton	0,25	0,25	76,42	0,014	0,00315	0,063	0,75	0,765	0,048	0,046 Aman	0,002	4%	
3	Sili Perumdos 27	Persegi	Beton	0,4	0,45	148,39	0,014	0,00094	0,18	1,3	0,595	0,105	0,092 Aman	0,013	15%	
4	Sili Boezem 2	Persegi	Beton	0,4	0,4	154,59	0,014	0,00060	0,16	1,2	0,457	0,073	0,063 Aman	0,010	16%	
5	Sili Boezem 3	Persegi	Beton	0,4	0,6	252,84	0,014	0,00041	0,24	1,6	0,408	0,098	0,091 Aman	0,007	7%	
6	Sili A	Persegi	Beton	0,7	0,8	233,42	0,014	0,00030	0,56	2,3	0,482	0,270	0,262 Aman	0,008	3%	
7	Sili T	Persegi	Beton	0,9	0,9	145,82	0,014	0,00122	0,81	2,7	1,118	0,906	0,905 Aman	0,001	0%	
8	Sili X	Persegi	Beton	0,7	0,7	152,18	0,014	0,00030	0,49	2,1	0,466	0,228	0,218 Aman	0,010	5%	

5.5 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 bagian selatan terdapat enam *boezem* yang akan dievaluasi pada tugas akhir ini.

5.5.1 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* 1

Data *boezem* 1 :

- Luasan kolam tampung (A) = 1961,68 m²
- Kedalaman kolam tampung (h) = 1 m
- Luas chatcment area kolam tampung = 8850,9 m²
- Curah hujan rencana harian (R_{24}) = 0,1009 m (periode ulang 2 tahun)

Perhitungan kapasitas tampungan *Boezem* 1 :

- Kapasitas tampungan eksisting *boezem* :

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas eksisting} &= A \times h \\ &= 1961,68 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m} \\ &= 1961,68 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

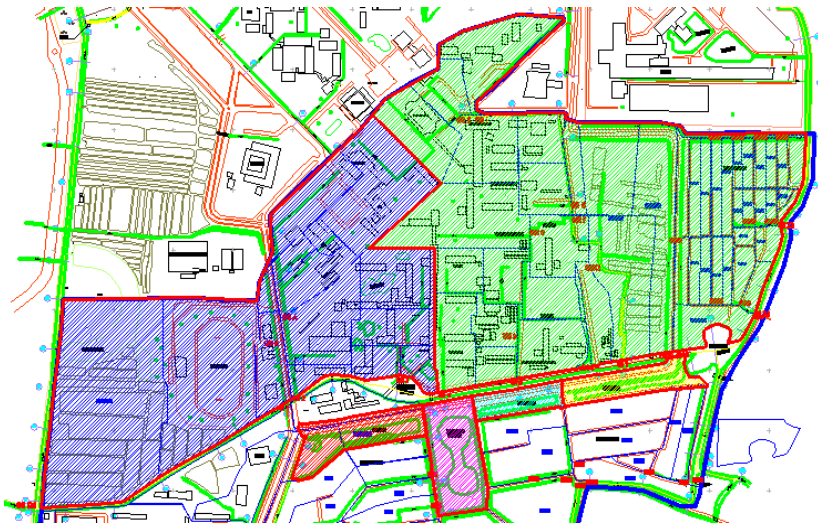
$$\begin{aligned} \text{Kapasitas rencana} &= \text{Luas } catchment \text{ area} \times R_{24} \\ &= 8850,9 \text{ m}^2 \times 0,1009 \text{ m} \\ &= 893,41 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Kap eksisting} = 1961,68 \text{ m}^3 > \text{Kap rencana} = 893,41 \text{ m}^3 \text{ (Aman)}$$

Dari hasil perhitungan kapasitas tampungan *boezem* didapat hasil bahwa kapasitas eksisting *boezem* 1 lebih besar dari kapasitas rencana, yang berarti *boezem* 1 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 5.6 berikut.

Tabel 5. 6 Perhitungan analisa kolam tampung atau *boezem*

No	Nama Boezem	A. Boezem m ²	h. Boezem m	Kapasitas Eksisting m ³	Luas Chatment m ²	R24 m	Kapasitas Rencana m ³	Keterangan
1	Boezem 1	1961,68	1	1961,7	8850,9	0,1009	893,413	AMAN
2	Boezem 2	1363,02	1	1363,0	6075,4	0,1009	613,251	AMAN
3	Boezem 3	4940,65	1,3	6422,8	16002,2	0,1009	1615,267	AMAN
4	Boezem 4	2302,9	1	2302,9	17323,9	0,1009	1748,674	AMAN
5	Boezem 5	3192,42	1,5	4788,6	213721,3	0,1322	28262,509	TIDAK AMAN
6	Boezem 6	4157,4	2	8314,8	479472,2	0,1322	63405,397	TIDAK AMAN



Gambar 5.4 Pembagian *Catchment* Kolam Tampung / *Boezem*

5.5.2 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 5 *outflow* terjadi mengalir sesuai arah gravitasi, sedangkan pada kolam tampung 6 *outflow* dilakukan dengan pompa air karena elevasi kolam tampung lebih rendah dari elevasi saluran buangan akhir.

1) Kolam tampung 5

Pada kolam tampung 5 debit *outflow* mengalir sesuai arah gravitasi melewati saluran SI 4 dengan dimensi saluran :

- Lebar saluran (b) = 10,5 m
- Tinggi Saluran (h) = 1,5 m
- Bentuk Saluran = Persegi
- Panjang Saluran (L) = 436 m

Perhitungan kapasitas saluran :

- Luas Penampang saluran

$$\begin{aligned} A &= b \times h \\ &= 10,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \\ &= 15,75 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Keliling penampang saluran

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \\ &= 10,5 + (2 \times 1,5) \\ &= 13,5 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kekasaran saluran

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

- Kemiringan dasar saluran

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

Dimana : ΔH = beda tinggi elevasi di hulu dan hilir

L = Jarak antar hulu dan hilir

$$I = \frac{2,257 - 2,071}{436} = 0,00042$$

- Kecepatan saluran

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

$$V = \frac{1}{0,017} x (15,75 \text{ m}^2 / 13,5 \text{ m}^{2/3}) x 0,00042^{0,5} = 1,3 \text{ m/s}$$

- Debit eksisting

$$Q = V \cdot A$$

$$Q = 1,336 \frac{\text{m}}{\text{s}} x 15,75 \text{ m}^2$$

$$Q \text{ Saluran} = 21,04 \text{ m}^3/\text{s}$$

Perhitungan debit *outflow* kolam tampung :

- $Q \text{ Outflow} = \text{Kap Rencana} - \text{Kap Eksisting}$

$$= 28262,5 \text{ m}^3 - 4788,6 \text{ m}^3$$

$$= 23473,9 \text{ m}^3$$

$$= \frac{23473,9 \text{ m}^3}{3600 \text{ dt}} = 6,52 \text{ m}^3/\text{det}$$

$Q \text{ Saluran} = 21,04 \text{ m}^3/\text{det} > Q \text{ Outflow} = 6,52 \text{ m}^3/\text{det}$ (Terpenuhi)

Dari hasil perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa debit *outflow* kolam tampung 5 masih bisa tertampung oleh saluran SI 4. Disamping pada perhitungan kontrol terpenuhi, pada kondisi eksisting juga dapat dilihat bahwa dimensi saluran *inflow* kolam tampung 5 lebih kecil dari dimensi saluran *outflow* kolam tampung (SI 4), sehingga semua debit yang masuk dari saluran *inflow* kolam tampung dapat diterima pada saluran *outflow* kolam tampung.

2) Kolam tampung 6

Pada kolam tampung 6 debit *outflow* melewati media pompa air karena elevasi kolam tampung lebih rendah dari pada saluran buangan akhir, untuk menghitung debit *outflow* kolam tampung 6 menggunakan metode routing.

Data kolam tampung 6 :

- Luas Chatchment *Boezem* 6 = 0,479 km²
- Panjang sungai (L) = 303,18 m
- Koefisien Pengaliran (C) = 0,35
- Kemiringan Lahan (I0) = 0,0002
- Kekasaran dasar saluran (nd) = 0,2
- Kecepatan Saluran (V) = 0,78 m/det
- Jarak titik terjauh *catchment* dari saluran (Lo) = 605 m
- Curah hujan rencana periode ulang 10 tahun (R24) = 132,3 mm
- Luas kolam tampung 6 (A) = 4157,4 m²
- Kedalaman kolam tampung (h) = 2 m
- Tinggi jagaan kolam tampung (W) = 0,3 m

Perhitungan routing kolam tampung 6 :

➤ Overland Flow Time (To) :

$$\begin{aligned} T_o &= 1,44 \left(nd \frac{L_o}{\sqrt{I_o}} \right)^{0,467} \\ &= 1,44 \left(0,2 \frac{605}{\sqrt{0,0002}} \right)^{0,467} \end{aligned}$$

$$= 41,89 \text{ menit}$$

- Channel Flow Time (T_f) :

$$\begin{aligned} T_f &= \frac{L}{V} \\ &= \frac{303,18}{0,78} \\ &= 388,69 \text{ detik} = 6,47 \text{ menit} \end{aligned}$$

- Waktu konsentrasi (T_c)

$$\begin{aligned} T_c &= T_o + T_f \\ &= 41,89 + 6,47 \\ &= 50,9 \text{ menit} = 0,848 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Intensitas hujan (I) :

$$\begin{aligned} I &= \left(\frac{R_{24}}{24} \right) \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3} \\ &= \left(\frac{132,2}{24} \right) \left(\frac{24}{0,848} \right)^{2/3} \\ &= 51,2 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

- Debit *inflow* kolam tampung (Q) :

$$\begin{aligned} Q &= 0,278 \times C \times I \times A \\ &= 0,278 \times 0,35 \times 0,0002 \times 0,479 \\ &= 2,372 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

- Kapasitas Tampungan kolam (Vol) :

$$\begin{aligned} \text{Vol rencana} &= T_c \times Q \times 3600 \\ &= 0,848 \times 2,372 \times 3600 \\ &= 7246,01 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vol eksisting} &= A \cdot \text{Boezem} \times h \\ &= 4157,4 \times 2 \\ &= 8314,8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

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 5.7 berikut ini.

Tabel 5. 7 Perhitungan routing kapasitas kolam tampung

t (min)	Q in (m3/dt)	Vol in (m3)	Vol in kum (m3)	Q out (m3/dt)	Vol out (m3)	Vol out kum (m3)	Tamp akhir (m3)
1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	0	0	0	0	0	0
5,1	0,237	36,230	36,230	0,000	0,000	0,000	36,230
10,2	0,474	108,690	144,920	0,000	0,000	0,000	144,920
15,3	0,712	181,150	326,071	0,000	0,000	0,000	326,071
20,4	0,949	253,611	579,681	0,000	0,000	0,000	579,681
25,5	1,186	326,071	905,752	0,000	0,000	0,000	905,752
30,5	1,423	398,531	1304,283	0,000	0,000	0,000	1304,283
35,6	1,661	470,991	1775,274	0,000	0,000	0,000	1775,274
40,7	1,898	543,451	2318,726	0,000	0,000	0,000	2318,726
45,8	2,135	615,911	2934,637	0,000	0,000	0,000	2934,637
50,9	2,372	688,372	3623,009	0,000	0,000	0,000	3623,009
56,0	2,135	688,372	4311,380	0,000	0,000	0,000	4311,380
61,1	1,898	615,911	4927,292	0,000	0,000	0,000	4927,292
66,2	1,661	543,451	5470,743	0,000	0,000	0,000	5470,743
71,3	1,423	470,991	5941,734	0,000	0,000	0,000	5941,734
76,4	1,186	398,531	6340,265	0,000	0,000	0,000	6340,265
81,5	0,949	326,071	6666,336	0,000	0,000	0,000	6666,336
86,5	0,712	253,611	6919,947	0,000	0,000	0,000	6919,947
91,6	0,474	181,150	7101,097	0,000	0,000	0,000	7101,097
96,7	0,237	108,690	7209,787	0,000	0,000	0,000	7209,787
101,8	0	36,230	7246,017	0,000	0,000	0,000	7246,017

Kolom 1 : Interval waktu (menit)

$$T = \frac{T_c}{10} = \frac{50,9}{10} = 5,1 \text{ menit}$$

Kolom 2 : Debit *inflow* routing (Q)

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

$$= \frac{5,1}{50,9} \times 2,372 = 0,237 \text{ m}^3/\text{det}$$

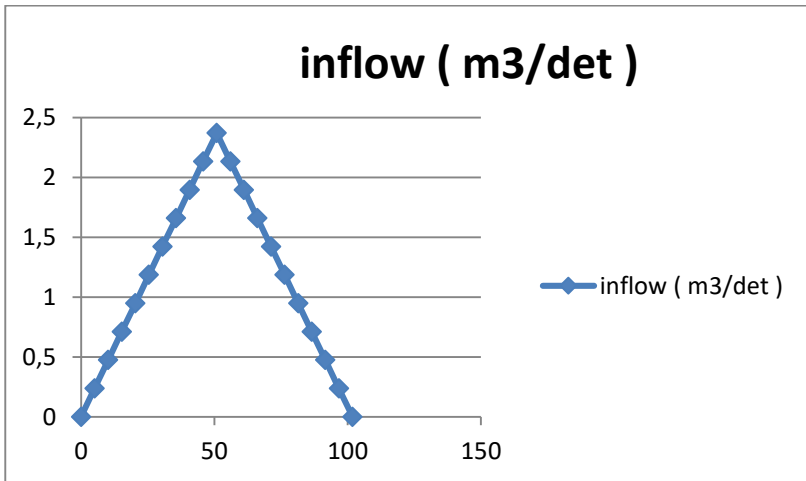
Kolom 3 : volume *inflow* (m³)

$$V_{inf t1} = \left[\frac{1}{2} \times (Q_1 + Q_0) \times (t_1 - t_0) \times 60 \right]$$

$$V_{\text{inf } t1} = \left[\frac{1}{2} \times (0,237 + 0) \times (5,1 - 0) \times 60 \right] = 36,23$$

Kolom 8 : kapasitas tampungan akhir (m^3)

Berikut grafik inflow kolam tampung 6 dapat dilihat pada gambar 5.5 berikut.



Gambar 5.5 Grafik *inflow* kolam tampung 6

5.6 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 pompa = 0,5 m³/det

Untuk perhitungan analisa kapasitas pompa akan ditampilkan pada tabel 5.8 berikut ini

Tabel 5. 8 Perhitungan analisa kapasitas pompa

t (min)	Q in (m3/dt)	Vol in (m3)	Vol in kum (m3)	Q pompa out (m3/dt)	Vol out (m3)	Vol out kum (m3)	Tamp awal (m3)	Tamp akhir (m3)	Elevasi (m)	elevasi awal (m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	0	4157,4	4157,4	0	0	0	4157,4	4157,4	1	1
5,1	0,237	36,23	4193,63	0,000	0,00	0,00	4193,63	4193,63	1,009	1,009
10,2	0,474	108,69	4302,32	0,500	76,36	76,36	4302,32	4225,96	1,016	1,035
15,3	0,712	181,15	4483,47	0,500	152,73	229,09	4483,47	4254,38	1,023	1,078
20,4	0,949	253,61	4737,08	1,000	229,09	458,19	4737,08	4278,89	1,029	1,139
25,5	1,186	326,07	5063,15	1,000	305,46	763,65	5063,15	4299,51	1,034	1,218
30,5	1,423	398,53	5461,68	1,000	305,46	1069,10	5461,68	4392,58	1,057	1,314
35,6	1,661	470,99	5932,67	1,500	381,82	1450,93	5932,67	4481,75	1,078	1,427
40,7	1,898	543,45	6476,13	1,500	458,19	1909,12	6476,13	4567,01	1,099	1,558
45,8	2,135	615,91	7092,04	1,500	458,19	2367,30	7092,04	4724,73	1,136	1,706
50,9	2,372	688,37	7780,41	1,500	458,19	2825,49	7780,41	4954,92	1,192	1,871
56,0	2,372	724,60	8505,01	1,500	458,19	3283,68	8505,01	5221,33	1,256	2,046
61,1	2,372	724,60	9229,61	1,500	458,19	3741,87	9229,61	5487,74	1,320	2,220
66,2	2,372	724,60	9954,21	1,500	458,19	4200,06	9954,21	5754,16	1,384	2,394
71,3	2,372	724,60	10678,82	1,500	458,19	4658,24	10678,82	6020,57	1,448	2,569
76,4	2,372	724,60	11403,42	1,500	458,19	5116,43	11403,42	6286,99	1,512	2,743
81,5	2,372	724,60	12128,02	1,500	458,19	5574,62	12128,02	6553,40	1,576	2,917
86,5	2,372	724,60	12852,62	1,500	458,19	6032,81	12852,62	6819,81	1,640	3,092
91,6	2,372	724,60	13577,22	1,500	458,19	6490,99	13577,22	7086,23	1,704	3,266
96,7	2,372	724,60	14301,82	1,500	458,19	6949,18	14301,82	7352,64	1,769	3,440
101,8	2,372	724,60	15026,43	1,500	458,19	7407,37	15026,43	7619,06	1,833	3,614
106,9	2,135	688,37	15714,80	1,500	458,19	7865,56	15714,80	7849,24	1,888	3,780
112,0	1,898	615,91	16330,71	1,500	458,19	8323,75	16330,71	8006,96	1,926	3,928
117,1	1,661	543,45	16874,16	1,500	458,19	8781,93	16874,16	8092,23	1,946	4,059
122,2	1,423	470,99	17345,15	1,000	381,82	9163,76	17345,15	8181,39	1,968	4,172
127,3	1,186	398,53	17743,68	1,000	305,46	9469,22	17743,68	8274,47	1,990	4,268
132,4	0,949	326,07	18069,75	0,500	229,09	9698,31	18069,75	8371,44	2,014	4,346
137,5	0,712	253,61	18323,36	0,500	152,73	9851,04	18323,36	8472,33	2,038	4,407
142,5	0,474	181,15	18504,51	0,500	152,73	10003,77	18504,51	8500,75	2,045	4,451
147,6	0,237	108,69	18613,20	0,000	76,36	10080,13	18613,20	8533,07	2,053	4,477
152,7	0	36,23	18649,43	0,000	0,00	10080,13	18649,43	8569,30	2,061	4,486

Kolom 1 : Interval waktu (menit)

$$T = \frac{Tc}{10} = \frac{50,9}{10} = 5,1 \text{ menit}$$

Kolom 2 : Debit *inflow* routing (Q)

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

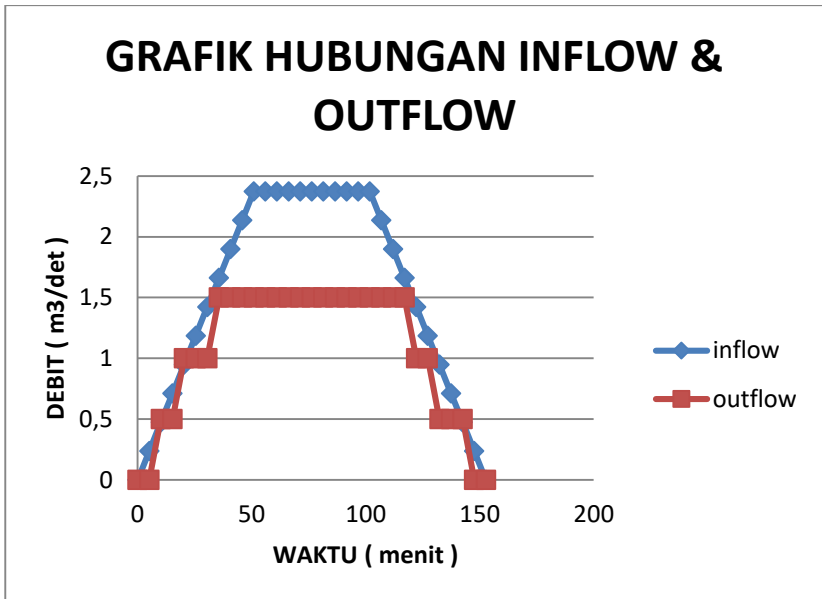
$$= \frac{5,1}{50,9} \times 2,372 = 0,237 \text{ m}^3/\text{det}$$

- Kolom 3 : volume *inflow* (m^3)

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

$$V_{inf\ t1} = \left[\frac{1}{2} \times (0,237 + 0) \times (5,1 - 0) \times 60 \right] = 36,23$$
- Kolom 4 : Volume *inflow* komulatif (m^3)
- Volume awal kolam tampung sebelum debit *inflow* masuk direncanakan : $h\ air = 1\ m \times A$ kolam tampung = $4157,4 = 4157,4\ m^3$
 - Vol awal kolam + Vol *inflow* $t = 2$
 $4157,4\ m^3 + 36,23\ m^3 = 4193,63\ m^3$
- Kolom 5 : Kapasitas pompa eksisting (m^3/det)
- Kolom 6 : Volume *outflow* pompa eksisting (m^3)
- Kolom 7 : Volume *outflow* komulatif (m^3)
- Kolom 9 : Volume tampungan akhir kolam tampung (m^3):
 Vol akhir = Vol *inflow* komulatif - Vol *outflow* komulatif
- Kolom 10 : Elevasi muka air (m)

Grafik hubungan *inflow* dan *outflow* kolam tampung 6 akan ditampilkan pada gambar 5.6 berikut ini.



