



TUGAS AKHIR – RC141501

**EVALUASI SISTEM DRAINASE PERUMAHAN
GRIYA PETRA KOTA PURWODADI KABUPATEN
GROBOGAN JAWA TENGAH**

ALIEN FAHLEVI
NRP 3114 106 032

Dosen Pembimbing I
Dr.Ir.Edijatno,CES,.DEA.

Dosen Pembimbing II
Ir.Bahmid Tohary, M.Eng

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017



TUGAS AKHIR – RC141501

**EVALUASI SISTEM DRAINASE PERUMAHAN
GRIYA PETRA KOTA PURWODADI KABUPATEN
GROBOGAN JAWA TENGAH**

ALIEN FAHLEVI
NRP 3114 106 032

Dosen Pembimbing I
Dr.Ir.Edijatno,CES,.,DEA.

Dosen Pembimbing II
Ir.Bahmid Tohary, M.Eng

JURUSAN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017



FINAL PROJECT - RC14-1501

***EVALUATION OF GRIYA PETRA RESIDENCE
DRAINAGE SYSTEM PURWODADI
GROBOGAN REGENCY CENTRAL JAVA***

ALIEN FAHLEVI
NRP. 3114106032

First Advisor:
Dr. Ir. Edijatno, CES., DEA.

Second Advisor:
Ir. Bahmid Tohary, M.Eng.

*DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2017*

**EVALUASI SISTEM DRAINASE PERUMAHAN
GRIYA PETRA KOTA PURWODADI
KABUPATEN GROBOGAN JAWA TENGAH**

TUGAS AKHIR

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

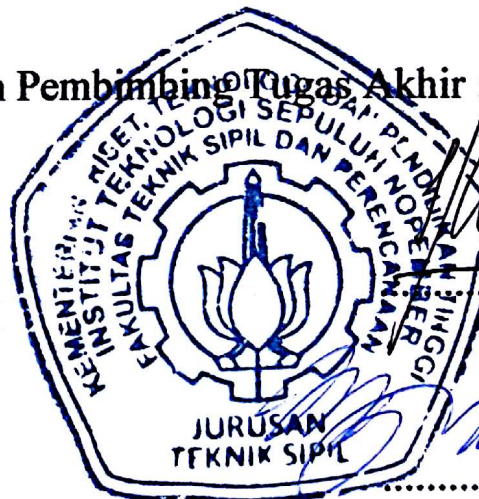
Oleh :

**ALIEN FAHLEVI
NRP. 3114 106 032**

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

1. Dr,Ir.Edijatno,CES,.DEA
NIP. 195203111980031003

2. Ir.Bahmid Tohary,M.Eng



**SURABAYA
JANUARI, 2017**

**EVALUASI SISTEM DRAINASE PERUMAHAN GRIYA
PETRA KOTA PURWODADI
KABUPATEN GROBOGAN**

Nama Mahasiswa : Alien Fahlevi
NRP : 3114.106.032
Jurusan : Lintas Jalur S-1 Teknik Sipil
Dosen Pembimbing 1 : Dr.Ir.Edijatno,CES.,DEA
Dosen Pembimbing 2 : Ir.Bahmid Tohary,M.Eng

Abstrak :

Genangan akibat luapan air hujan merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi pada wilayah perkotaan, termasuk Kota Purwodadi. Daerah yang sering mengalami genangan yaitu di perumahan dengan ketinggian dan lama genangan yang beraneka ragam. Pembangunan perumahan Griya Petra yang ada di Purwodadi Grobogan merupakan suatu usaha untuk meningkatkan perekonomian di Purwodadi. Perumahan ini merupakan daerah yang dahulunya persawahan kondisi geografisnya rendah dan datar. Saluran Jalan Gajah Mada merupakan saluran buangan air dari kawasan perumahan, dimana saluran ini akan menuju ke sungai Serang.