Gambar 5.6 Grafik hubungan *inflow* dan *outflow* kolam tampung

Dari hasil perhitungan hidrograf routing didapatkan bahwa kapasitas pompa minimum yang harus dipenuhi sebesar 0,5 m³/det dengan jumlah pompa sebanyak 3 buah pompa air untuk dapat memenuhi debit *outflow* sebesar 1,5 m³/det.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

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

1. Pada perencanaan sistem drainase kampus ITS Sukolilo bagian selatan ini tidak dilakukan perubahan skema jaringan, semua skema jaringan masih sama seperti skema jaringan awal yang ada pada drainase master plan ITS Surabaya.
2. Debit banjir rencana periode ulang 10 tahun yang masuk pada saluran primer 1 sebesar $2,72 \text{ m}^3/\text{det}$ pada bagian hulu dan $3,91 \text{ m}^3/\text{det}$ pada bagian hilir. Sedangkan pada saluran primer 10 didapat debit rencana sebesar $0,562 \text{ m}^3/\text{det}$ pada bagian hulu dan debit sebesar $2,29 \text{ m}^3/\text{det}$ pada bagian hilir. Debit rencana total yang dihasilkan dari kedua saluran primer tersebut sebesar $6,21 \text{ m}^3/\text{det}$.
3. Dari hasil evaluasi didapatkan beberapa dimensi saluran eksisting yang tidak dapat menampung debit banjir rencana yaitu saluran SIII Perumdos 27, SIII Perumdos 32, SII A, SII O, SII T dan saluran SII X. Untuk cara menanggulangnya dilakukan redesain saluran. Terdapat beberapa perencanaan saluran baru pada beberapa wilayah sistem drainase ITS bagian selatan yang pada kondisi eksisting tidak memiliki saluran drainase, diantaranya yaitu saluran SIII Sawah 1, SIII Sawah 5, SIII Boezem 2 dan SIII Boezem 3
4. Dari hasil evaluasi kapasitas tampungan kolam tampung / *boezem* ada beberapa kolam tampung yang tidak dapat menampung debit inflow, yaitu kolam tampung 5 dan kolam tampung 6. Pada kolam tampung 5 hasil evaluasi debit outflow kolam yang dialirkan secara gravitasi menuju saluran pembuang dapat ditampung oleh saluran. Sedangkan pada kolam tampung 6 debit outflow dialirkan melalui pompa air kesaluran buangan akhir yaitu Kali Bokor.

5. Dari hasil perhitungan analisa pompa pada kolam tampung 6, kapasitas pompa direncanakan $0,5 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan jumlah pompa sebanyak tiga buah, sehingga dapat memenuhi debit outflow sebar $1,5 \text{ m}^3/\text{det}$.

6.2 Saran

Dalam melakukan perbaikan saluran yang dilakukan pada saluran-saluran yang berstatus tidak aman dan pembuatan saluran baru dilakukan menggunakan saluran U-dith agar dalam pengerjaan lebih praktis.

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 PUSATAKA

- Departemen PU. 1986. “**Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan KP 03**”. Bagian saluran
- Hadisusanto N (2011) “**Aplikasi Hidrologi**”. Yogyakarta : Jogja Media Utama
- MacDonald Cambridge UK dan PT. Tricon Jaya 2000. “**Surabaya Drainage Master Plan 2018**”. Surabaya
- Sofia, Fifi. 2005. “**Modul Hidrolika**”. Surabaya
- Soemarto. 1999 “**Hidrologi Teknik**”. Jakarta : Erlangga
- Soewarno 1995. “**Hidrologi (Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data)**” Bandung : Nova
- Subarkah, Iman. 1980. “**Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air**” Bandung: Idea Dharma
- Suripin. 1998. “**Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan**”. Yogyakarta: Andi
- Triatmodjo, Bambang. 2009. “**Hidrologi Terapan.**”Yogyakarta: PT. Andi

“ Halaman ini sengaja dikosongkan “

BIODATA PENULIS



AHMAD MAHRUS ALI

Penulis dilahirkan di Gresik 04 April 1993. Merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di MIN 1 Kedamean Gresik, SMPN 1 Kedamean Gressik, SMAN 1 Menganti Gresik, D3 Teknik Sipil ITS. Selama menempuh pendidikan di D3 Teknik Sipil ITS penulis aktif dalam berbagai kegiatan mahasiswa diantaranya Himpunan Mahasiswa D3 Teknik Sipil ITS dan JMAA D3 Teknik Sipil ITS.

Juga aktif diberbagai acara kampus diantaranya menjadi panitia pada acara *Bridge Contruction Competition* dan *Tower Contruction Competition*, setelah lulus dari D3 Teknik Sipil ITS pada tahun 2014, penulis mengikuti seleksi tes Masuk Program S1 Lintas Jalur yang diselenggarakan ITS Surabaya dan diterima di Jurusan Teknik Sipil Lintas Jalur FTSP - ITS tahun 2015, Terdaftar sebagai Mahasiswa dengan NRP 3115105008. Penulis dapat dihubungi melalui *email* : mahroezali@gmail.com



LAMPIRAN

Perhitungan C Gabungan												
No	Wilayah	Luasan Total	Gedung kampus	Koefisien	RTH	Koefisien	Paving	Koefisien	Perumahan	Koefisien	$\Sigma C_i A_i$	C Gabungan
		Km ²	Km ²	C	Km ²	C	Km ²	C	Km ²	C		
1	SAC	0,01272	0,00267	0,25	0,00812	0,15	0,00193	0,75	0,00000	0,60	0,00333	0,2618
2	Dr. Angka	0,03376	0,00447	0,25	0,02372	0,15	0,00557	0,75	0,00000	0,60	0,00885	0,2623
3	Perpustakaan	0,01797	0,00284	0,25	0,01349	0,15	0,00164	0,75	0,00000	0,60	0,00397	0,2206
4	Biologi	0,01015	0,00170	0,25	0,00448	0,15	0,00397	0,75	0,00000	0,60	0,00408	0,4017
5	Matematika	0,01805	0,00392	0,25	0,01017	0,15	0,00396	0,75	0,00000	0,60	0,00548	0,3035
6	Statistika	0,00837	0,00138	0,25	0,00549	0,15	0,00150	0,75	0,00000	0,60	0,00229	0,2740
7	Fisika	0,00808	0,00157	0,25	0,00584	0,15	0,00067	0,75	0,00000	0,60	0,00177	0,2190
8	Kimia	0,01240	0,00340	0,25	0,00784	0,15	0,00115	0,75	0,00000	0,60	0,00289	0,2333
9	T. Elektro	0,02033	0,00455	0,25	0,01262	0,15	0,00316	0,75	0,00000	0,60	0,00540	0,2656
10	T. Mesin	0,01243	0,00178	0,25	0,00950	0,15	0,00114	0,75	0,00000	0,60	0,00273	0,2195
11	T. Fisika	0,02168	0,00293	0,25	0,01601	0,15	0,00274	0,75	0,00000	0,60	0,00519	0,2393
12	T. Industri	0,01651	0,00117	0,25	0,01362	0,15	0,00171	0,75	0,00000	0,60	0,00362	0,2194
13	Material Metalurgi	0,01635	0,00242	0,25	0,01046	0,15	0,00347	0,75	0,00000	0,60	0,00477	0,2921
14	T. Kimia	0,00726	0,00088	0,25	0,00543	0,15	0,00095	0,75	0,00000	0,60	0,00175	0,2406
15	T. Perkapalan	0,01894	0,00543	0,25	0,00811	0,15	0,00540	0,75	0,00000	0,60	0,00662	0,3497
16	LPPM	0,01470	0,00192	0,25	0,00893	0,15	0,00385	0,75	0,00000	0,60	0,00471	0,3203
17	Satadion	0,03854	0,00056	0,25	0,03380	0,15	0,00419	0,75	0,00000	0,60	0,00835	0,2167
18	Sawah 1	0,06141	0,00000	0,25	0,06141	0,15	0,00000	0,75	0,00000	0,60	0,00921	0,1500
19	Lap Basket	0,00786	0,00104	0,25	0,00477	0,15	0,00205	0,75	0,00000	0,60	0,00252	0,3200
20	GOR Bulu Tangkis	0,02624	0,00260	0,25	0,02009	0,15	0,00355	0,75	0,00000	0,60	0,00633	0,2411
21	Asrama mahasiswa	0,05148	0,01000	0,25	0,02346	0,15	0,01802	0,75	0,00000	0,60	0,01953	0,3794
22	Sawah 2	0,05336	0,00069	0,25	0,05152	0,15	0,00115	0,75	0,00000	0,60	0,00876	0,1642
23	Madical Center	0,01002	0,00158	0,25	0,00613	0,15	0,00231	0,75	0,00000	0,60	0,00304	0,3038
24	Perumdos 1	0,01293	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00110	0,75	0,01183	0,60	0,00793	0,6128
25	Perumdos 2	0,01660	0,00000	0,25	0,00545	0,15	0,00428	0,75	0,00688	0,60	0,00815	0,4911
26	Perumdos 3	0,01882	0,00000	0,25	0,00188	0,15	0,00113	0,75	0,01580	0,60	0,01061	0,5640
27	Perumdos 4	0,00449	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00046	0,75	0,00403	0,60	0,00276	0,6153
28	Perumdos 5	0,00528	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00049	0,75	0,00479	0,60	0,00324	0,6140
29	Perumdos 6	0,00511	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00066	0,75	0,00445	0,60	0,00317	0,6194
30	Perumdos 7	0,00574	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00072	0,75	0,00501	0,60	0,00355	0,6189
31	Perumdos 8	0,01079	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00098	0,75	0,00981	0,60	0,00662	0,6136
32	Perumdos 9	0,00842	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00173	0,75	0,00669	0,60	0,00531	0,6308
33	Perumdos 10	0,00399	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00047	0,75	0,00352	0,60	0,00246	0,6177
34	Perumdos 11	0,00324	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00051	0,75	0,00273	0,60	0,00202	0,6234
35	Perumdos 12	0,00333	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00045	0,75	0,00288	0,60	0,00207	0,6201
36	Perumdos 13	0,00401	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00048	0,75	0,00353	0,60	0,00248	0,6179
37	Perumdos 14	0,00387	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00053	0,75	0,00334	0,60	0,00240	0,6204
38	Perumdos 15	0,00311	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00045	0,75	0,00266	0,60	0,00193	0,6216
39	Perumdos 16	0,00407	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00049	0,75	0,00358	0,60	0,00252	0,6180
40	Perumdos 17	0,00502	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00063	0,75	0,00439	0,60	0,00310	0,6188

No	Wilayah	Luasan Total	Gedung kampus	Koefisien	RTH	Koefisien	Paving	Koefisien	Perumahan	Koefisien	Σ CiAi	C Gabungan
		Km ²	Km ²	C	Km ²	C	Km ²	C	Km ²	C		
41	Perumdos 18	0,00624	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00064	0,75	0,00560	0,60	0,00384	0,6154
42	Perumdos 19	0,00572	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00083	0,75	0,00490	0,60	0,00356	0,6217
43	Perumdos 20	0,00680	0,00000	0,25	0,00170	0,15	0,00077	0,75	0,00433	0,60	0,00343	0,5045
44	Perumdos 21	0,01022	0,00000	0,25	0,00337	0,15	0,00077	0,75	0,00608	0,60	0,00473	0,4628
45	Perumdos 22	0,01330	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00109	0,75	0,01221	0,60	0,00814	0,6123
46	Perumdos 23	0,01359	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00106	0,75	0,01253	0,60	0,00831	0,6117
47	Perumdos 24	0,00247	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00027	0,75	0,00220	0,60	0,00152	0,6164
48	Perumdos 25	0,00259	0,00000	0,25	0,00072	0,15	0,00031	0,75	0,00155	0,60	0,00127	0,4920
49	Perumdos 26	0,00369	0,00000	0,25	0,00166	0,15	0,00040	0,75	0,00163	0,60	0,00153	0,4138
50	Perumdos 27	0,00957	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00144	0,75	0,00813	0,60	0,00596	0,6225
51	Perumdos 28	0,01069	0,00110	0,25	0,00674	0,15	0,00055	0,75	0,00231	0,60	0,00308	0,2882
52	Perumdos 29	0,00806	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00075	0,75	0,00731	0,60	0,00495	0,6140
53	Perumdos 30	0,00273	0,00000	0,25	0,00111	0,15	0,00162	0,75	0,00000	0,60	0,00138	0,5065
54	Perumdos 31	0,00779	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00101	0,75	0,00679	0,60	0,00483	0,6194
55	Perumdos 32	0,00927	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00101	0,75	0,00826	0,60	0,00571	0,6163
56	Perumdos 33	0,00398	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00070	0,75	0,00328	0,60	0,00249	0,6264
57	Perumdos 34	0,00405	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00047	0,75	0,00358	0,60	0,00250	0,6173
58	Sawah 3	0,03372	0,00000	0,25	0,03230	0,15	0,00142	0,75	0,00000	0,60	0,00591	0,1752
59	Sawah 4	0,01914	0,00000	0,25	0,01591	0,15	0,00323	0,75	0,00000	0,60	0,00481	0,2512
60	Sawah 5	0,00716	0,00000	0,25	0,00465	0,15	0,00101	0,75	0,00150	0,60	0,00236	0,3290
61	Perumdos 35	0,00674	0,00000	0,25	0,00178	0,15	0,00190	0,75	0,00306	0,60	0,00353	0,5235
62	Perumdos 36	0,00281	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00026	0,75	0,00256	0,60	0,00173	0,6136
63	Perumdos 37	0,00292	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00034	0,75	0,00258	0,60	0,00180	0,6175
64	Perumdos 38	0,00296	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00039	0,75	0,00258	0,60	0,00184	0,6196
65	Perumdos 39	0,00124	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00021	0,75	0,00103	0,60	0,00078	0,6258
66	Perumdos 40	0,00160	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00029	0,75	0,00131	0,60	0,00100	0,6268
67	Perumdos 41	0,00161	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00024	0,75	0,00137	0,60	0,00100	0,6222
68	Perumdos 42	0,00150	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00026	0,75	0,00125	0,60	0,00094	0,6258
69	Perumdos 43	0,00377	0,00000	0,25	0,00216	0,15	0,00060	0,75	0,00100	0,60	0,00138	0,3654
70	Perumdos 44	0,00488	0,00000	0,25	0,00152	0,15	0,00133	0,75	0,00203	0,60	0,00244	0,5006
71	Perumdos 45	0,00207	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00016	0,75	0,00191	0,60	0,00127	0,6116
72	Perumdos 46	0,00207	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00030	0,75	0,00177	0,60	0,00128	0,6216
73	Perumdos 47	0,00203	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00018	0,75	0,00184	0,60	0,00124	0,6135
74	Perumdos 48	0,00280	0,00000	0,25	0,00078	0,15	0,00047	0,75	0,00155	0,60	0,00140	0,4992
75	Perumdos 49	0,00105	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00015	0,75	0,00090	0,60	0,00065	0,6212
76	Perumdos 50	0,00123	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00020	0,75	0,00103	0,60	0,00077	0,6240
77	Perumdos 51	0,00126	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00017	0,75	0,00109	0,60	0,00078	0,6203
78	Perumdos 52	0,00116	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00016	0,75	0,00100	0,60	0,00072	0,6208
79	Perumdos 53	0,00133	0,00000	0,25	0,00096	0,15	0,00032	0,75	0,00004	0,60	0,00041	0,3098
80	Perumdos 54	0,00114	0,00000	0,25	0,00091	0,15	0,00023	0,75	0,00000	0,60	0,00031	0,2698
81	Perumdos 55	0,00238	0,00000	0,25	0,00000	0,15	0,00037	0,75	0,00201	0,60	0,00149	0,6235
82	Boezem 1	0,00885	0,00000	0,25	0,00255	0,15	0,00433	0,75	0,00000	0,60	0,00363	0,4106
83	Boezem 2	0,00608	0,00000	0,25	0,00061	0,15	0,00410	0,75	0,00000	0,60	0,00317	0,5217
84	Boezem 3	0,01600	0,00000	0,25	0,00560	0,15	0,00546	0,75	0,00000	0,60	0,00494	0,3084
85	Boezem 4	0,01732	0,00000	0,25	0,00710	0,15	0,00792	0,75	0,00000	0,60	0,00700	0,4043
86	Kelampis	0,4905	0,00000	0,25	0,175	0,15	0,04905	0,75	0,26645	0,60	0,22291	0,4544

Perhitungan Waktu Konsentrasi (TC)									
No	Wilayah	Jarak terjauh dari saluran	Koefisien Hambatan	Kemiringan Lahan	To	Panjang Saluran	Kecepatan Saluran	Tf	Waktu Konsentrasi (Tc)
		m	nd	S	Jam	m	m/det	Jam	Jam
1	SAC	59,43	0,2	0,00359	0,284	228,9	0,6	0,106	0,390
2	Dr. Angka	127,86	0,2	0,00158	0,492	334,56	0,6	0,155	0,647
3	Perpustakaan	47,2	0,2	0,00154	0,310	351,2	0,6	0,163	0,473
4	Biologi	73,02	0,2	0,00229	0,347	214,13	0,6	0,099	0,446
5	Matematika	114,06	0,2	0,00472	0,361	208,77	0,6	0,097	0,458
6	Statistika	77,78	0,2	0,00137	0,403	219,19	0,6	0,101	0,586
7	Fisika	103,72	0,2	0,00467	0,346	71,03	0,6	0,033	0,484
8	Kimia	102,79	0,2	0,00213	0,414	80	0,6	0,037	0,451
9	T. Elektro	77,89	0,2	0,00124	0,413	285,76	0,6	0,132	0,545
10	T. Mesin	62,28	0,2	0,00110	0,382	251,16	0,6	0,116	0,499
11	T. Fisika	88,06	0,2	0,00176	0,403	211,39	0,6	0,098	0,501
12	T. Industri	105,63	0,2	0,00074	0,536	358	0,6	0,166	0,702
13	Material Metalurgi	87,32	0,2	0,00068	0,500	138,71	0,6	0,064	0,564
14	T. Kimia	82,76	0,2	0,00226	0,369	152,41	0,6	0,071	0,440
15	T. Perkapalan	112,19	0,2	0,00313	0,394	231,83	0,6	0,107	0,692
16	LPPM	110,77	0,2	0,00128	0,483	219,36	0,6	0,102	0,585
17	Satadion	41,73	0,2	0,00046	0,388	279,17	0,6	0,129	0,518
18	Sawah 1	190,8	0,2	0,00124	0,628	347,7	0,6	0,161	0,789
19	Lap Basket	45,49	0,2	0,00059	0,382	154,09	0,6	0,071	0,453
20	GOR Bulu Tangkis	55,45	0,2	0,00082	0,388	311,33	0,6	0,144	0,532
21	Asrama mahasiswa	264,81	0,2	0,00215	0,643	298	0,6	0,138	0,781
22	Sawah 2	110,46	0,2	0,00032	0,665	564,45	0,6	0,261	0,926
23	Madical Center	46,17	0,2	0,00146	0,311	48,6	0,6	0,023	0,334
24	Perumdos 1	33,79	0,2	0,00043	0,358	367,1	0,6	0,170	0,528
25	Perumdos 2	49,71	0,2	0,00014	0,559	268,52	0,6	0,124	0,683
27	Perumdos 3	62,98	0,2	0,00146	0,360	182,29	0,6	0,084	0,444
28	Perumdos 4	28,61	0,2	0,00055	0,313	168,92	0,6	0,078	0,391
29	Perumdos 5	32,88	0,2	0,00248	0,235	171,87	0,6	0,080	0,314
30	Perumdos 6	19,46	0,2	0,00202	0,193	255,48	0,6	0,118	0,311
31	Perumdos 7	23,33	0,2	0,00031	0,324	239,72	0,6	0,111	0,435
32	Perumdos 8	40,35	0,2	0,00052	0,371	365,21	0,6	0,169	0,541
33	Perumdos 9	25,8	0,2	0,00181	0,226	151,21	0,6	0,070	0,296
34	Perumdos 10	18,79	0,2	0,00440	0,158	131,64	0,6	0,061	0,219
35	Perumdos 11	15,37	0,2	0,00095	0,206	194,35	0,6	0,090	0,296
36	Perumdos 12	19,33	0,2	0,00103	0,225	179,47	0,6	0,083	0,308
37	Perumdos 13	18,32	0,2	0,00175	0,194	136,5	0,6	0,063	0,257
38	Perumdos 14	16,98	0,2	0,00176	0,187	135,7	0,6	0,063	0,250
39	Perumdos 15	17,46	0,2	0,00410	0,155	162,68	0,6	0,075	0,231
40	Perumdos 16	24,4	0,2	0,00395	0,183	168,82	0,6	0,078	0,261
41	Perumdos 17	20,57	0,2	0,00441	0,165	155,8	0,6	0,072	0,237
42	Perumdos 18	29,62	0,2	0,00411	0,199	167,3	0,6	0,077	0,276
43	Perumdos 19	28,09	0,2	0,00068	0,295	174,55	0,6	0,081	0,376

No	Wilayah	Jarak terjauh dari saluran	Koefisien Hambatan	Kemiringan Lahan	To	Panjang Saluran	Kecepatan Saluran	Tf	Waktu Konsentrasi (Tc)
		m	nd	S	Jam	m	m/det	Jam	Jam
44	Perumdos 20	48,73	0,2	0,00246	0,283	165,79	0,6	0,077	0,359
45	Perumdos 21	77,95	0,2	0,00156	0,391	261,36	0,6	0,121	0,512
46	Perumdos 22	35,55	0,2	0,00134	0,281	330,38	0,6	0,153	0,434
47	Perumdos 23	78,37	0,2	0,00083	0,455	281,88	0,6	0,131	0,585
48	Perumdos 24	21,25	0,2	0,00084	0,247	81,3	0,6	0,038	0,284
49	Perumdos 25	18,62	0,2	0,00060	0,251	113,36	0,6	0,052	0,337
50	Perumdos 26	27,08	0,2	0,00052	0,309	131,69	0,6	0,061	0,370
51	Perumdos 27	78,43	0,2	0,00094	0,442	148,39	0,6	0,069	0,511
52	Perumdos 28	93,57	0,2	0,00704	0,300	111,94	0,6	0,052	0,352
53	Perumdos 29	41,58	0,2	0,00069	0,353	243,47	0,6	0,113	0,465
54	Perumdos 30	16,07	0,2	0,00111	0,203	151,69	0,6	0,070	0,273
55	Perumdos 31	43,43	0,2	0,00043	0,403	394,44	0,6	0,183	0,585
56	Perumdos 32	45,96	0,2	0,00038	0,426	447,98	0,6	0,207	0,633
57	Perumdos 33	18,94	0,2	0,00021	0,323	200,51	0,6	0,093	0,416
58	Perumdos 34	19,5	0,2	0,00023	0,320	180,76	0,6	0,084	0,403
59	Sawah 3	91,6	0,2	0,00284	0,367	477,29	0,6	0,221	0,588
60	Sawah 4	63,33	0,2	0,00132	0,369	402,94	0,6	0,187	0,556
61	Sawah 5	73	0,2	0,00315	0,322	76,42	0,6	0,035	0,357
61	Perumdos 35	30,82	0,2	0,00033	0,365	188,27	0,6	0,087	0,452
62	Perumdos 36	16,05	0,2	0,00033	0,269	186,93	0,6	0,087	0,355
63	Perumdos 37	16,13	0,2	0,00033	0,270	187,98	0,6	0,087	0,357
64	Perumdos 38	16,46	0,2	0,00033	0,272	187,62	0,6	0,087	0,359
65	Perumdos 39	13,64	0,2	0,00060	0,216	102,51	0,6	0,047	0,264
66	Perumdos 40	17,78	0,2	0,00056	0,250	111,1	0,6	0,051	0,301
67	Perumdos 41	17,57	0,2	0,00055	0,249	112,1	0,6	0,052	0,301
68	Perumdos 42	16,46	0,2	0,00056	0,240	109,92	0,6	0,051	0,291
69	Perumdos 43	16,61	0,2	0,00034	0,272	183,74	0,6	0,085	0,357
70	Perumdos 44	32,6	0,2	0,00065	0,319	140,49	0,6	0,065	0,384
71	Perumdos 45	17,6	0,2	0,00064	0,240	143,34	0,6	0,066	0,307
72	Perumdos 46	16,33	0,2	0,00064	0,232	142,98	0,6	0,066	0,298
73	Perumdos 47	16,45	0,2	0,00065	0,233	142,47	0,6	0,066	0,299
74	Perumdos 48	19,56	0,2	0,00040	0,282	230,43	0,6	0,107	0,389
75	Perumdos 49	15,15	0,2	0,00071	0,219	87,64	0,6	0,041	0,260
76	Perumdos 50	17,38	0,2	0,00068	0,236	91,34	0,6	0,042	0,278
77	Perumdos 51	18,22	0,2	0,00067	0,242	92,65	0,6	0,043	0,285
78	Perumdos 52	16,51	0,2	0,00069	0,229	89,85	0,6	0,042	0,271
79	Perumdos 53	10,61	0,2	0,00069	0,187	90,17	0,6	0,042	0,229
80	Perumdos 54	16,76	0,2	0,00078	0,224	117,92	0,6	0,055	0,279
81	Perumdos 55	28,16	0,2	0,00076	0,288	121,81	0,6	0,056	0,345
82	Boezem 1	18,68	0,2	0,00163	0,199	213	0,6	0,099	0,297
83	Boezem 2	22,79	0,2	0,00060	0,276	154,59	0,6	0,072	0,348
84	Boezem 3	18,5	0,2	0,00041	0,273	252,84	0,6	0,117	0,390
85	Boezem 4	17,18	0,2	0,00022	0,306	276,54	0,6	0,128	0,434
86	Kelampis	203,6	0,2	0,00250	0,549	1272,75	0,6	0,589	1,138

Perhitungan Debit Rencana Saluran Tersier								
No	Wilayah	Luas Wilayah	Panjang Saluran	Waktu Konsentrasi (T _c)	R24	Intensitas hujan (I)	C Gabungan	Debit Rencana (Q)
		Km ²	m	Jam	mm	mm/jam		m ³ /det
1	SIII SAC	0,0127	228,9	0,390	100,937	66,471	0,262	0,062
2	SIII Dr. Angka	0,0338	334,56	0,647	100,937	47,356	0,262	0,117
3	SIII Perpustakaan	0,0180	351,2	0,473	100,937	58,396	0,221	0,064
4	SIII Biologi	0,0101	214,13	0,446	100,937	60,732	0,402	0,069
5	SIII Matematika	0,0181	208,77	0,458	100,937	59,704	0,303	0,091
6	SIII Statistika	0,0288	219,19	0,586	100,937	50,604	0,274	0,111
7	SIII Fisika	0,0205	71,03	0,484	100,937	57,482	0,219	0,072
8	SIII Kimia	0,0124	80	0,451	100,937	60,255	0,233	0,048
9	SIII T. Elektro	0,0203	285,76	0,545	100,937	53,096	0,266	0,080
10	SIII T. Mesin	0,0124	251,16	0,499	100,937	56,382	0,219	0,043
11	SIII T. Fisika	0,0217	211,39	0,501	100,937	56,193	0,239	0,081
12	SIII T. Industri	0,0165	358	0,702	100,937	44,819	0,219	0,045
13	SIII Material Metalurgi	0,0163	138,71	0,564	100,937	51,879	0,292	0,069
14	SIII T. Kimia	0,0073	152,41	0,440	100,937	61,315	0,241	0,030
15	SIII T. Perkapalan	0,0189	231,83	0,692	100,937	45,266	0,350	0,083
16	SIII LPPM	0,0147	219,36	0,585	100,937	50,678	0,320	0,066
17	SIII Satadion	0,0385	279,17	0,518	100,937	54,973	0,217	0,128
18	SIII Sawah 1	0,0614	347,7	0,789	100,937	41,461	0,150	0,106
19	SIII Lap Basket	0,0079	154,09	0,453	100,937	60,096	0,320	0,042
20	SIII GOR Bulu Tangkis	0,0262	311,33	0,532	100,937	53,963	0,241	0,095
21	SIII Asrama mahasiswa	0,0515	298	0,781	100,937	41,741	0,379	0,227
22	SIII Sawah 2	0,0534	564,45	0,926	100,937	37,232	0,164	0,091
23	SIII Madical Center	0,0100	48,6	0,334	100,937	73,771	0,304	0,062
24	SIII Perumdos 1	0,0129	367,1	0,528	100,937	54,264	0,613	0,120
25	SIII Perumdos 2	0,0166	268,52	0,683	100,937	45,638	0,491	0,103
27	SIII Perumdos 3	0,0188	182,29	0,444	100,937	60,902	0,564	0,180
28	SIII Perumdos 4	0,0045	168,92	0,391	100,937	66,368	0,615	0,051
29	SIII Perumdos 5	0,0053	171,87	0,314	100,937	76,813	0,614	0,069
30	SIII Perumdos 6	0,0051	255,48	0,311	100,937	77,337	0,619	0,068
31	SIII Perumdos 7	0,0057	239,72	0,435	100,937	61,746	0,619	0,061
32	SIII Perumdos 8	0,0108	365,21	0,541	100,937	53,403	0,614	0,098
33	SIII Perumdos 9	0,0084	151,21	0,296	100,937	79,996	0,631	0,118
34	SIII Perumdos 10	0,0040	131,64	0,219	100,937	97,811	0,618	0,067
35	SIII Perumdos 11	0,0032	194,35	0,296	100,937	79,988	0,623	0,045
36	SIII Perumdos 12	0,0033	179,47	0,308	100,937	77,860	0,620	0,045
37	SIII Perumdos 13	0,0040	136,5	0,257	100,937	87,896	0,618	0,061
38	SIII Perumdos 14	0,0039	135,7	0,250	100,937	89,629	0,620	0,060
39	SIII Perumdos 15	0,0031	162,68	0,231	100,937	94,496	0,622	0,051
40	SIII Perumdos 16	0,0041	168,82	0,261	100,937	86,907	0,618	0,061
41	SIII Perumdos 17	0,0050	155,8	0,237	100,937	92,793	0,619	0,080
42	SIII Perumdos 18	0,0062	167,3	0,276	100,937	83,747	0,615	0,089

No	Wilayah	Luas Wilayah	Panjang Saluran	Waktu Konsentrasi (Tc)	R24	Intensitas hujan (I)	C Gabungan	Debit Rencana (Q)
		Km ²	m	Jam	mm	mm/jam		m ³ /det
43	SIII Perumdos 19	0,0057	174,55	0,376	100,937	68,079	0,622	0,067
44	SIII Perumdos 20	0,0068	165,79	0,359	100,937	70,207	0,505	0,067
45	SIII Perumdos 21	0,0102	261,36	0,512	100,937	55,354	0,463	0,073
46	SIII Perumdos 22	0,0133	330,38	0,434	100,937	61,867	0,612	0,140
47	SIII Perumdos 23	0,0136	281,88	0,585	100,937	50,638	0,612	0,117
48	SIII Perumdos 24	0,0025	81,3	0,284	100,937	82,119	0,616	0,035
49	SIII Perumdos 25	0,0051	113,36	0,337	100,937	73,311	0,492	0,051
50	SIII Perumdos 26	0,0037	131,69	0,370	100,937	68,815	0,414	0,029
51	SIII Perumdos 27	0,0096	148,39	0,511	100,937	55,460	0,623	0,092
52	SIII Perumdos 28	0,0107	111,94	0,352	100,937	71,230	0,288	0,061
53	SIII Perumdos 29	0,0081	243,47	0,465	100,937	59,042	0,614	0,081
54	SIII Perumdos 30	0,0027	151,69	0,273	100,937	84,447	0,507	0,032
55	SIII Perumdos 31	0,0078	394,44	0,585	100,937	50,627	0,619	0,068
56	SIII Perumdos 32	0,0093	447,98	0,633	100,937	48,020	0,616	0,076
57	SIII Perumdos 33	0,0040	200,51	0,416	100,937	63,655	0,626	0,044
58	SIII Perumdos 34	0,0040	180,76	0,403	100,937	64,975	0,617	0,045
59	SIII Sawah 3	0,0337	477,29	0,588	100,937	50,478	0,175	0,083
60	SIII Sawah 4	0,0191	402,94	0,556	100,937	52,411	0,251	0,070
61	SIII Sawah 5	0,0072	76,42	0,357	100,937	70,453	0,329	0,046
61	SIII Perumdos 35	0,0067	188,27	0,452	100,937	60,197	0,523	0,059
62	SIII Perumdos 36	0,0028	186,93	0,355	100,937	70,759	0,614	0,034
63	SIII Perumdos 37	0,0029	187,98	0,357	100,937	70,564	0,617	0,035
64	SIII Perumdos 38	0,0030	187,62	0,359	100,937	70,265	0,620	0,036
65	SIII Perumdos 39	0,0012	102,51	0,264	100,937	86,352	0,626	0,019
66	SIII Perumdos 40	0,0016	111,1	0,301	100,937	79,059	0,627	0,022
67	SIII Perumdos 41	0,0016	112,1	0,301	100,937	79,129	0,622	0,022
68	SIII Perumdos 42	0,0015	109,92	0,291	100,937	80,865	0,626	0,021
69	SIII Perumdos 43	0,0038	183,74	0,357	100,937	70,524	0,365	0,027
70	SIII Perumdos 44	0,0049	140,49	0,384	100,937	67,141	0,501	0,046
71	SIII Perumdos 45	0,0021	143,34	0,307	100,937	78,061	0,612	0,028
72	SIII Perumdos 46	0,0021	142,98	0,298	100,937	79,556	0,622	0,028
73	SIII Perumdos 47	0,0020	142,47	0,299	100,937	79,491	0,614	0,027
74	SIII Perumdos 48	0,0028	230,43	0,389	100,937	66,596	0,499	0,026
75	SIII Perumdos 49	0,0010	87,64	0,260	100,937	87,280	0,621	0,016
76	SIII Perumdos 50	0,0012	91,34	0,278	100,937	83,348	0,624	0,018
77	SIII Perumdos 51	0,0013	92,65	0,285	100,937	82,036	0,620	0,018
78	SIII Perumdos 52	0,0012	89,85	0,271	100,937	84,818	0,621	0,017
79	SIII Perumdos 53	0,0013	90,17	0,229	100,937	95,086	0,310	0,011
80	SIII Perumdos 54	0,0011	117,92	0,279	100,937	83,164	0,270	0,007
81	SIII Perumdos 55	0,0024	121,81	0,345	100,937	72,204	0,623	0,030
82	SIII Boezem 1	0,0089	213	0,297	100,937	79,685	0,411	0,081
83	SIII Boezem 2	0,0061	154,59	0,348	100,937	71,786	0,522	0,063
84	SIII Boezem 3	0,0160	252,84	0,390	100,937	66,456	0,308	0,091
85	SIII Boezem 4	0,0173	276,54	0,434	100,937	61,846	0,404	0,120