Untuk mengetahui distribusi curah hujan yang terjadi adalah dengan menggunakan metode analisa distribusi normal, analisa distribusi log pearson type III, dan analisa distribusi gumbel. Setelah itu ketiga metode tersebut diuji dengan metode chi square dan smirnov-kolmogorov. Sedangkan perhitungan intensitas hujan dihitung dengan metode mononobe dan debit rencana dihitung dengan metode rasional. Sedangkan perhitungan fullbank capacity dilakukan dengan persamaan manning.

Dari hasil Analisis evaluasi ini menunjukkan bahwa banjir yang terjadi disebabkan sistem drainase yang tidak berfungsi lagi. Dikarenakan sebagian dimensi saluran yang tidak memadai untuk menampung debit banjir Q_2 tahun Q_5 dan Q_{10} sehingga perlu

dilakukan pelebaran, dan perencanaan ulang sistem jaringan drainase sehingga menghasilkan sistem drainase yang berkelanjutan. Dengan debit ijin keluar Perumahan adalah 0,274 m³/dt, maka direncanakan kolam tampung dimensi 50 m x 50 m dengan kedalaman 1,25 m.

Kata Kunci : Drainase perumahan, Dimensi Saluran, Kolam Tampung

**EVALUATION OF GRIYA PETRA RESIDENCE
DRAINAGE SYSTEM PURWODADI
GROBOGAN REGENCY CENTRAL JAVA**

Name : Alien Fahlevi
NRP : 3114.106.032
Departmen : Civil Engineering FTSP-ITS
Advisor 1: Dr.Ir.Edijatno, CES., DEA
2: Ir.Bahmid Tohary, M.Eng

Abstract:

Inundation by rain water overflow is one of the problems faced in urban areas, including for Purwodadi. Areas that often experience a puddle that is in residential area with diverse heights and long inundation. Petra Griya residential construction in Purwodadi Grobogan is an attempt to boost the economics in Purwodadi. This residential is an area that was formerly paddy field with low and flat geographical conditions. Jalan Gajah Mada waterway is a drain waterway from residential areas, where this waterway will be heading to Serang river.

To determine the distribution of the rainfall is using normal distribution analysis, analysis of log Pearson type III distribution, and analysis of the Gumbel distribution. Three of these methods were tested by chi square method and Kolmogorov-Smirnov. While the calculation of rain intensity is calculated by Mononobe method and discharge plans is calculated by rational method. While the calculation fullbank capacity is done with manning equation.

From the results of this analysis indicate that floods are occurring due to the drainage system not working anymore. As the majority of waterway dimensions are inadequate to contain the flood discharge Q_2 Q_5 and Q_{10} so we need widening and redesign of net drainage system resulting sistem sustainable drainage. With the exit permit debit residential is $0.274 \text{ m}^3 / \text{s}$,

then the planned reservoir dimensions 50m x 50 m with a depth of 1.25 m.

Keywords: Residential Drainage, Waterway Dimension, Reservoir

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **”EVALUASI SISTEM DRAINASE PERUMAHAN GRIYA PETRA KOTA PURWODADI KABUPATEN GROBOGAN JAWA TENGAH”** seperti yang diharapkan. Tugas Akhir ini disusun penulis dalam rangka memenuhi salah satu syarat kelulusan Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITS.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan penulis agar dimasa yang akan datang menjadi lebih baik.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, dukungan dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat yang besar penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada :

1. Allah SWT yang memberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Orang Tua dan seluruh keluarga yang selalu memberikan motivasi, dukungan dan doa sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
3. Dr.Ir.Edijatno,CES.,DEA dan Ir.Bahmid Tohary,M.Eng selaku dosen pembimbing yang dengan sepenuh hati membimbing dan membantu memberikan arahan dan saran yang berharga dalam penyelesaian penulisan Tugas Akhir ini.
4. Terima kasih pada Anak anak kontrakan kandang belajar yang sudah banyak membantu.
5. Teman-teman seperjuangan dari Teknik Sipil Lintas Jalur ITS yang telah banyak membantu, memberikan motivasi dan kerjasamanya selama bersama-sama kuliah di ITS.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga dalam Tugas Akhir ini memberikan manfaat bagi siapa saja.