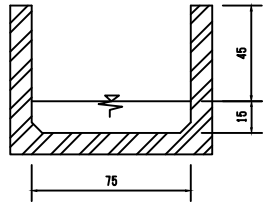
Perhitungan Debit Rencana Saluran Sekunder								
No	Nama Saluran	Luas Wilayah	Panjang Saluran	Waktu Konsentrasi (Tc)	R24	Intensitas hujan (I)	C Gabungan	Debit Rencana (Q)
		Km ²	m	Jam	mm	mm/jam		m ³ /det
1	SII A	0,0645	233,42	0,712	121,43	53,437	0,274	0,262
2	SII B	0,0464	160,8	0,562	121,43	62,566	0,234	0,189
3	SII C	0,0328	125,29	0,580	121,43	61,281	0,248	0,138
4	SII D	0,0382	101	0,730	121,43	52,520	0,231	0,129
5	SII E	0,0926	172,48	0,741	121,43	52,020	0,280	0,375
6	SII F	0,1308	82,67	0,764	121,43	50,967	0,265	0,492
7	SII G	0,1645	140,66	0,803	121,43	49,291	0,247	0,557
8	SII H	0,0517	25,47	0,654	121,43	56,555	0,248	0,202
9	SII I	0,0854	140,26	0,693	121,43	54,404	0,283	0,365
10	SII J	0,0777	449	0,906	121,43	45,468	0,333	0,327
11	SII K	0,1311	24,95	0,912	121,43	45,237	0,264	0,435
12	SII L	0,0295	11	0,687	121,43	54,738	0,544	0,245
13	SII M	0,0393	78,12	0,708	121,43	53,609	0,562	0,329
14	SII N	0,0502	34,95	0,718	121,43	53,122	0,574	0,425
15	SII O	0,0694	71,12	0,738	121,43	52,164	0,587	0,591
16	SII P	0,0066	79,72	0,330	121,43	89,407	0,622	0,102
17	SII Q	0,0144	43,69	0,342	121,43	87,270	0,620	0,217
18	SII R	0,0216	55,75	0,358	121,43	84,720	0,620	0,316
19	SII S	0,0329	65,71	0,376	121,43	81,942	0,619	0,464
20	SII T	0,1080	145,82	0,778	121,43	50,329	0,599	0,905
21	SII U	0,0318	111,54	0,421	121,43	75,955	0,293	0,196
22	SII V	0,0231	131,3	0,549	121,43	63,592	0,491	0,200
23	SII W	0,0364	24,81	0,556	121,43	63,063	0,535	0,341
24	SII X	0,0259	152,18	0,676	121,43	55,321	0,547	0,218
25	SII Y	0,0067	55,34	0,431	121,43	74,737	0,578	0,081
26	SII Z	0,0108	14,49	0,435	121,43	74,273	0,593	0,132
27	SII A1	0,0116	350	0,549	121,43	63,557	0,514	0,105
28	SII B1	0,0057	53,1	0,371	121,43	82,615	0,616	0,081
29	SII C1	0,0099	39,6	0,382	121,43	81,015	0,618	0,138
30	SII D1	0,0131	36,79	0,393	121,43	79,596	0,620	0,180
31	SII E1	0,0184	46,81	0,406	121,43	77,877	0,568	0,227
32	SII F1	0,0034	36,94	0,289	121,43	97,655	0,505	0,047
33	SII G1	0,0058	40,36	0,301	121,43	95,199	0,553	0,085
34	SII H1	0,0041	69,45	0,326	121,43	90,147	0,617	0,064
35	SII I 1	0,0114	46,98	0,402	121,43	78,362	0,589	0,146
36	SII Kel	0,4905	1272,75	1,138	121,43	39,009	0,454	2,417

Perhitungan Debit Rencana Saluran Primer								
No	Nama Saluran	Luas Wilayah	Panjang Saluran	Waktu Konsentrasi (Tc)	R24	Intensitas hujan (I)	C Gabungan	Debit Rencana (Q)
		Km ²	m	Jam	mm	mm/jam		m ³ /det
1	SI 1	0,5983	495,38	1,230	132,34	40,364	0,406	2,727
2	SI 2	0,6730	204,04	1,268	132,34	39,554	0,393	2,911
3	SI 3	0,7018	68,12	1,280	132,34	39,292	0,380	2,917
4	SI 4	0,7222	124,44	1,303	132,34	38,826	0,377	2,940
5	SI 5	0,7549	98,79	1,322	132,34	38,465	0,372	3,000
6	SI 6	0,7713	81,96	1,337	132,34	38,172	0,370	3,028
7	SI 7	0,9358	74,06	1,351	132,34	37,911	0,348	3,435
8	SI 8	0,9549	62	1,362	132,34	37,697	0,346	3,466
9	SI 9	0,9666	171,32	1,394	132,34	37,120	0,348	3,475
10	SI 10	0,1484	113,32	0,933	132,34	48,557	0,280	0,562
11	SI 11	0,1584	57,66	0,944	132,34	48,189	0,282	0,598
12	SI 12	0,1772	10,61	0,946	132,34	48,122	0,312	0,740
13	SI 13	0,1812	249,96	0,992	132,34	46,606	0,319	0,748
14	SI 14	0,2892	14,54	0,995	132,34	46,521	0,423	1,583
15	SI 15	0,3209	134,63	1,020	132,34	45,756	0,410	1,675
16	SI 16	0,3305	135,86	1,045	132,34	45,015	0,416	1,722
17	SI 17	0,3342	72,74	1,059	132,34	44,631	0,416	1,727
18	SI 18	0,3478	86,6	1,075	132,34	44,184	0,424	1,811
19	SI 19	0,3842	18,58	1,078	132,34	44,089	0,435	2,046
20	SI 20	0,4182	210,98	1,117	132,34	43,050	0,445	2,227
21	SI 21	0,4289	24	1,122	132,34	42,936	0,449	2,297
22	SI 22	0,0256	317,97	0,464	132,34	77,508	0,551	0,304
23	SI 23	0,0369	51,88	0,474	132,34	76,452	0,563	0,442

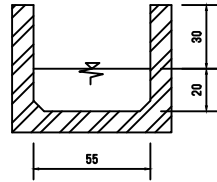
KONTROL KAPASITAS SALURAN EKSTING																	
No	Nama Saluran	Dimensi saluran								Kekasaran saluran (n)	Kmiringan saluran (S)	Luas saluran (A) m ²	Keliling saluran (P) m	Kecepatan saluran (V) m/det	Debit saluran (Q) m ³ /det	Debit Rencana (Q) m ³ /det	Keterangan
		Bentuk	Bahan	Lebar bawah (b.b) m	Tinggi saluran (h) m	Lebar atas (b.a) m	Tinggi air (h.air) m	Tinggi jagaan (W) m									
1	SIII SAC	Persegi	Beton	0,75	0,60		0,150	0,450	0,014	0,00359	0,1125	1,050	0,965	0,109	0,062	Aman	
2	SIII Dr. Angka	Persegi	Beton	0,65	0,60		0,300	0,300	0,014	0,00158	0,1950	1,250	0,822	0,160	0,117	Aman	
3	SIII Perpustakaan	Persegi	Beton	0,50	0,40		0,250	0,150	0,014	0,00154	0,1250	1,000	0,702	0,088	0,064	Aman	
4	SIII Biologi	Persegi	Beton	0,55	0,30		0,200	0,100	0,014	0,00229	0,1100	0,950	0,813	0,089	0,069	Aman	
5	SIII Matematika	Persegi	Beton	0,45	0,35		0,200	0,150	0,014	0,00472	0,0900	0,850	1,099	0,099	0,091	Aman	
6	SIII Statistika	Persegi	Beton	0,55	0,70		0,300	0,400	0,014	0,00137	0,1650	1,150	0,725	0,120	0,111	Aman	
7	SIII Fisika	Persegi	Beton	0,70	0,70		0,150	0,550	0,014	0,00467	0,1050	1,000	1,087	0,114	0,072	Aman	
8	SIII Kimia	Persegi	Beton	0,50	0,30		0,200	0,100	0,014	0,00213	0,1000	0,900	0,761	0,076	0,048	Aman	
9	SIII T. Elektro	Persegi	Beton	0,45	0,64		0,300	0,340	0,014	0,00124	0,1350	1,050	0,640	0,086	0,080	Aman	
10	SIII T. Mesin	Persegi	Beton	0,75	0,75		0,150	0,600	0,014	0,00110	0,1125	1,050	0,535	0,060	0,043	Aman	
11	SIII T. Fisika	Persegi	Beton	0,35	0,85		0,350	0,500	0,014	0,00176	0,1225	1,050	0,714	0,088	0,081	Aman	
12	SIII T. Industri	Persegi	Beton	0,40	0,60		0,375	0,225	0,014	0,00074	0,1500	1,150	0,501	0,075	0,045	Aman	
13	SIII Material Metalurgi	Persegi	Beton	0,30	0,60		0,550	0,050	0,014	0,00068	0,1650	1,400	0,449	0,074	0,060	Aman	
14	SIII T. Kimia	Trapesium	Beton	0,80	0,60	1,30	0,100	0,500	0,014	0,00226	0,1050	1,178	0,677	0,071	0,030	Aman	
15	SIII T. Perkapalan	Persegi	Beton	0,45	0,55		0,250	0,300	0,014	0,00313	0,1125	0,950	0,964	0,108	0,083	Aman	
16	SIII LPPM	Persegi	Beton	0,80	0,90		0,175	0,725	0,014	0,00128	0,1400	1,150	0,628	0,088	0,066	Aman	
17	SIII Satadion	Persegi	Beton	0,90	1,10		0,350	0,750	0,014	0,00046	0,3150	1,600	0,520	0,164	0,128	Aman	
18	SIII Sawah 1														0,106		
19	SIII Lap Basket	Persegi	Beton	0,91	1,11		0,200	0,910	0,014	0,00059	0,1820	1,310	0,466	0,085	0,042	Aman	
20	SIII GOR Bulu Tangkis	Persegi	Beton	1,5	1,3		0,200	1,100	0,014	0,00082	0,3000	1,900	0,597	0,179	0,095	Aman	
21	SIII Asrama mahasiswa	Persegi	Beton	0,50	0,75		0,475	0,275	0,014	0,00215	0,2375	1,450	0,992	0,236	0,227	Aman	
22	SIII Sawah 2	Persegi	Batu kali	5,6	1,3		0,150	1,150	0,017	0,00032	0,8400	5,900	0,289	0,243	0,091	Aman	
23	SIII Medical Center	Persegi	Beton	0,60	0,90		0,200	0,700	0,014	0,00146	0,1200	1,000	0,664	0,080	0,062	Aman	
24	SIII Perumdos 1	Persegi	Beton	0,8	0,5		0,350	0,150	0,014	0,00043	0,2800	1,500	0,484	0,136	0,120	Aman	
25	SIII Perumdos 2	Persegi	Beton	0,9	0,9		0,600	0,300	0,014	0,00014	0,5400	2,100	0,339	0,183	0,103	Aman	
26	SIII Perumdos 3	Persegi	Beton	2	0,9		0,150	0,750	0,014	0,00146	0,3000	2,300	0,702	0,211	0,180	Aman	
27	SIII Perumdos 4	Persegi	Beton	1,3	0,7		0,150	0,550	0,014	0,00055	0,1950	1,600	0,412	0,080	0,051	Aman	
28	SIII Perumdos 5	Persegi	Beton	1,3	0,7		0,120	0,580	0,014	0,00248	0,1560	1,540	0,774	0,121	0,069	Aman	
29	SIII Perumdos 6	Persegi	Beton	1,9	0,3		0,100	0,200	0,014	0,00202	0,1900	2,100	0,647	0,123	0,068	Aman	
30	SIII Perumdos 7	Persegi	Beton	2,2	0,9		0,250	0,650	0,014	0,00031	0,5500	2,700	0,437	0,241	0,061	Aman	
31	SIII Perumdos 8	Persegi	Beton	2,2	0,9		0,150	0,750	0,014	0,00052	0,3300	2,500	0,423	0,140	0,098	Aman	
32	SIII Perumdos 9	Persegi	Beton	2,2	0,9		0,100	0,800	0,014	0,00181	0,2200	2,400	0,617	0,136	0,118	Aman	
33	SIII Perumdos 10	Persegi	Beton	1,5	1,5		0,100	1,400	0,014	0,00440	0,1500	1,700	0,939	0,141	0,067	Aman	
34	SIII Perumdos 11	Persegi	Beton	0,85	0,55		0,150	0,400	0,014	0,00095	0,1275	1,150	0,509	0,065	0,045	Aman	
35	SIII Perumdos 12	Persegi	Beton	0,85	0,55		0,150	0,400	0,014	0,00103	0,1275	1,150	0,529	0,067	0,045	Aman	
36	SIII Perumdos 13	Persegi	Beton	0,85	0,55		0,150	0,400	0,014	0,00175	0,1275	1,150	0,690	0,088	0,061	Aman	
37	SIII Perumdos 14	Persegi	Beton	0,85	0,55		0,150	0,400	0,014	0,00176	0,1275	1,150	0,692	0,088	0,060	Aman	
38	SIII Perumdos 15	Persegi	Beton	0,85	0,55		0,100	0,450	0,014	0,00410	0,0850	1,050	0,856	0,073	0,051	Aman	
39	SIII Perumdos 16	Persegi	Beton	0,85	0,55		0,100	0,450	0,014	0,00395	0,0850	1,050	0,840	0,071	0,061	Aman	
40	SIII Perumdos 17	Persegi	Beton	0,85	0,55		0,120	0,430	0,014	0,00441	0,1020	1,090	0,978	0,100	0,080	Aman	
41	SIII Perumdos 18	Persegi	Beton	0,85	0,55		0,120	0,430	0,014	0,00411	0,1020	1,090	0,943	0,096	0,089	Aman	
42	SIII Perumdos 19	Persegi	Beton	0,85	0,55		0,200	0,350	0,014	0,00068	0,1700	1,250	0,491	0,083	0,067	Aman	
43	SIII Perumdos 20	Persegi	Beton	1,55	0,6		0,120	0,480	0,014	0,00246	0,1860	1,790	0,783	0,146	0,067	Aman	
44	SIII Perumdos 21	Persegi	Beton	0,6	0,6		0,200	0,400	0,014	0,00156	0,1200	1,000	0,687	0,082	0,073	Aman	
45	SIII Perumdos 22	Trapesium	Beton	0,6	0,6	1,3	0,250	0,350	0,014	0,00134	0,2375	1,178	0,899	0,214	0,140	Aman	

No	Nama Saluran	Dimensi saluran								Kekasaran saluran (n)	Kmiringan saluran (S)	Luas saluran (A) m ²	Keliling saluran (P) m	Kecepatan saluran (V) m/det	Debit saluran (Q) m ³ /det	Debit Rencana (Q) m ³ /det	Keterangan
		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									
46	SIII Perumdos 23	Persegi	Beton	1	0,4		0,250	0,150	0,014	0,00083	0,2500	1,500	0,623	0,156	0,117	Aman	
47	SIII Perumdos 24	Persegi	Beton	0,45	0,65		0,220	0,430	0,014	0,00084	0,0990	0,890	0,478	0,047	0,035	Aman	
48	SIII Perumdos 25	Persegi	Beton	1,15	0,8		0,150	0,650	0,014	0,00060	0,1725	1,450	0,423	0,073	0,051	Aman	
49	SIII Perumdos 26	Persegi	Beton	0,65	0,5		0,200	0,300	0,014	0,00052	0,1300	1,050	0,403	0,052	0,029	Aman	
50	SIII Perumdos 27	Persegi	Beton	0,3	0,3		0,300	0,000	0,014	0,00094	0,0900	0,900	0,471	0,042	0,092	Tidak Aman	
51	SIII Perumdos 28	Persegi	Tanah	1,7	0,5		0,150	0,350	0,05	0,00704	0,2550	2,000	0,425	0,108	0,061	Aman	
52	SIII Perumdos 29	Persegi	Beton	0,8	0,6		0,220	0,380	0,014	0,00069	0,1760	1,240	0,512	0,090	0,081	Aman	
53	SIII Perumdos 30	Persegi	Beton	0,8	0,6		0,150	0,450	0,014	0,00111	0,1200	1,100	0,544	0,065	0,032	Aman	
54	SIII Perumdos 31	Persegi	Beton	0,55	0,5		0,350	0,150	0,014	0,00043	0,1925	1,250	0,425	0,082	0,068	Aman	
55	SIII Perumdos 32	Persegi	Beton	0,45	0,5		0,500	0,000	0,014	0,00038	0,2250	1,450	0,401	0,090	0,076	Aman	
56	SIII Perumdos 33	Persegi	Beton	0,5	0,6		0,550	0,050	0,014	0,00021	0,2750	1,600	0,320	0,088	0,044	Aman	
57	SIII Perumdos 34	Persegi	Beton	0,55	0,65		0,500	0,150	0,014	0,00023	0,2750	1,550	0,344	0,095	0,045	Aman	
58	SIII Sawah 3	Persegi	Beton	0,6	0,55		0,200	0,350	0,014	0,00284	0,1200	1,000	0,926	0,111	0,083	Aman	
59	SIII Sawah 4	Persegi	Beton	0,55	0,7		0,250	0,450	0,014	0,00132	0,1375	1,050	0,669	0,092	0,070	Aman	
60	SIII Sawah 5														0,046		
61	SIII Perumdos 35	Persegi	Beton	0,6	0,65		0,400	0,250	0,014	0,00033	0,2400	1,400	0,400	0,096	0,059	Aman	
62	SIII Perumdos 36	Persegi	Beton	0,6	0,65		0,300	0,350	0,014	0,00033	0,1800	1,200	0,367	0,066	0,034	Aman	
63	SIII Perumdos 37	Persegi	Beton	0,6	0,65		0,300	0,350	0,014	0,00033	0,1800	1,200	0,366	0,066	0,035	Aman	
64	SIII Perumdos 38	Persegi	Beton	0,6	0,65		0,300	0,350	0,014	0,00033	0,1800	1,200	0,367	0,066	0,036	Aman	
65	SIII Perumdos 39	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,175	0,475	0,014	0,00060	0,1225	1,050	0,419	0,051	0,019	Aman	
66	SIII Perumdos 40	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,175	0,475	0,014	0,00056	0,1225	1,050	0,403	0,049	0,022	Aman	
67	SIII Perumdos 41	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,175	0,475	0,014	0,00055	0,1225	1,050	0,401	0,049	0,022	Aman	
68	SIII Perumdos 42	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,175	0,475	0,014	0,00056	0,1225	1,050	0,405	0,050	0,021	Aman	
69	SIII Perumdos 43	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,225	0,425	0,014	0,00034	0,1575	1,150	0,349	0,055	0,027	Aman	
70	SIII Perumdos 44	Persegi	Beton	0,6	0,65		0,225	0,425	0,014	0,00065	0,1350	1,050	0,466	0,063	0,046	Aman	
71	SIII Perumdos 45	Persegi	Beton	0,6	0,65		0,175	0,475	0,014	0,00064	0,1050	0,950	0,417	0,044	0,028	Aman	
72	SIII Perumdos 46	Persegi	Beton	0,6	0,65		0,175	0,475	0,014	0,00064	0,1050	0,950	0,417	0,044	0,028	Aman	
73	SIII Perumdos 47	Persegi	Beton	0,6	0,65		0,175	0,475	0,014	0,00065	0,1050	0,950	0,418	0,044	0,027	Aman	
74	SIII Perumdos 48	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,200	0,450	0,014	0,00040	0,1400	1,100	0,361	0,051	0,026	Aman	
75	SIII Perumdos 49	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,150	0,500	0,014	0,00071	0,1050	1,000	0,423	0,044	0,016	Aman	
76	SIII Perumdos 50	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,175	0,475	0,014	0,00068	0,1225	1,050	0,444	0,054	0,018	Aman	
77	SIII Perumdos 51	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,150	0,500	0,014	0,00067	0,1050	1,000	0,411	0,043	0,018	Aman	
78	SIII Perumdos 52	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,150	0,500	0,014	0,00069	0,1050	1,000	0,418	0,044	0,017	Aman	
79	SIII Perumdos 53	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,150	0,500	0,014	0,00069	0,1050	1,000	0,417	0,044	0,011	Aman	
80	SIII Perumdos 54	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,125	0,525	0,014	0,00078	0,0875	0,950	0,407	0,036	0,007	Aman	
81	SIII Perumdos 55	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,150	0,500	0,014	0,00076	0,1050	1,000	0,437	0,046	0,030	Aman	
82	SIII Boezem 1	Persegi	Beton	0,55	0,7		0,250	0,450	0,014	0,00163	0,1375	1,050	0,743	0,102	0,081	Aman	
83	SIII Boezem 2	Persegi	Beton												0,063		
84	SIII Boezem 3	Persegi	Beton												0,091		
85	SIII Boezem 4	Persegi	Beton	1,5	1,5		0,275	1,225	0,014	0,00022	0,4125	2,050	0,361	0,149	0,120	Aman	
86	SII A	Persegi	Beton	0,75	0,6		0,600	0,000	0,014	0,00030	0,4500	1,950	0,465	0,209	0,262	Tidak Aman	
87	SII B	Persegi	Beton	0,91	1,11		0,225	0,885	0,014	0,00217	0,2048	1,360	0,942	0,193	0,189	Aman	
88	SII C	Persegi	Beton	1	1		0,200	0,800	0,014	0,00191	0,2000	1,400	0,853	0,171	0,138	Aman	
89	SII D	Persegi	Beton	0,90	0,80		0,400	0,400	0,014	0,00040	0,3600	1,700	0,505	0,182	0,129	Aman	
90	SII E	Persegi	Beton	1	1		0,390	0,610	0,014	0,00147	0,3900	1,780	0,994	0,388	0,375	Aman	

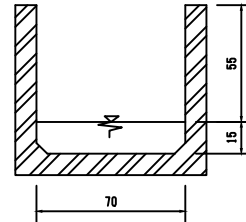
No	Nama Saluran	Dimensi saluran							Kekasaran saluran (n)	Kmiringan saluran (S)	Luas saluran (A) m ²	Keliling saluran (P) m	Kecepatan saluran (V) m/det	Debit saluran (Q) m ³ /det	Debit Rencana (Q) m ³ /det	Keterangan
		Bentuk	Bahan	Lebar bawah (b.b) m	Tinggi saluran (h) m	Lebar atas (b.a) m	Tinggi air (h.air) m	Tinggi jagaan (W) m								
91	SII F	Persegi	Beton	1	1		0,265	0,735	0,014	0,00720	0,2650	1,530	1,883	0,499	0,492	Aman
92	SII G	Persegi	Beton	2	1,5		0,245	1,255	0,014	0,00225	0,4900	2,490	1,147	0,562	0,557	Aman
93	SII H	Persegi	Beton	1,8	0,5		0,130	0,370	0,014	0,00404	0,2340	2,060	1,065	0,249	0,202	Aman
94	SII I	Persegi	Beton	1,55	0,6		0,250	0,350	0,014	0,00184	0,3875	2,050	1,009	0,391	0,365	Aman
95	SII J	Persegi	Beton	1,5	1,3		0,300	1,000	0,014	0,00087	0,4500	2,100	0,754	0,339	0,327	Aman
96	SII K	Persegi	Batu kali	5,6	1,3		0,250	1,050	0,017	0,00076	1,4000	6,100	0,608	0,852	0,435	Aman
97	SII L	Trapesium	Batu kali	0,50	0,90	0,85	0,250	0,650	0,017	0,01709	0,1688	1,008	2,336	0,394	0,245	Aman
98	SII M	Trapesium	Batu kali	0,50	0,90	0,85	0,800	0,100	0,017	0,00076	0,5400	2,130	0,648	0,350	0,329	Aman
99	SII N	Trapesium	Batu kali	0,50	0,90	0,85	0,520	0,380	0,017	0,00343	0,3510	1,620	1,243	0,436	0,425	Aman
100	SII O	Trapesium	Batu kali	0,50	0,90	0,85	0,900	0,000	0,017	0,00169	0,6075	2,332	0,986	0,599	0,591	Aman
101	SII P	Persegi	Beton	1,8	0,9		0,100	0,800	0,014	0,00223	0,1800	2,000	0,678	0,122	0,102	Aman
102	SII Q	Persegi	Beton	1,8	0,9		0,120	0,780	0,014	0,00407	0,2160	2,040	1,020	0,220	0,217	Aman
103	SII R	Persegi	Beton	1,8	0,9		0,170	0,730	0,014	0,00319	0,3060	2,140	1,104	0,338	0,316	Aman
104	SII S	Persegi	Beton	2,2	0,9		0,200	0,700	0,014	0,00271	0,4400	2,600	1,137	0,500	0,464	Aman
105	SII T	Trapesium	Batu kali	0,50	0,90	0,85	0,900	0,000	0,017	0,00122	0,6075	2,250	0,859	0,522	0,905	Tidak Aman
106	SII U	Persegi	Beton	1,6	1,15		0,300	0,850	0,014	0,00033	0,4800	2,200	0,471	0,226	0,196	Aman
107	SII V	Trapesium	Beton	0,6	0,6	1,7	0,300	0,300	0,014	0,00155	0,3450	2,600	0,731	0,252	0,200	Aman
108	SII W	Persegi	Beton	0,8	0,6		0,320	0,280	0,014	0,00367	0,2560	1,440	1,368	0,350	0,341	Aman
109	SII X	Persegi	Beton	0,45	0,5		0,500	0,000	0,014	0,00030	0,2250	1,450	0,355	0,080	0,218	Tidak Aman
110	SII Y	Persegi	Beton	0,8	0,6		0,250	0,350	0,014	0,00130	0,2000	1,300	0,740	0,148	0,081	Aman
111	SII Z	Persegi	Beton	0,6	0,6		0,200	0,400	0,014	0,00497	0,1200	1,000	1,225	0,147	0,132	Aman
112	SII A1	Persegi	Beton	0,6	0,65		0,250	0,400	0,014	0,00198	0,1500	1,100	0,841	0,126	0,105	Aman
113	SII B1	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,180	0,470	0,014	0,00198	0,1260	1,060	0,768	0,097	0,081	Aman
114	SII C1	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,230	0,420	0,014	0,00265	0,1610	1,160	0,986	0,159	0,138	Aman
115	SII D1	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,250	0,400	0,014	0,00285	0,1750	1,200	1,057	0,185	0,180	Aman
116	SII E1	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,350	0,300	0,014	0,00224	0,2450	1,400	1,058	0,259	0,227	Aman
117	SII F1	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,100	0,550	0,014	0,00785	0,0700	0,900	1,153	0,081	0,047	Aman
118	SII G1	Persegi	Beton	0,7	0,65		0,120	0,530	0,014	0,00719	0,0840	0,940	1,210	0,102	0,085	Aman
119	SII H1	Persegi	Beton	0,6	0,65		0,400	0,250	0,014	0,00076	0,2400	1,400	0,609	0,146	0,064	Aman
120	SII I 1	Persegi	Beton	0,6	0,65		0,400	0,250	0,014	0,00113	0,2400	1,400	0,740	0,178	0,146	Aman
121	SII Kel	Persegi	Batu kali	8	1,5		0,270	1,230	0,017	0,00250	2,1600	8,540	1,176	2,541	2,417	Aman
122	SI 1	Persegi	Batu kali	8	1,5		0,500	1,000	0,017	0,00068	4,0000	9,000	0,894	3,574	2,727	Aman
123	SI 2	Persegi	Batu kali	8	1,5		0,700	0,800	0,017	0,00023	5,6000	9,400	0,632	3,540	2,911	Aman
124	SI 3	Persegi	Batu kali	8	1,5		0,700	0,800	0,017	0,00023	5,6000	9,400	0,632	3,540	2,917	Aman
125	SI 4	Persegi	Batu kali	10,5	1,5		0,800	0,700	0,017	0,00012	8,4000	12,100	0,506	4,253	2,940	Aman
126	SI 5	Persegi	Batu kali	10	1,5		0,400	1,100	0,017	0,00091	4,0000	10,800	0,916	3,663	3,000	Aman
127	SI 6	Persegi	Batu kali	10	1,5		0,300	1,200	0,017	0,00276	3,0000	10,600	1,332	3,995	3,028	Aman
128	SI 7	Persegi	Batu kali	10,6	1,5		0,700	0,800	0,017	0,00034	7,4200	12,000	0,784	5,820	3,435	Aman
129	SI 8	Persegi	Batu kali	10,6	1,5		0,250	1,250	0,017	0,00453	2,6500	11,100	1,524	4,038	3,478	Aman
130	SI 9	Persegi	Batu kali	10,6	1,5		0,250	1,250	0,017	0,00628	2,6500	11,100	1,794	4,754	3,486	Aman
131	SI 10	Persegi	Batu kali	5,7	1,8		0,150	1,650	0,017	0,00335	0,8550	6,000	0,929	0,795	0,508	Aman
132	SI 11	Persegi	Batu kali	5,7	1,8		0,150	1,650	0,017	0,00172	0,8550	6,000	0,665	0,569	0,545	Aman
133	SI 12	Persegi	Batu kali	5,7	1,8		0,100	1,700	0,017	0,01800	0,5700	5,900	1,662	0,947	0,686	Aman
134	SI 13	Persegi	Batu kali	5,7	1,8		0,200	1,600	0,017	0,00106	1,1400	6,100	0,625	0,712	0,697	Aman
135	SI 14	Persegi	Batu kali	6,5	1,5		0,150	1,350	0,017	0,01142	0,9750	6,800	1,722	1,679	1,531	Aman
136	SI 15	Persegi	Batu kali	6,5	1,5		0,220	1,280	0,017	0,00392	1,4300	6,940	1,285	1,838	1,624	Aman
137	SI 16	Persegi	Batu kali	6,5	1,5		0,400	1,100	0,017	0,00062	2,6000	7,300	0,736	1,913	1,673	Aman
138	SI 17	Persegi	Batu kali	6,5	1,5		0,700	0,800	0,017	0,00008	4,5500	7,900	0,370	1,683	1,677	Aman
139	SI 18	Persegi	Batu kali	6,5	1,5		0,220	1,280	0,017	0,00467	1,4300	6,940	1,402	2,004	1,763	Aman
140	SI 19	Persegi	Batu kali	6,5	1,5		0,140	1,360	0,017	0,02174	0,9100	6,780	2,274	2,069	1,997	Aman
141	SI 20	Persegi	Batu kali	6,5	1,5		0,330	1,170	0,017	0,00151	2,1450	7,160	1,024	2,197	2,179	Aman
142	SI 21	Persegi	Batu kali	6,5	1,5		0,150	1,350	0,017	0,02513	0,9750	6,800	2,554	2,490	2,250	Aman
143	SI 22	Persegi	Batu kali	4,1	1,6		0,200	1,400	0,017	0,00090	0,8200	4,500	0,567	0,465	0,304	Aman
144	SI 23	Persegi	Batu kali	4,1	1,6		0,150	1,450	0,017	0,00646	0,6150	4,400	1,273	0,783	0,442	Aman



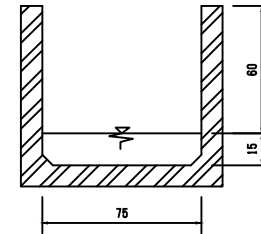
SIII SAC
SKALA 1:50



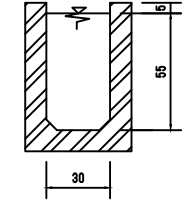
SIII BIOLOGI
SKALA 1:50



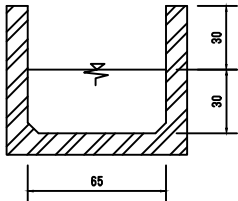
SIII FISIKA
SKALA 1:50



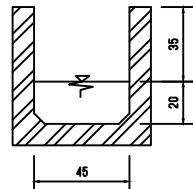
SIII T. MESIN
SKALA 1:50



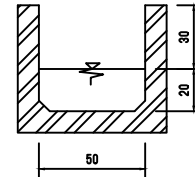
SIII MATERIAL
SKALA 1:50



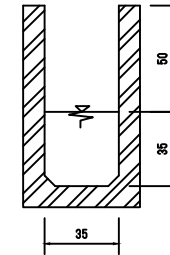
SIII DR. ANGKA
SKALA 1:50



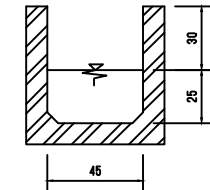
SIII MATEMATIKA
SKALA 1:50



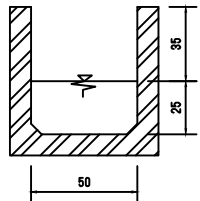
SIII KIMIA
SKALA 1:50



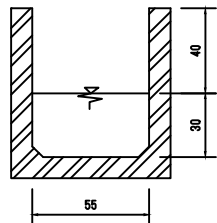
SIII T. FISIKA
SKALA 1:50



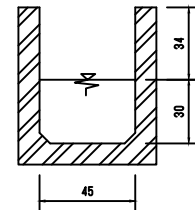
SIII T. PERKAPALAN
SKALA 1:50



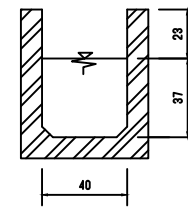
SIII PERPUSTAKAAN
SKALA 1:50



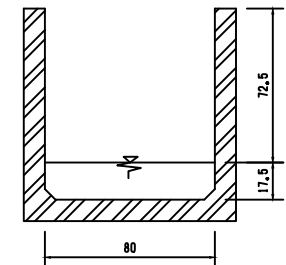
SIII STATISTIK
SKALA 1:50



SIII T. ELEKTRO
SKALA 1:50



SIII T. INDUSTRI
SKALA 1:50

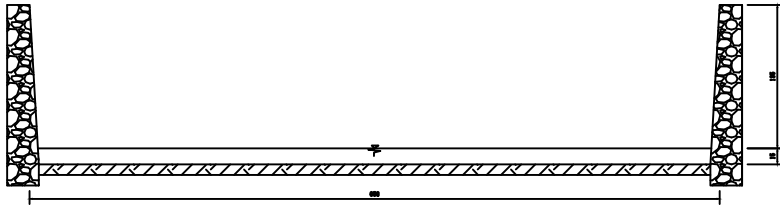


SIII LPPM
SKALA 1:50

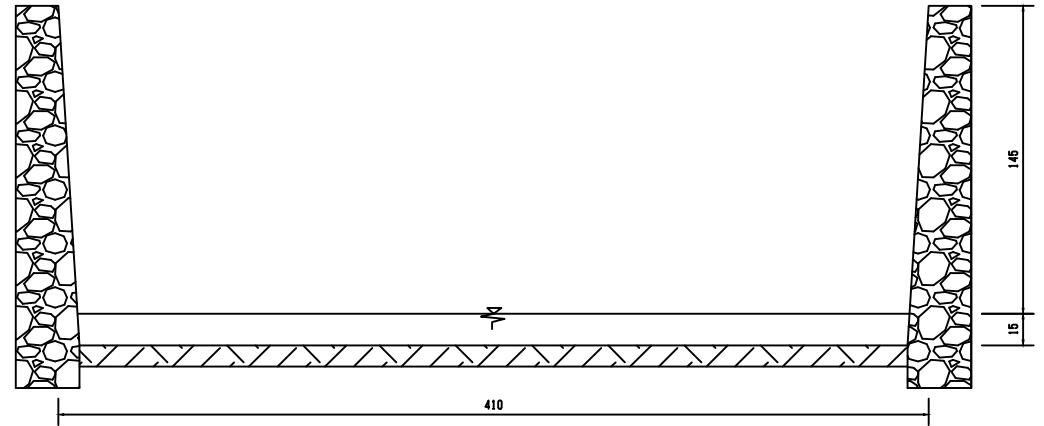


PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017

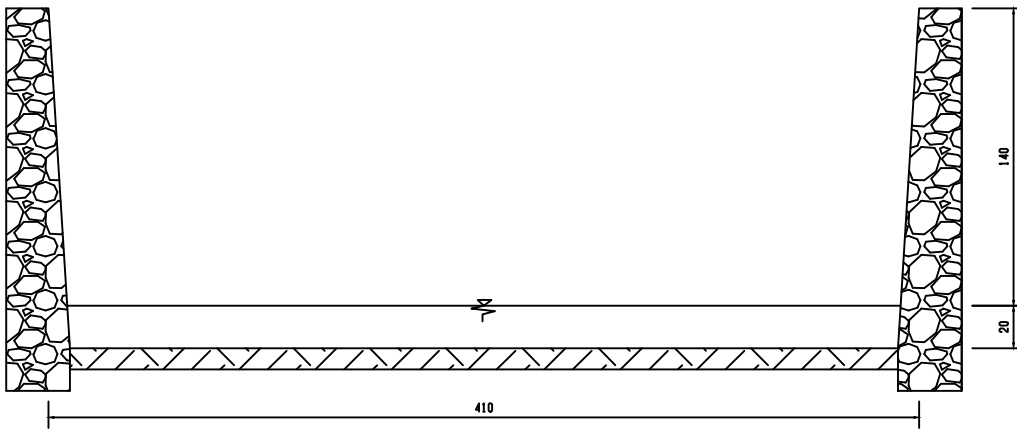
NAMA GAMBAR	NO.	JUMLAH	SKALA	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN
1. CROOS SECTION	1		1:50	AHMAD MAHRUS ALI 3115105008	1. Dr. techn. UMBORO L, ST, M.Sc 2. DR. IR. EDIJATNO	



SI 21
SKALA 1:100



SI 23
SKALA 1:50

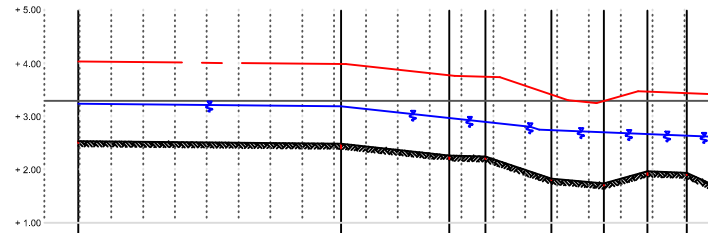


SI 22
SKALA 1:50



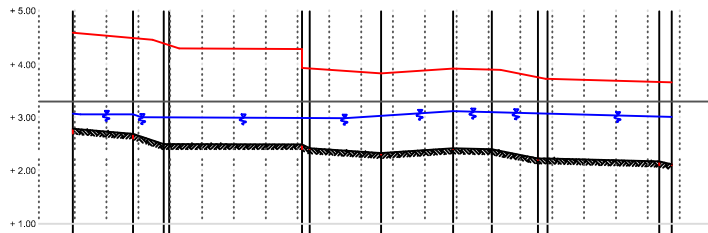
PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017

NAMA GAMBAR	NO.	JUMLAH	SKALA	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN
1. CROSS SECTION	10		1:50 1:100	AHMAD MAHRUS ALI 3115105008	1. Dr. techn. UMBORO L, ST, M.Sc 2. DR. IR. EDIJATNO	



	NAMA SALURAN	SI 1	SI 2	SI 3	SI 4	SI 5	SI 6	SI 7	SI 8
	JARAK ANTAR BANGUNAN (M)	495,38	204,04	68,12	124,44	98,79	81,96	74,06	62
	JARAK KUMULATIF (m)	495,38	699,42	767,54	891,98	990,77	1072,73	1146,79	1208,75
	ELEVASI MEDAN / TANGGUL	+4,00	+3,99	+3,97	+3,95	+3,93	+3,94	+3,97	+3,98
	ELEVASI MUKA AIR	+3,30	+2,97	+2,90	+2,84	+2,76	+2,67	+2,64	+2,64
	ELEVASI DASAR SALURAN	+2,40	+2,87	+2,85	+1,83	+1,76	+1,87	+1,84	+1,84
	DIMENSI SALURAN	Q = 2,727 m³/det B = 6 m, h = 1,5 m R _{min} = 0,6 m V = 0,89 m/det I = 0,00068	Q = 2,911 m³/det B = 6 m, h = 1,5 m R _{min} = 0,7 m V = 0,632 m/det I = 0,00023	Q = 2,911 m³/det B = 6 m, h = 1,5 m R _{min} = 0,7 m V = 0,632 m/det I = 0,00023	Q = 2,911 m³/det B = 6 m, h = 1,5 m R _{min} = 0,7 m V = 0,632 m/det I = 0,00023	Q = 2,911 m³/det B = 6 m, h = 1,5 m R _{min} = 0,7 m V = 0,632 m/det I = 0,00023	Q = 2,911 m³/det B = 6 m, h = 1,5 m R _{min} = 0,7 m V = 0,632 m/det I = 0,00023	Q = 2,911 m³/det B = 6 m, h = 1,5 m R _{min} = 0,7 m V = 0,632 m/det I = 0,00023	Q = 2,911 m³/det B = 6 m, h = 1,5 m R _{min} = 0,7 m V = 0,632 m/det I = 0,00023