Surabaya, Januari 2017

Alien Fahlevi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penentuan Hujan DAS/Kawasan	7
2.2 Analisis Hidrologi.....	7
2.2.1 Perhitungan Curah Hujan Rata – Rata DAS Kawasan	7
2.2.2 Gambaran Sistem Drainase Perumahan Griya Petra.....	9
2.2.3 Analisis Frekuensi Distribusi Hujan.....	12
2.2.4 Jenis Distribusi Hujan	13
2.2.4.1 Perhitungan Distribusi Normal.....	15
2.2.4.2 Perhitungan Distribusi Gumbel	15
2.2.4.2 Perhitungan Distribusi Log Pearson Tipe III.....	16
2.2.5 Uji Distribusi Data Hujan.....	21
2.2.5.1 Metode Chi Kuadrat	21
2.2.5.2 Metode Smirnov Kolmogorof	23
2.2.6 Debit Banjir Rencana	24
2.2.6.1 Perhitungan Debit Banjir Rencana	25

2.2.6.2	Perhitungan Intensitas Hujan.....	25
2.2.6.3	Waktu Konsentrasi (t_c)	26
2.2.6.4	Koefisien Pengaliran (C)	27
2.3	Analisis Hidrolika	29
2.3.1	Kapasitas Saluran	29
2.3.2	Perhitungan Kecepatan Aliran.....	29
2.3.3	Tinggi Jagaan	31
2.3.4	Kolam Tampung.....	32
2.3.4.1	Analisis Kolam Tampung.....	32
2.3.4.2	Pompa Air.....	33
 BAB III METODOLOGI		
3.1	Bagan Alir	33
3.2	Studi Literatur.....	33
3.3	Survey Lapangan	33
3.4	Pengumpulan Data.....	35
3.5	Tahap Analisa.....	35
3.6	Kesimpulan.....	36
 BAB IV ANALISIS PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN		
4.1	Analisis Data Hidrologi	37
4.1.1	Analisis DAS Kawasan	37
4.1.2	Analisis Curah Hujan Rata-Rata DAS/Kawasan	38
4.1.3	Analisis Frekuensi Distribusi Hujan.....	39
4.1.3.1	Metode Distribusi Log Pearson Tipe III.....	41
4.1.3.2	Metode Distribusi Gumbel	43
4.1.4	Uji Kecocokan Distribusi Probabilitas	46
4.1.4.1	Uji Frekuensi Distribusi dengan Metode LogChi Kuadrat.....	46
4.1.4.2	Uji Distribusi dengan Metode Smirnov Kolmogorov.....	50
4.1.4.3	Kesimpulan Analisa Frekuensi.....	54
4.1.4.4	Perhitungan Curah Hujan Periode Ulang	54

4.1.5 Analisis Debit Banjir Rencana	55
4.1.5.1 Koefisien Pengaliran (C)	55
4.1.5.2 Perhitungan Waktu Konsentrasi	56
4.1.5.3 Perhitungan t_0 , t_c dan t_f	56
4.1.5.4 Intensitas Hujan Rencana	57
4.1.5.5 Perhitungan Debit Banjir Rencana	58
4.2 Analisis Hidrolika.....	58
4.2.1 Evaluasi dimensi saluran pada kawasan Perumahan	58
4.2.2 Perhitungan dimensi kawasan Glugu	59
4.3 Analisis Kolam Tampung.....	62
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	67

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN – LAMPIRAN BIODATA PENULIS