LONG SECTION SAL PRIMER
SKALA 1:200



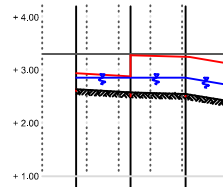
	NAMA SALURAN	SI 10	SI 11	SI 13	SI 15	SI 16	SI 17	SI 18	SI 20	SI 21
	JARAK ANTAR BANGUNAN (M)	113,32	57,66	249,96	134,63	135,86	72,74	86,6	210,98	24
	JARAK KUMULATIF (m)	113,32	170,98	431,55	566,72	716,68	789,32	875,92	1105,48	1129,48
	ELEVASI MEDAN / TANGGUL	+4,59	+4,59	+4,30	+4,29	+3,99	+3,92	+3,9	+3,73	+3,67
	ELEVASI MUKA AIR	+3,32	+3,35	+3,00	+3,00	+3,00	+3,1	+3,09	+3,08	+3,00
	ELEVASI DASAR SALURAN	+2,89	+2,89	+2,48	+2,43	+2,83	+2,32	+2,35	+2,23	+2,17
	DIMENSI SALURAN	Q = 2,727 m³/det B = 6 m, h = 1,5 m R _{min} = 0,6 m V = 0,89 m/det I = 0,00068	Q = 2,727 m³/det B = 6 m, h = 1,5 m R _{min} = 0,6 m V = 0,89 m/det I = 0,00068	Q = 2,727 m³/det B = 6 m, h = 1,5 m R _{min} = 0,6 m V = 0,89 m/det I = 0,00068	Q = 2,727 m³/det B = 6 m, h = 1,5 m R _{min} = 0,6 m V = 0,89 m/det I = 0,00068	Q = 2,727 m³/det B = 6 m, h = 1,5 m R _{min} = 0,6 m V = 0,89 m/det I = 0,00068	Q = 2,727 m³/det B = 6 m, h = 1,5 m R _{min} = 0,6 m V = 0,89 m/det I = 0,00068	Q = 2,727 m³/det B = 6 m, h = 1,5 m R _{min} = 0,6 m V = 0,89 m/det I = 0,00068	Q = 2,727 m³/det B = 6 m, h = 1,5 m R _{min} = 0,6 m V = 0,89 m/det I = 0,00068	Q = 2,727 m³/det B = 6 m, h = 1,5 m R _{min} = 0,6 m V = 0,89 m/det I = 0,00068

LONG SECTION SAL PRIMER
SKALA 1:200



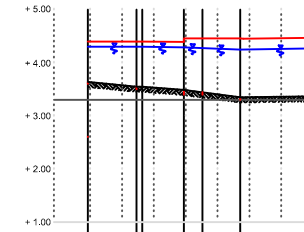
PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017

NAMA GAMBAR	NO.	JUMLAH	SKALA	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN
2. LONG SECTION	11		1:200	AHMAD MAHRUS ALI 3115105008	1. Dr. techn. UMBORO L, ST, M.Sc 2. DR. IR. EDIJATNO	



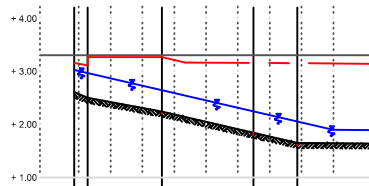
	NAMA SALURAN	SII K	SII F	SII T
JARAK ANTAR BANGUNAN (M)		102,79	103,72	77,76
JARAK KOMULATIF (m)		102,79	206,51	284,29
ELEVASI MEDAN / TANGGUL		+3,08	+3,08	+3,08
ELEVASI MUKA AIR		+2,85	+2,83	+2,80
ELEVASI DASAR SALURAN		+2,88	+2,85	+2,85
DIMENSI SALURAN		1,50 x 1,50	1,50 x 1,50	1,50 x 1,50

LONG SECTION SAL SEKUNDER
SKALA 1:200



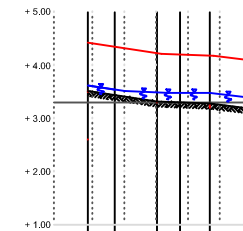
	NAMA SALURAN	PD 1	SII M	SII N	SII O	SII T
JARAK ANTAR BANGUNAN (M)		91,45	78,12	94,36	71,12	145,82
JARAK KOMULATIF (m)		91,45	102,45	174,2	206,52	354,34
ELEVASI MEDAN / TANGGUL		+4,35	+4,35	+4,34	+4,35	+4,35
ELEVASI MUKA AIR		+4,30	+4,29	+4,27	+4,25	+4,25
ELEVASI DASAR SALURAN		+4,38	+4,34	+4,34	+4,35	+4,35
DIMENSI SALURAN		1,50 x 1,50	1,50 x 1,50	1,50 x 1,50	1,50 x 1,50	1,50 x 1,50

LONG SECTION SAL SEKUNDER
SKALA 1:200



	NAMA SALURAN	SII H	SII I	SII E	SII F	SII G
JARAK ANTAR BANGUNAN (M)		25,47	140,26	172,48	82,67	140,66
JARAK KOMULATIF (m)		25,47	165,73	338,21	420,88	561,54
ELEVASI MEDAN / TANGGUL		+3,10	+3,04	+2,93	+2,93	+2,93
ELEVASI MUKA AIR		+2,85	+2,84	+2,84	+2,83	+2,83
ELEVASI DASAR SALURAN		+2,50	+2,84	+2,81	+2,85	+2,85
DIMENSI SALURAN		1,50 x 1,50	1,50 x 1,50	1,50 x 1,50	1,50 x 1,50	1,50 x 1,50

LONG SECTION SAL SEKUNDER
SKALA 1:200



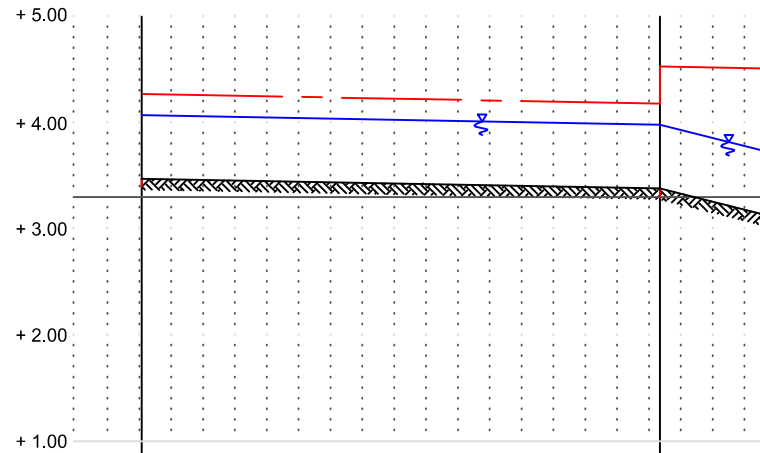
	NAMA SALURAN	PD 10	SII P	SII Q	SII R	SII S
JARAK ANTAR BANGUNAN (M)		50,5	79,72	83,68	55,75	85,71
JARAK KOMULATIF (m)		50,5	130,22	229,66	296,37	382,08
ELEVASI MEDAN / TANGGUL		+4,34	+4,29	+4,01	+4,8	+4,8
ELEVASI MUKA AIR		+3,84	+3,88	+3,85	+3,85	+3,85
ELEVASI DASAR SALURAN		+3,84	+3,82	+3,80	+3,80	+3,80
DIMENSI SALURAN		1,50 x 1,50	1,50 x 1,50	1,50 x 1,50	1,50 x 1,50	1,50 x 1,50




LONG SECTION SAL SEKUNDER
SKALA 1:200



PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017

NAMA GAMBAR	NO.	JUMLAH	SKALA	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN
2. LONG SECTION	12		1:200	AHMAD MAHRUS ALI 3115105008	1. Dr. techn. UMBORO L, ST, M.Sc 2. DR. IR. EDJIATNO	



	NAMA SALURAN	SIII Boezem 3	SII U
	JARAK ANTAR BANGUNAN (M)	488.5	111.5
	JARAK KOMULATIF (m)	488.5	600
	ELEVASI MEDAN / TANGGUL	+ 4.27	+ 4.18 + 4.25
	ELEVASI MUKA AIR	+ 4.07	+ 3.98 + 3.70
	ELEVASI DASAR SALURAN	+ 3.47	+ 3.38 + 3.10
	DIMENSI SALURAN	$Q = 0,091 \text{ m}^3/\text{det}$ $b = 0,40 \text{ m}, h = 0,60 \text{ m}$ $h_{air} = 0,60 \text{ m}$ $V = 0,40 \text{ m}/\text{det}$ $f = 0,00041$	$Q = 0,196 \text{ m}^3/\text{det}$ $b = 1,6 \text{ m}, h = 1,15 \text{ m}$ $h_{air} = 0,30 \text{ m}$ $V = 0,47 \text{ m}/\text{det}$ $f = 0,00033$

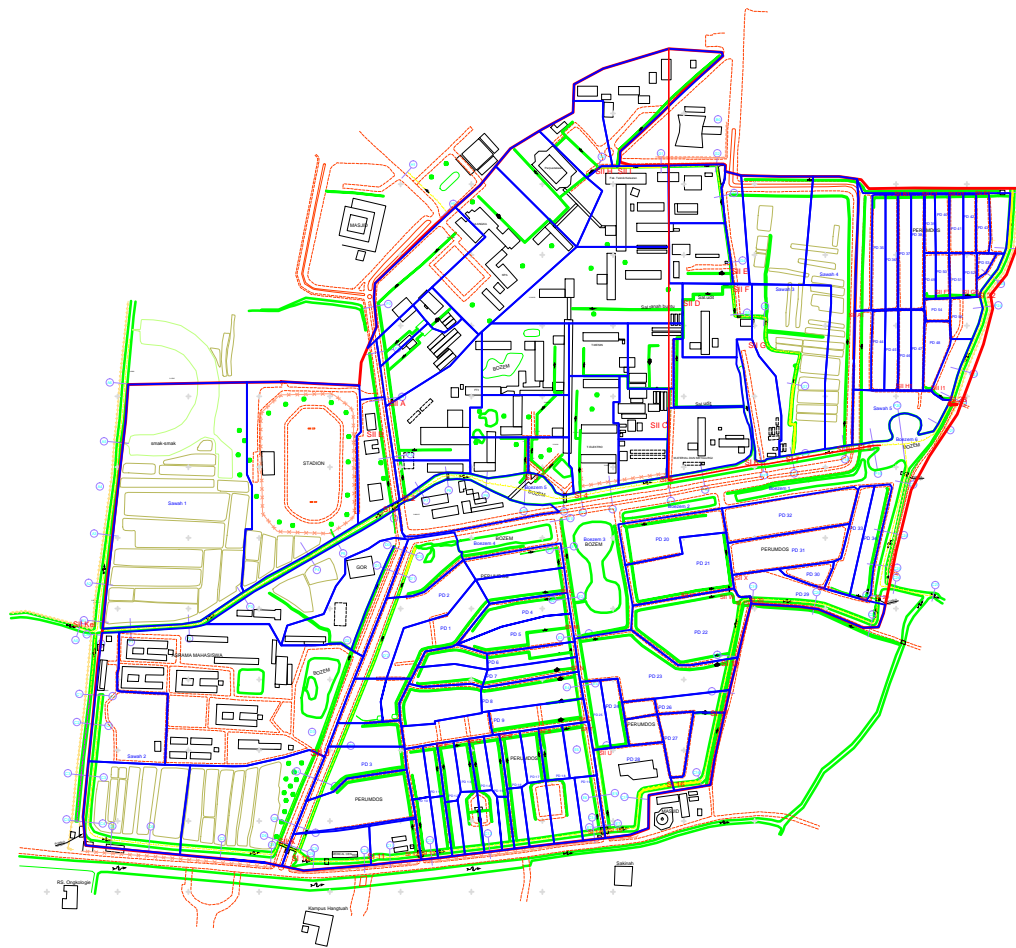
LONG SECTION SAL SEKUNDER

SKALA 1:100



PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2017

NAMA GAMBAR	NO.	JUMLAH	SKALA	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN
2. LONG SECTION	13		1:100	AHMAD MAHRUS ALI 3115105008	1. Dr. techn. UMBORO L, ST, M.Sc 2. DR. IR. EDIJATNO	

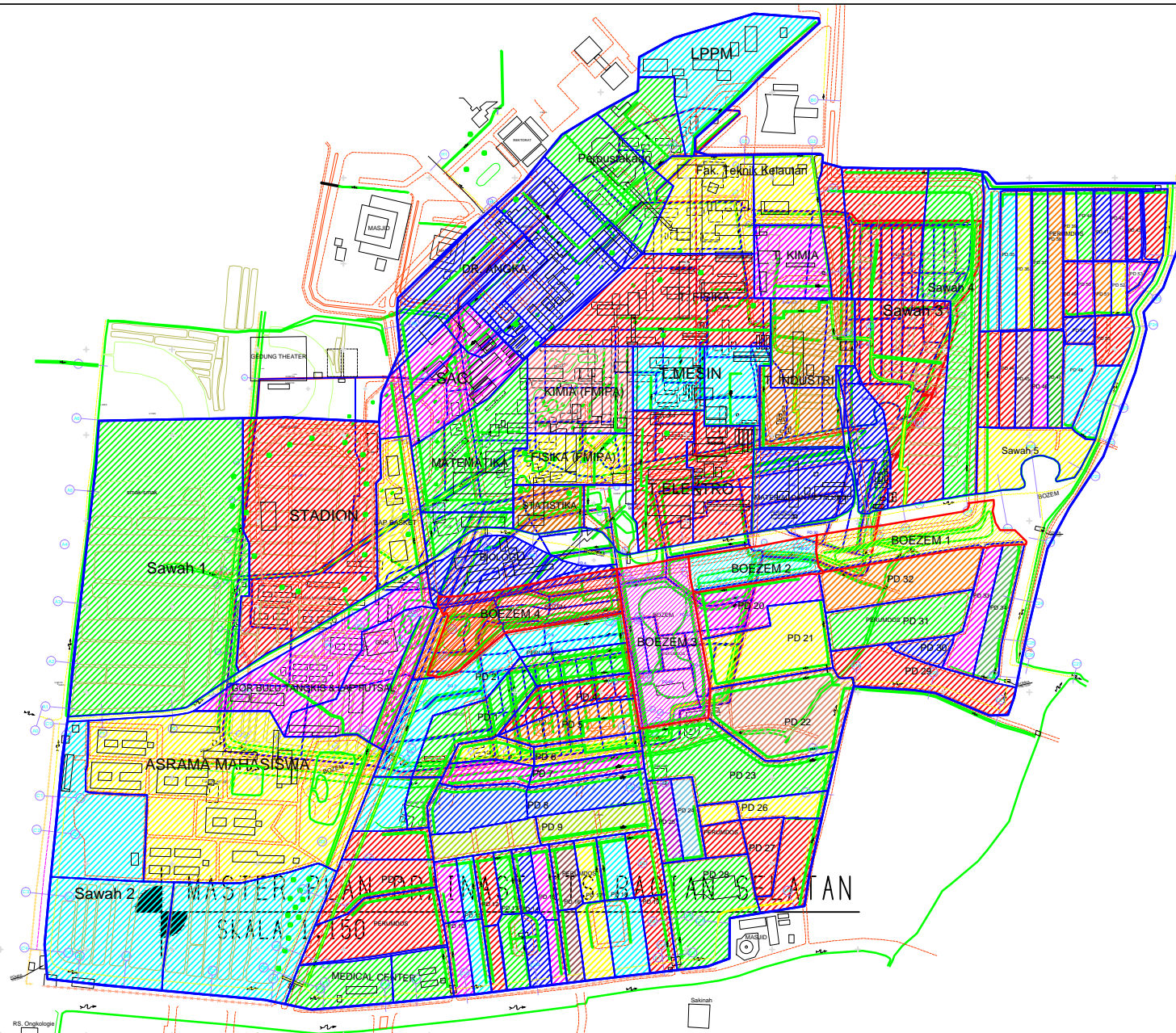


MASTER PLAN DRAINASE ITS BAGIAN SELATAN
SKALA 1:150



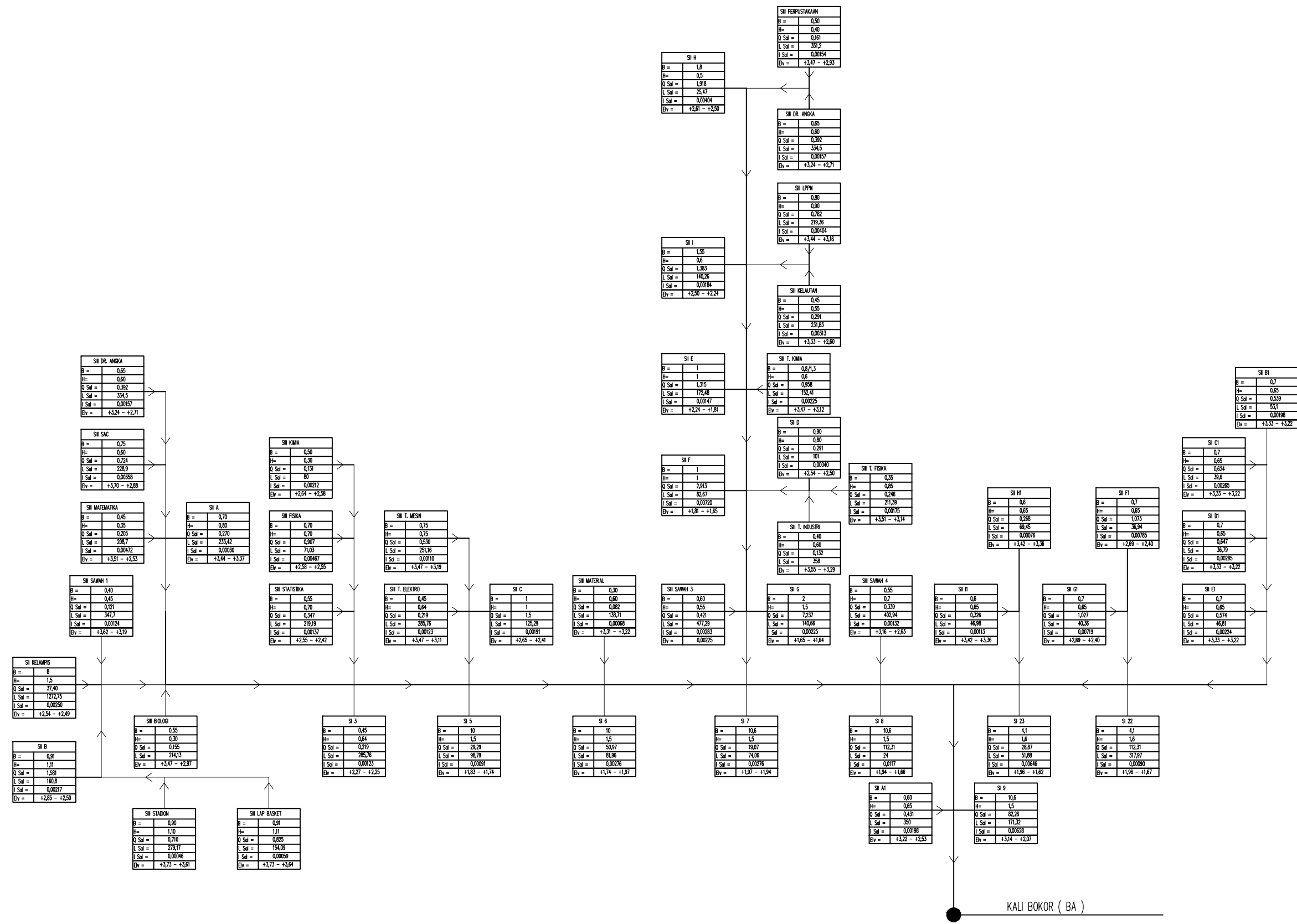
PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017