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi Studi.....	1
Gambar 1.2	Peta Batas Lokasi Studi.....	4
Gambar 1.3	Layout Perumahan	5
Gambar 2.1	Lokasi Perumahan Griya Petra Sub DAS Kawasan Glugu DAS kali Serang	8
Gambar 2.2	Lokasi Perumahan Griya Petra Sub DAS Kawasan Glugu DAS kali Serang	9
Gambar 2.3	Arah Aliran Drainase Perumahan Griya Petra	10
Gambar 2,4	Penampang Persegi	30
Gambar 2.5	Hidrograf Rasional Kolam Tampung $T_d = T_c$	32
Gambar 2.6	Hidrograf Rasional Kolam Tampung $T_d > T_c$	33
Gambar 3.1	Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir I	36
Gambar 4.1	Lokasi Perumahan Griya Petra Sub DAS Kawasan Glugu DAS kali Serang	39
Gambar 4.2	Lokasi Perumahan Griya Petra Sub DAS Kawasan Glugu DAS kali Serang	40
Gambar 4.3	Lokasi Perencanaan Kolam Tampung.....	65
Gambar 4.4	Grafik Hidrograf SP63-64.....	67
Gambar 4.5	Grafik Hidrograf Saluran LP.....	67
Gambar 4.6	Grafik Hidrograf inflow Kolam Tampung... ..	68
Gambar 4.7	Volume Kolam Tampung kondisi $t_d = 2$ jam.	70
Gambar 4,8	Volume Tampungan dan Pompa	72

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Distribusi Frekuensi	14
Tabel 2.2	<i>Reduced Mean</i> (Yn)	17
Tabel 2.3	<i>Reduced Standard Deviation</i> (Sn)	18
Tabel 2.4	<i>Reduced Variate</i> (Yt)	19
Tabel 2.5	Nilai K_L Distribusi Log-Pearson Tipe III.....	19
Tabel 2.6	Interprestasi hasil Tes Chi-Kuadrat (X^2)	22
Tabel 2.7	Nilai Kritis untuk uji Smirnov Kolmogorof.....	24
Tabel 2.8	Koefisien Pengaliran (C)	25
Tabel 2.9	Koefisien Hambatan (nd).....	27
Tabel 2.10	Koefisien Manning	30
Tabel 2.11	Tinggi Jagaan Berdasarkan Jenis Saluran.....	32
Tabel 4.1	Data Curah Hujan harian maksimum Tahunan	40
Tabel 4.2	Perhitungan Parameter Statistik	41
Tabel 4.3	Perhitungan Metode Log Pearson Tipe III.....	43
Tabel 4.4	Perhitungan Distribusi Gumbel	45
Tabel 4.5	Pemilihan Distribusi yang sesuai	47
Tabel 4.6	Variabel Reduksi Koefisien (k)	49
Tabel 4.7	Perhitungan Uji Chi Chi Kuadrat.....	50
Tabel 4.8	Batas Sub Kelompok Chi Kuadrat.....	51
Tabel 4.9	Wailayah luas dibawah Kurva Normal	52
Tabel 4.10	Nilai Kritis Do Uji Smirnov Kolmogorof.....	56
Tabel 4.11	Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov Log Pearson Tipe III	56
Tabel 4.12	Kesimpulan Uji Kecocokan Chi Kuadrat dan Uji Smirnov Kolmogorov	58
Tabel 4.13	Perhitungan Curah Hujan Periode Ulang.....	59
Tabel 4.14	Perhitungan Dimensi.....	66

“Halaman ini sengaja dikosongan”

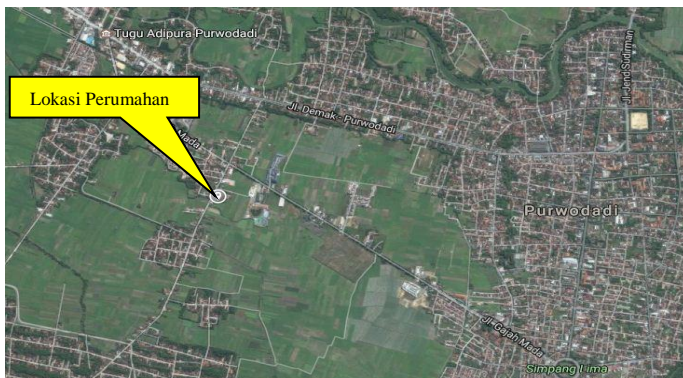
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam pembangunan kawasan perumahan sistem drainase merupakan aspek yang tidak dapat dipisahkan dari perencanaan bangunan konstruksi sipil. Banyak faktor yang mempengaruhi dalam perencanaan sistem drainase perumahan, antara lain, intensitas curah hujan, topografi dan lain-lain. Perencanaan drainase perumahan merupakan faktor yang harus dipertimbangkan dalam pembangunan suatu kawasan perumahan disamping merencanakan struktur bangunannya. Drainase perumahan merupakan prasarana yang intinya berfungsi untuk mengalirkan debit air hujan yang mengalir pada kawasan tersebut tanpa luapan dan genangan.

Masalah banjir atau genangan terjadi di kompleks perumahan Griya Petra yang terletak di kecamatan Purwodadi Kabupaten Grobogan seperti ditunjukkan dalam gambar 1.1.



Gambar 1.1 Lokasi Studi Perumahan Griya Petra
Kecamatan Purwodadi Kabupaten Grobogan

Dalam perkembangannya kawasan perumahan ini, ada beberapa permasalahan, salah satunya genangan setiap musim penghujan yang disebabkan oleh saluran drainase yang sudah tidak mampu menampung debit limpasan hujan.

Pada tahun 2014 banjir yang menggenangi pemukiman ini dirasa meresahkan, dikarenakan hujan yang deras dan saluran yang tidak bisa berjalan sesuai fungsinya, sehingga air yang seharusnya mengalir ke saluran drainase Gajah Mada tidak dapat mengalir dengan baik. Tinggi genangan tersebut berkisar 15-20 cm dengan lama genangan 2-3 jam. Kawasan perumahan ini dulunya merupakan daerah persawahan yang kondisi geografisnya rendah dan datar, seiring berjalannya waktu perkembangan di wilayah ini semakin padat dengan menjadikan areal persawahan menjadi pemukiman.

Dari uraian tersebut di atas maka penulis akan melakukan penelitian atas kejadian genangan banjir yang ada pada kawasan perumahan tersebut di atas dengan judul tugas akhir Evaluasi Sistem Drainase Perumahan Griya Petra Kota Purwodadi Kabupaten Grobogan Jawa Tengah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di uraikan di atas, maka permasalahan yang dapat dirumuskan pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana besarnya debit banjir yang menyebabkan genangan pada kawasan perumahan Griya Petra ?
2. Bagaimana dimensi saluran yang ada pada sistem drainase saluran Perumahan Griya Petra?
3. Bagaimana yang harus dilakukan untuk menanggulangi genangan yang terjadi?

1.3 Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung besarnya debit banjir yang menyebabkan genangan pada kawasan Perumahan Griya Petra.
2. Menghitung kapasitas dan dimensi saluran yang ada pada sistem drainase perumahan Griya Petra
3. Mengusulkan pemecahan masalah agar tidak terjadi genangan di perumahan Griya Petra.

1.4 Manfaat

1. Memberikan usulan pemecahan masalah genangan yang terjadi pada kawasan perumahan Griya Petra Purwodadi Kabupaten Grobogan Kepada Pengelola
2. Bagi penulis dapat tambahan ilmu dengan wawasan khususnya pemecahan masalah genangan banjir pada kawasan perumahan Griya Petra.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Pengaruh sedimentasi tidak di perhitungkan.
2. Limbah rumah tangga tidak diperhitungkan.
3. Tidak memperhitungkan anggaran biaya.