NAMA GAMBAR	NO.	JUMLAH	SKALA	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN
3. MASTER PLAN DARAINASE ITS BAGIAN SELATAN	14		1:150	AHMAD MAHRUS ALI 3115105008	1. Dr. techn. UMBORO L, ST, M.Sc 2. DR. IR. EDIJATNO	



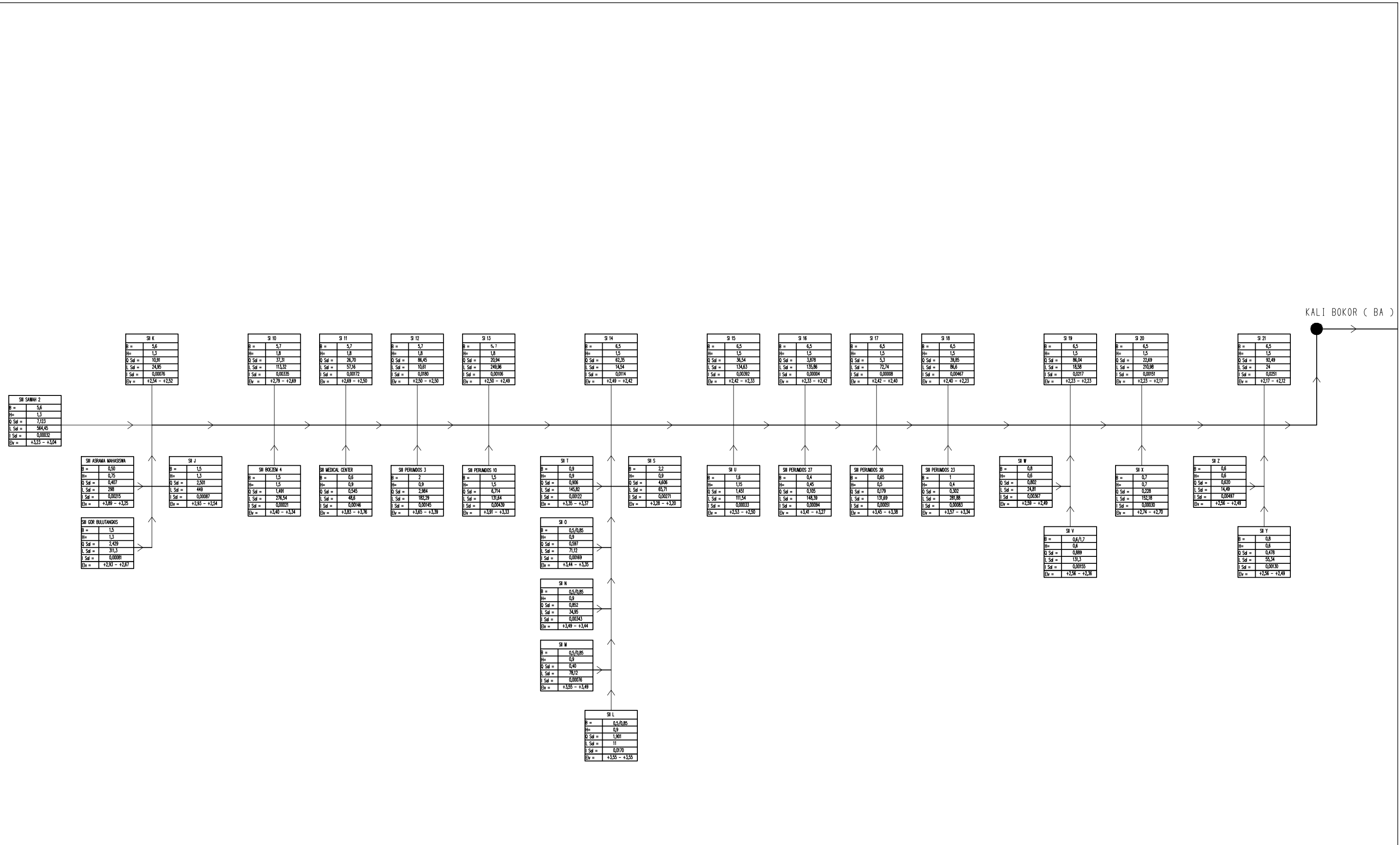
PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2017

NAMA GAMBAR	NO.	JUMLAH	SKALA	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN
4. PEMBAGIAN CAHATCHMENT AREA	15		1:100	AHMAD MAHRUS ALI 3115105008	1. Dr. techn. UMBORO L, ST, M.Sc 2. DR. IR. EDIJATNO	



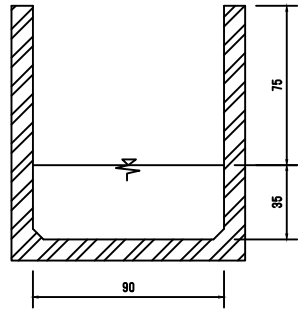
PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2017

NAMA GAMBAR	NO.	JUMLAH	SKALA	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN
5. SEKEMA JARINGAN DRAINASE ITS BAGIAN SELATAN	16			AHMAD MAHRUS ALI 3115105008	1. Dr. techn. UMBORO L, ST, M.Sc 2. DR. IR. EDIJATNO	

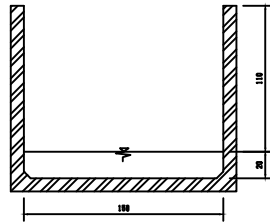


PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2017

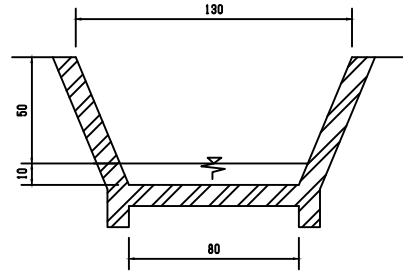
NAMA GAMBAR	NO.	JUMLAH	SKALA	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN
5. SEKEMA JARINGAN DRAINASE ITS BAGIAN SELATAN	17			AHMAD MAHRUS ALI 3115105008	1. Dr. techn. UMBORO L, ST, M.Sc 2. DR. IR. EDIJATNO	



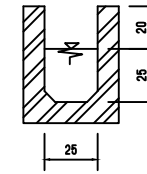
SIII STADION
SKALA 1:50



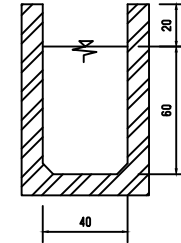
SIII GOR. BULUTANGKIS
SKALA 1:50



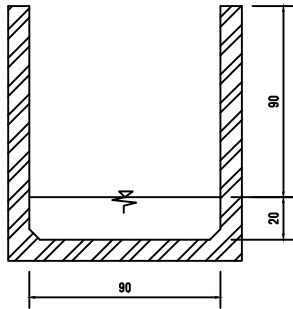
SIII T. KIMIA
SKALA 1:50



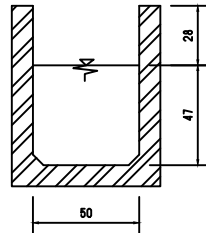
SIII SAWAH 5
SKALA 1:50



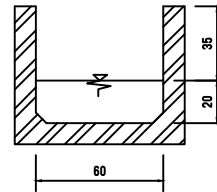
SIII BOEZEM 3
SKALA 1:50



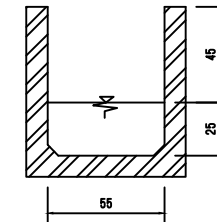
SIII LAP. BASKET
SKALA 1:50



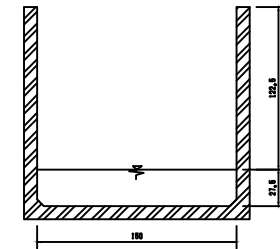
SIII ASRAMA MAHASISWA
SKALA 1:50



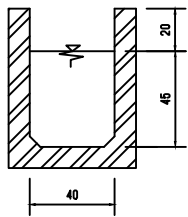
SIII SAWAH 3
SKALA 1:50



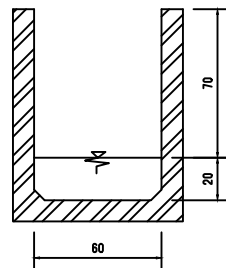
SIII BOEZEM 1
SKALA 1:50



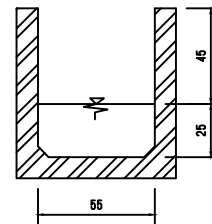
SIII BOEZEM 4
SKALA 1:50



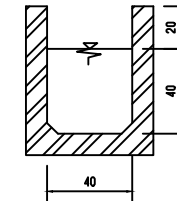
SIII SAWAH 1
SKALA 1:50



SIII MEDICAL CENTER
SKALA 1:50



SIII SAWAH 4
SKALA 1:50

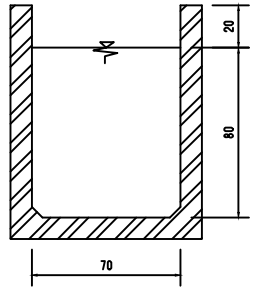


SIII BOEZEM 2
SKALA 1:50

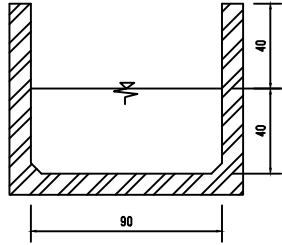


PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017

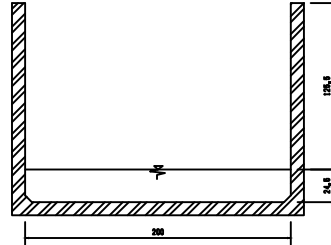
NAMA GAMBAR	NO.	JUMLAH	SKALA	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN
1. CROOS SECTION	2		1:50	AHMAD MAHRUS ALI 3115105008	1. Dr. techn. UMBORO L, ST, M.Sc 2. DR. IR. EDIJATNO	



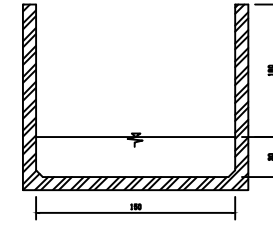
SII A
SKALA 1:50



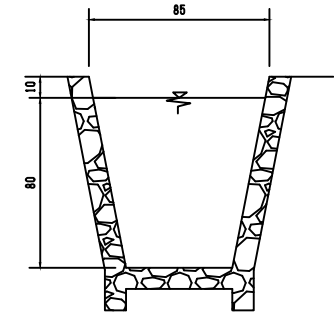
SII D
SKALA 1:50



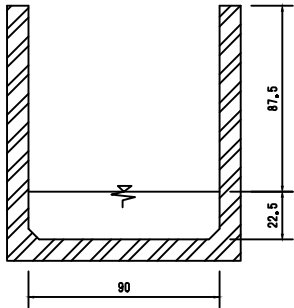
SII G
SKALA 1:50



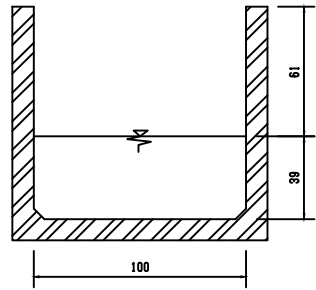
SII J
SKALA 1:50



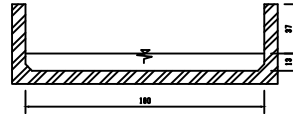
SII M
SKALA 1:50



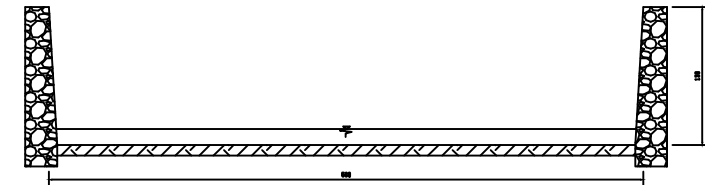
SII B
SKALA 1:50



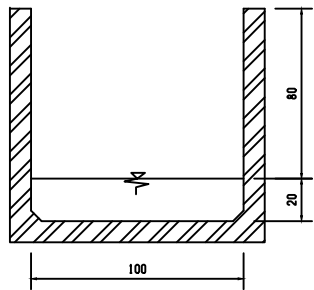
SII E
SKALA 1:50



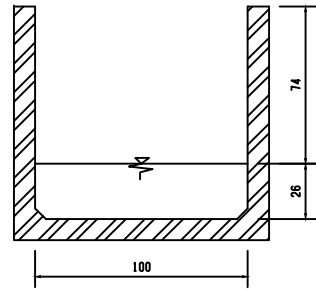
SII H
SKALA 1:50



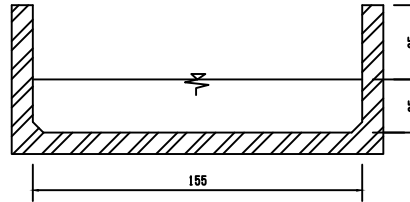
SIII SAWAH 2-SII K
SKALA 1:50



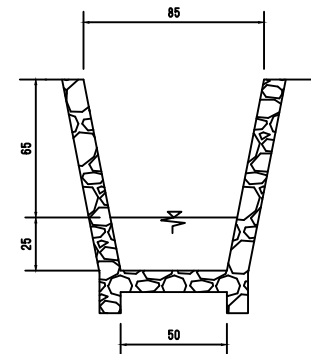
SII C
SKALA 1:50



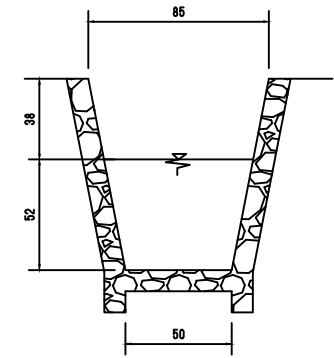
SII F
SKALA 1:50



SII I
SKALA 1:50



SII L
SKALA 1:50

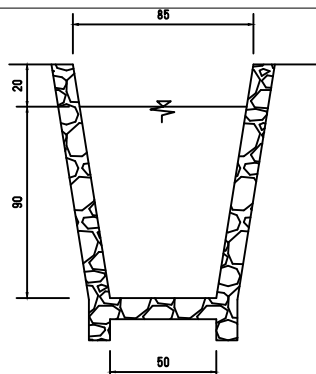


SII N
SKALA 1:50

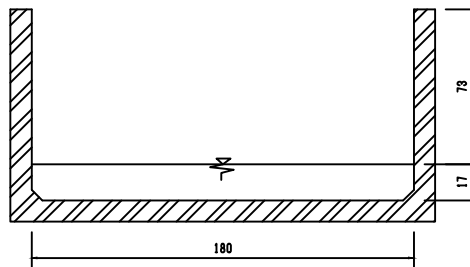


PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017

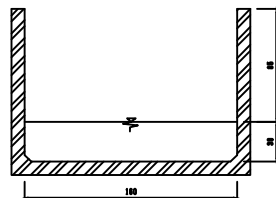
NAMA GAMBAR	NO.	JUMLAH	SKALA	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN
1. CROOS SECTION	3		1:50	AHMAD MAHRUS ALI 3115105008	1. Dr. techn. UMBORO L, ST, M.Sc 2. DR. IR. EDIJATNO	



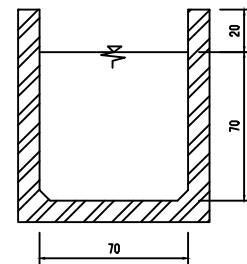
SII O
SKALA 1:50



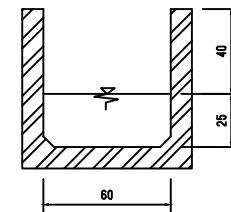
SII R
SKALA 1:50



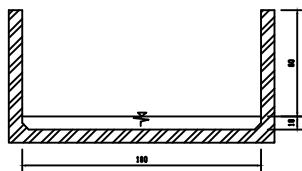
SII U
SKALA 1:50



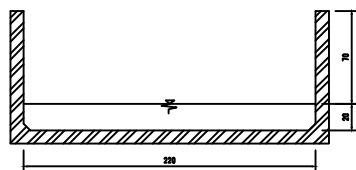
SII X
SKALA 1:50



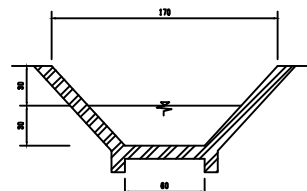
SII A1
SKALA 1:50



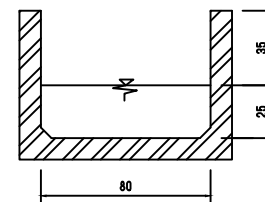
SII P
SKALA 1:50



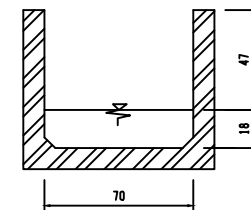
SII S
SKALA 1:50



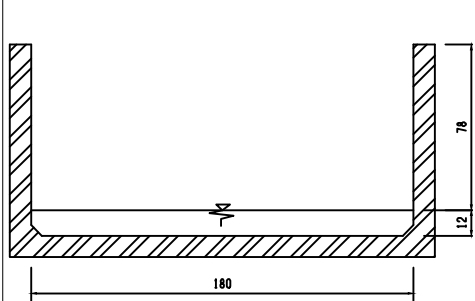
SII V
SKALA 1:50



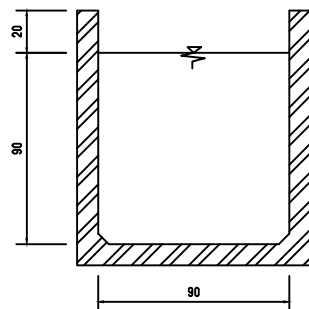
SII Y
SKALA 1:50



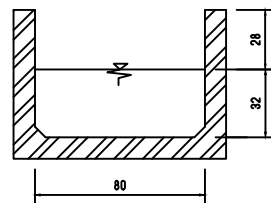
SII B1
SKALA 1:50



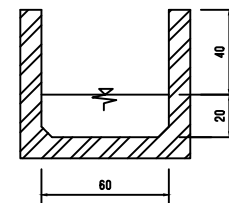
SII Q
SKALA 1:50



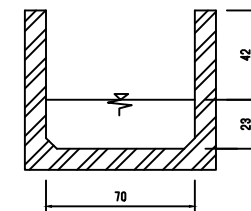
SII T
SKALA 1:50



SII W
SKALA 1:50



SII Z
SKALA 1:50

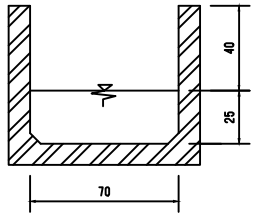


SII C1
SKALA 1:50

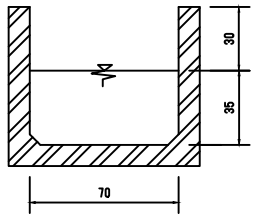


PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017

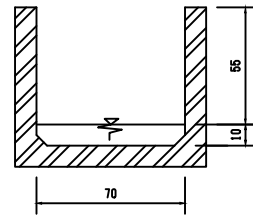
NAMA GAMBAR	NO.	JUMLAH	SKALA	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN
1. CROOS SECTION	4		1:50	AHMAD MAHRUS ALI 3115105008	1. Dr. techn. UMBORO L, ST, M.Sc 2. DR. IR. EDIJATNO	