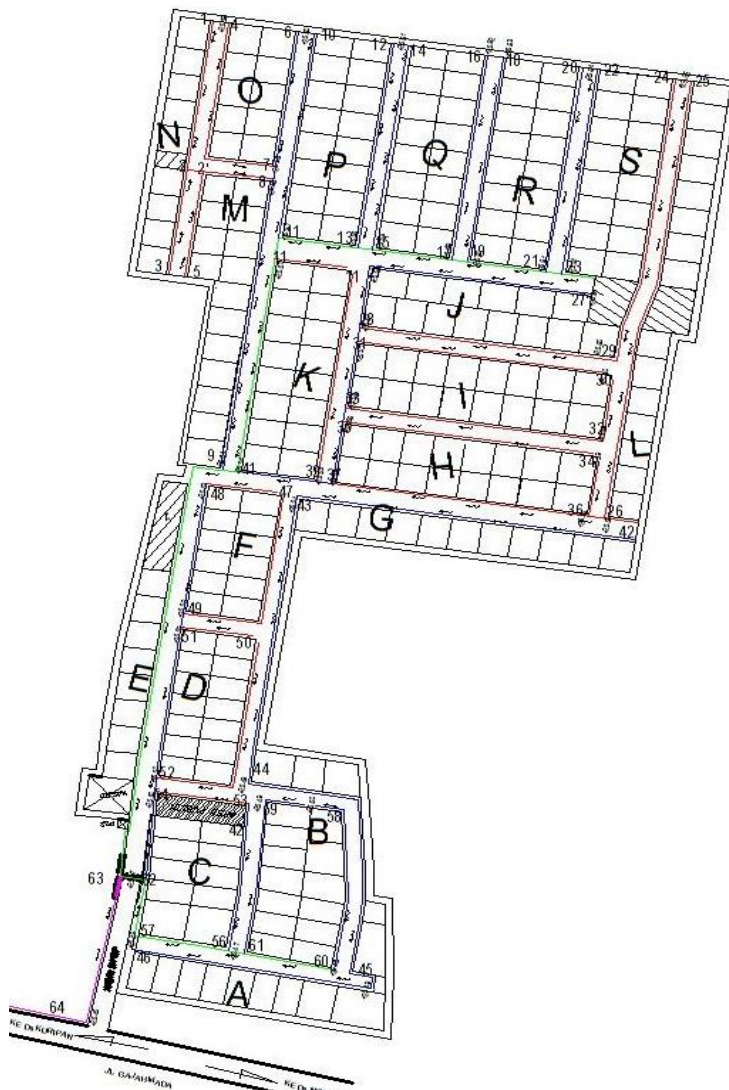
1.6 Lokasi

Lokasi Studi dibatasi dengan batas – batas sebagai berikut seperti ditunjukkan dalam gambar 1.2

Sebelah Utara : Desa Kuripan
Sebelah Selatan : Desa Ngembak
Sebelah Barat : Jalan Gajah Mada
Sebelah Timur : Area Persawahan



Gambar. 1.2 Batas Lokasi Studi Perumahan Griya Petra
Kecamatan Purwodadi Kabupaten Grobogan



Gambar 1.3 Sistem Drainase Perumahan Griya Petra

“Halaman Ini Sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Pustaka disini dimaksudkan adalah segala refrensi, istilah rumusan yang terkait dengan studi tugas akhir ini seperti akan dijelaskan dalam uraian berikut.

2.1 Penentuan Hujan DAS/Kawasan

Dalam tugas akhir ini penentuan hujan kawasan dihitung dari data hujan dari beberapa stasiun penakar hujan yang ada di kawasan tersebut. Hal ini disebabkan karena tidak tersedianya data debit.

2.2 Analisis Hidrologi

Dalam analisis hidrologi ini akan dilakukan perhitungan yang bertujuan untuk mengolah data hujan menjadi debit rencana dengan periode ulang tertentu, seperti yang akan dijelaskan dalam uraian berikut.

2.2.1 Perhitungan Curah Hujan Rata – Rata DAS/Kawasan

Dalam penentuan curah hujan rata-rata DAS/kawasan data hujan yang diperoleh dari stasiun pencatat atau penakar akan dihitung dengan beberapa metode. Dalam tugas akhir ini menggunakan metode aritmatik. Data curah hujan yang digunakan berdasarkan data dari stasiun hujan yang berpengaruh pada lokasi Studi. Adapun data curah hujan yang diperoleh adalah data curah hujan selama 20 tahun terakhir.

1. Metode rata-rata Aritmatik

Metode ini yang paling sederhana dalam perhitungan curah hujan rata-rata DAS . Metode ini cocok untuk kawasan dengan topografi rata atau datar.

Rumus :

$$R = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n) \dots\dots\dots (2.1)$$

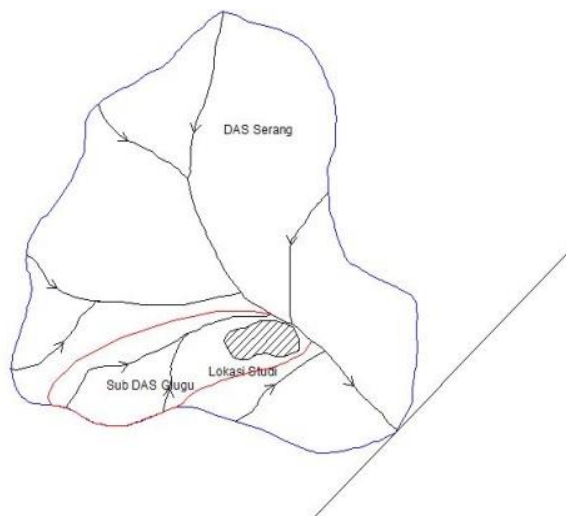
Keterangan :

- R : Curah hujan rata-rata DAS (mm/hari)
 n : Jumlah stasiun yang digunakan
 $R_1 + R_2 + R_3 + R_n$: Curah hujan rerata tahunan di tiap stasiun penakar hujan (mm)

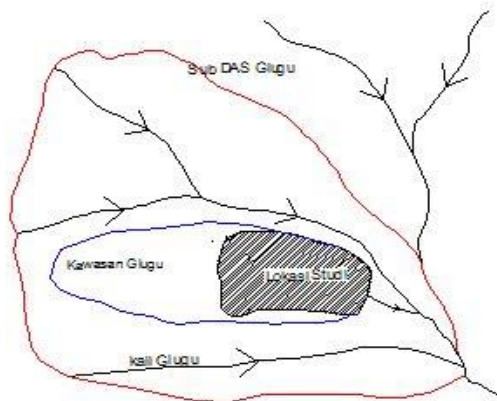
2.2.2 Gambaran Sistem Drainase Perumahan Griya Petra

Kawasan Perumahan Griya Petra Berada di Kecamatan Purwodadi Kabupaten Grobogan dan masuk dalam kawasan Glugu Sub DAS kali Glugu dan DAS kali Serang, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2 dan 2.3. Adapun luasan masing – masing, seperti dalam rincian berikut :