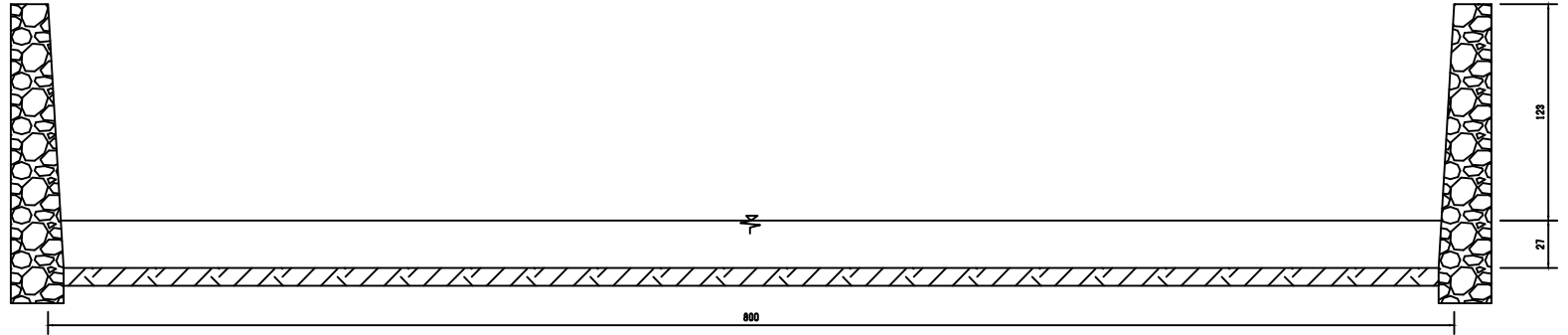
SII D1
SKALA 1:50



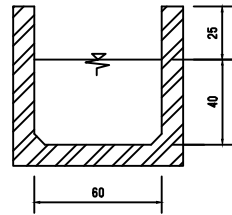
SII E1
SKALA 1:50



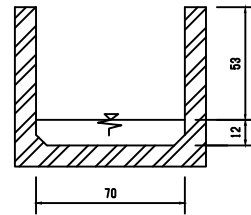
SII F1
SKALA 1:50



SII KEL
SKALA 1:60



SII H1, I1
SKALA 1:50

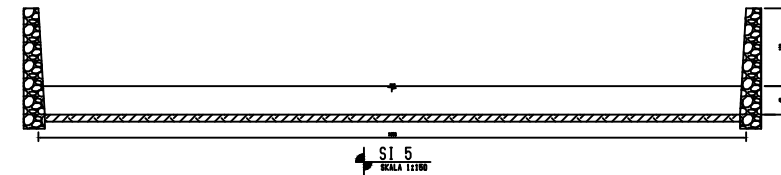
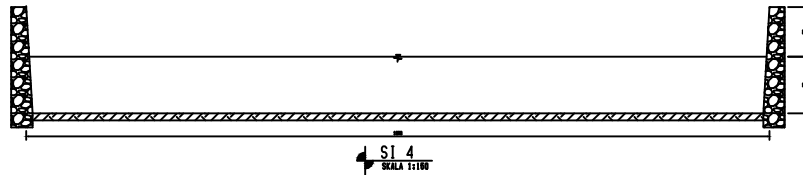
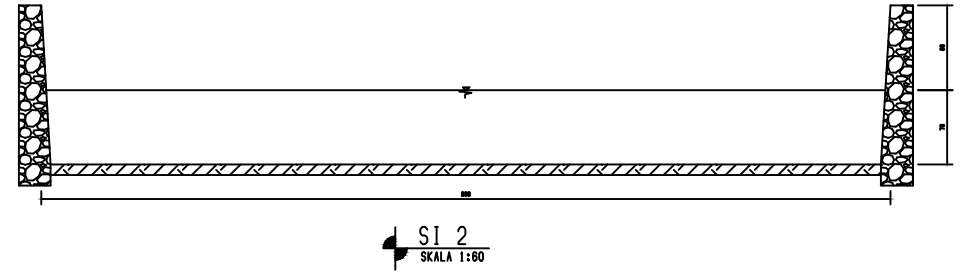
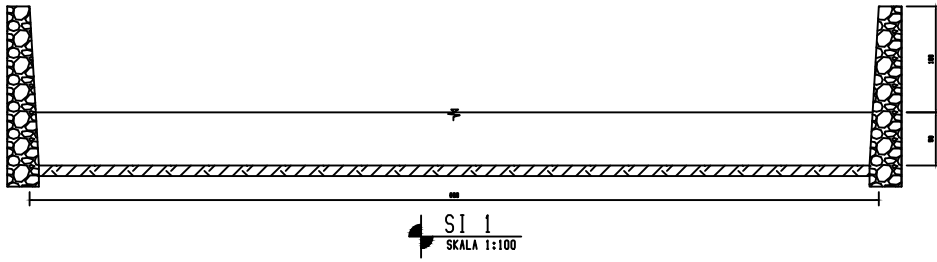


SII G1
SKALA 1:50



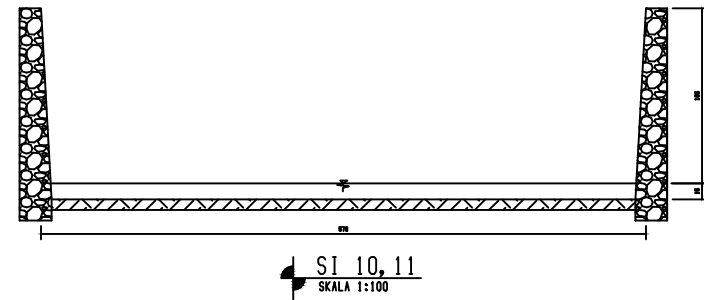
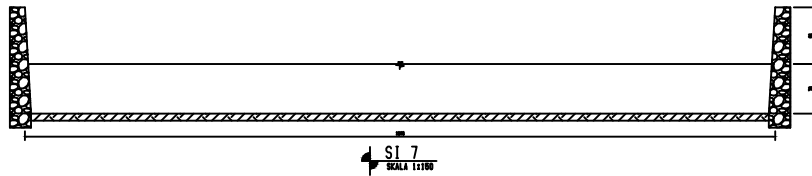
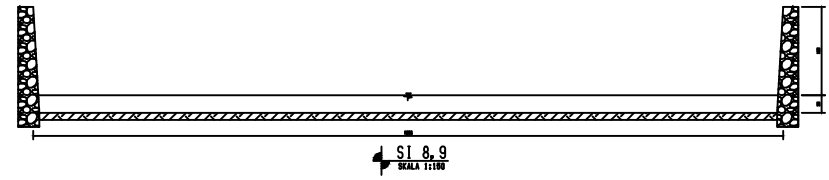
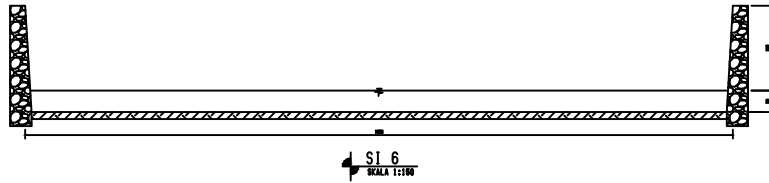
PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017

NAMA GAMBAR	NO.	JUMLAH	SKALA	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN
1. CROSS SECTION	5		1:50	AHMAD MAHRUS ALI 3115105008	1. Dr. techn. UMBORO L, ST, M.Sc 2. DR. IR. EDIJATNO	



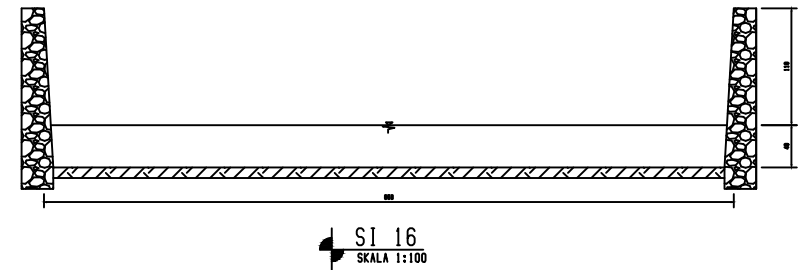
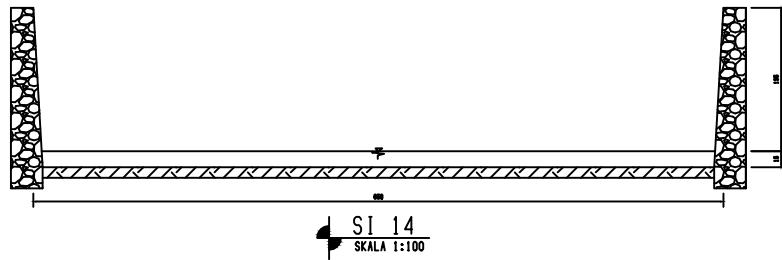
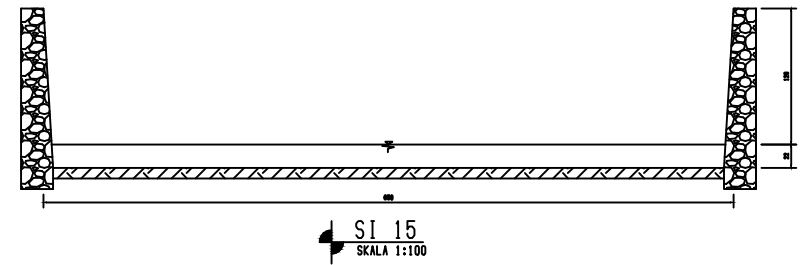
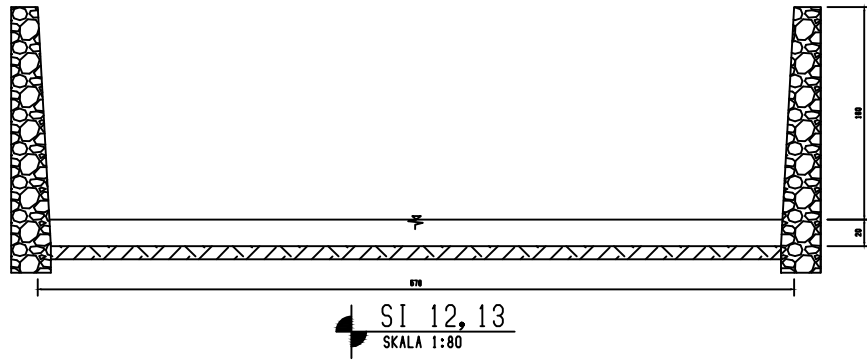
PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2017

NAMA GAMBAR	NO.	JUMLAH	SKALA	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN
1. CROSS SECTION	6		1:100 1:150	AHMAD MAHRUS ALI 3115105008	1. Dr. techn. UMBORO L, ST, M.Sc 2. DR. IR. EDIJATNO	



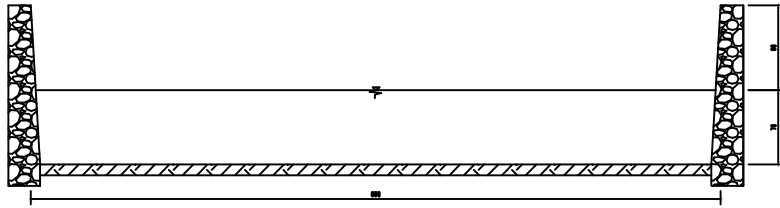
PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017

NAMA GAMBAR	NO.	JUMLAH	SKALA	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN
1. CROSS SECTION	7		1:100 1:150	AHMAD MAHRUS ALI 3115105008	1. Dr. techn. UMBORO L, ST, M.Sc 2. DR. IR. EDIJATNO	

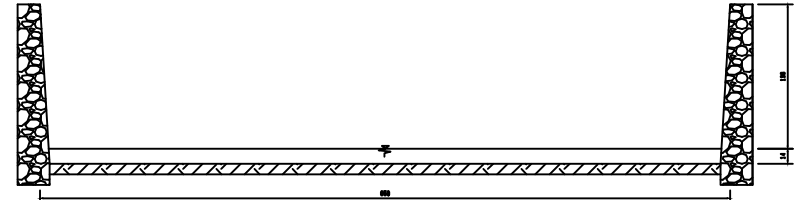


PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA 2017

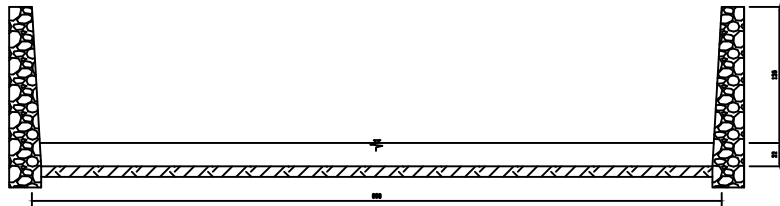
NAMA GAMBAR	NO.	JUMLAH	SKALA	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN
1. CROSS SECTION	8		1:80 1:100	AHMAD MAHRUS ALI 3115105008	1. Dr. techn. UMBORO L, ST, M.Sc 2. DR. IR. EDIJATNO	



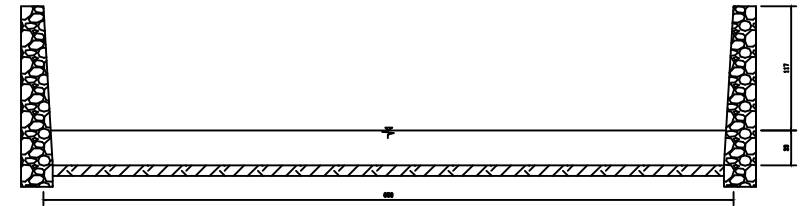
SI 17
SKALA 1:100



SI 19
SKALA 1:100



SI 18
SKALA 1:100



SI 20
SKALA 1:100



PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2017

NAMA GAMBAR	NO.	JUMLAH	SKALA	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING	KETERANGAN
1. CROSS SECTION	9		1:100	AHMAD MAHRUS ALI 3115105008	1. Dr. techn. UMBORO L, ST, M.Sc 2. DR. IR. EDIJATNO	

Asia Drive AD - AH Performance Table

Type	Maximum Shaft Power	Material		Clean water performance						Impeller		Drawing No.
		Liner	Impeller	Flow Rate (Q)		Lift	Speed	Efficiency	NPSH (r)	Vane	Diameter	
						H	n	η %	(m)			
				(m ³ /h)	(l/s)	(m)	(r/min)					
1 1/2 /1B AD-AH	15	M	M	12.6 ~ 28.8	3.5 ~ 8	6 ~ 68	1200 ~ 3800	40	2 ~ 4	5	152	AD151B01
		RU	RU	10.8 ~ 25.2	3 ~ 7	7 ~ 52	1400 ~ 3400	35		3		AD151B02A
2/1 1/2 AD-AH	15	M	M	32.4 ~ 72	9 ~ 20	6 ~ 58	1200 ~ 3200	45	3.5 ~ 8	5	184	AD215B01
		RU	RU	25.2 ~ 54	7 ~ 15	5.5 ~ 41	1000 ~ 2600	50				2.5 ~ 5
3/2C AD-AH	30	M	M	39.6 ~ 86.4	11 ~ 24	12 ~ 64	1300 ~ 2700	55	4 ~ 6	5	214	AD32A01
		RU	RU	36 ~ 75.6	10 ~ 21	13 ~ 39	1300 ~ 2100					2 ~ 4
4/3C AD-AH	30	M	M	86.4 ~ 198	24 ~ 55	9 ~ 52	1000 ~ 2200	71	4 ~ 6	5	245	AD43A01
4/3D AD-AH	60											
4/3C AD-AH	30	RU	RU	79.2 ~ 180	22 ~ 50	5 ~ 34.5	800 ~ 1800	59	3 ~ 5	5	245	AD43A01A
4/3D AD-AH	60											
6/4D AD-AH	60	M	M	162 ~ 360	45 ~ 100	12 ~ 56	800 ~ 1550	65	5 ~ 8	5	365	AD64A01
6/4E AD-AH	120											
6/4D AD-AH	60	RU	RU	144 ~ 324	40 ~ 90	12 ~ 45	800 ~ 1350	65	3 ~ 5	5	365	AD64A03A
6/4E AD-AH	120											
8/6E AD-AH	120	M	M	360 ~ 828	100 ~ 230	10 ~ 61	500 ~ 1140	72	2 ~ 9	5	510	AD86A01
8/6R AD-AH	300											
8/6E AD-AH	120	RU	RU	324 ~ 720	90 ~ 200	7 ~ 49	400 ~ 1000	65	5 ~ 10	5	510	AD86A01B
8/6R AD-AH	300											
10/8ST AD-AH	560	M	M	612 ~ 1368	170 ~ 380	11 ~ 61	400 ~ 850	71	4 ~ 10	5	686	AD108A01AM
		RU	RU	540 ~ 1188	150 ~ 330	12 ~ 50	400 ~ 750	75				4 ~ 12
12/10ST AD-AH	560	M	M	936 ~ 1980	260 ~ 550	7 ~ 68	300 ~ 800	82	6	5	762	AD1210A01M
		RU	RU	720 ~ 1620	200 ~ 450	7 ~ 45	300 ~ 650	80				2.5 ~ 7.5
14/12ST AD-AH	560	M	M	1260 ~ 2772	350 ~ 770	13 ~ 63	300 ~ 600	77	3 ~ 10	5	965	AD1412A01M
		RU	RU	1152 ~ 2520	320 ~ 700	13 ~ 44	300 ~ 500	79				3 ~ 8
16/14ST AD-AH	560	M	M	1368 ~ 3060	380 ~ 850	11 ~ 63	250 ~ 550	79	4 ~ 10	5	1067	AD1614A01
16/14TU AD-AH	1200											
20/18TU AD-AH	1200	M	M	2520 ~ 5400	700 ~ 1500	13 ~ 57	200 ~ 400	85	5 ~ 10	5	1370	AD2018A01

Note: 1. RU stands for rubber material, and M stands for wear - resisting alloy material.
 2. Recommended flow range 50 % Q' ≤ Q ≤ 110 % Q' (Q' ≈ the corresponding flow at the highest efficiency point)
 3. NPSH refers to the corresponding NPSH value of the recommended Q point at the maximum rotational speed.