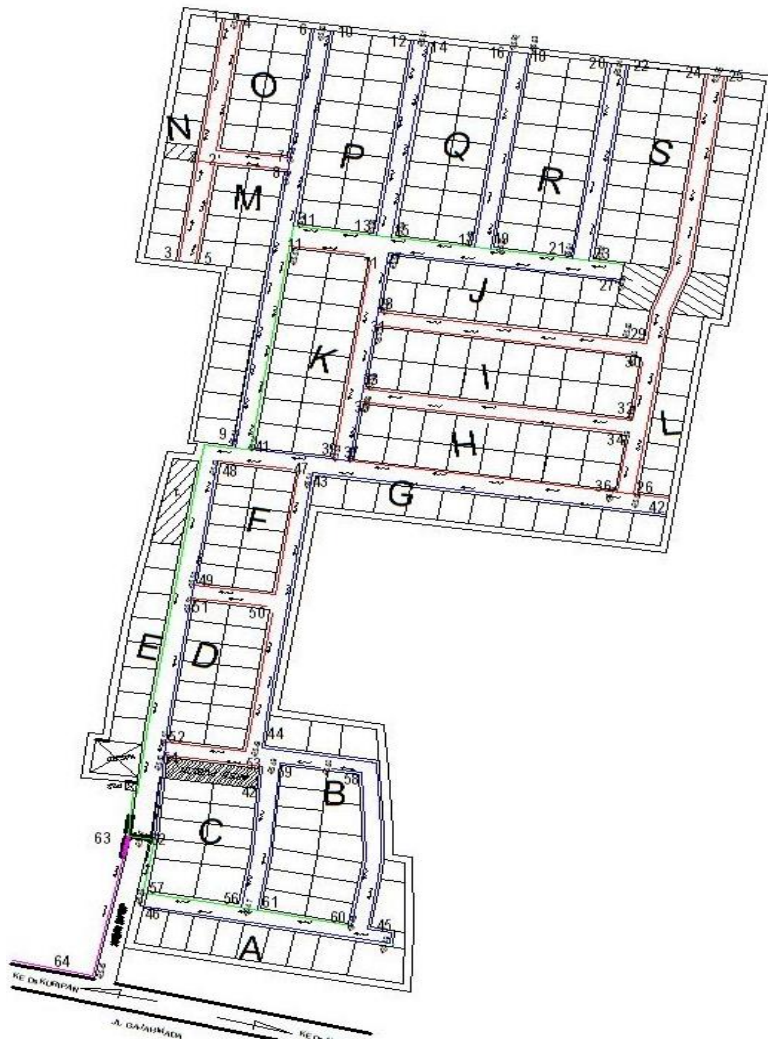
1. Kawasan Glugu : 0,10 km²
2. Sub DAS : 35 km²
3. DAS Serang : 140,98 km²



Gambar 2.1 Lokasi Perumahan Griya Petra pada Kawasan sub DAS Glugu, DAS kali Serang



Gambar 2.2 Lokasi Perumahan Griya Petra pada Kawasan sub DAS Glugu, DAS kali Serang



Gambar 2.3 Arah Aliran Drainase Perumahan Griya Petra

2.2.3 Analisis Frekuensi Distribusi Hujan

Dari perhitungan curah hujan rata-rata DAS, selanjutnya dianalisis secara statistik untuk mendapatkan pola sebaran data curah hujan yang sesuai dengan pola sebaran data curah hujan rata-rata. Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Deviasi Standar (Sd):

Rumus :

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

Keterangan :

Sd : Standart Deviasi

Xi : Nilai varian ke i

\bar{X} : Nilai rata-rata varian

n : Jumlah data

2. Koefisien *Skewness* (Cs)

Kemencengan (*skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan dari suatu bentuk distribusi.

Rumus :

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

Keterangan :

n : jumlah data

Xi : Nilai varian ke i

\bar{X} : Nilai rata-rata varian

Cs : Koefisien *Skewness*

Sd : Standart Deviasi

3. Koefisien *Kurtosis* (Cs)

Pengukuran Kurtosis dimaksud untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal.

Rumus :

$$Ck = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

Ck : Koefisien Kurtosis

Xi : Nilai varian ke i

\bar{X} : Nilai rata-rata varian

n : Jumlah data

Sd : Standart Deviasi

4. Koefisien Variasi (Cv)

Koefisien Variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata – rata hitung suatu distribusi.

Rumus :

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

Cv : Koefisien variasi

\bar{X} : Nilai rata-rata hujan

Sd : Standart Deviasi

2.2.4 Jenis Distribusi Data Hujan

Untuk jenis distribusi data hujan, ada beberapa macam distribusi yang sering dipakai dalam perhitungan seperti dalam urutan berikut:

1. Distribusi Normal

Distribusi normal dalam analisis hidrologi distribusi normal sering digunakan untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi curah hujan tahunan, debit rata-rata tahunan.

2. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel atau Distribusi Ekstrim Tipe I digunakan untuk analisis data maksimum, misalnya untuk analisis frekuensi banjir.

3. Distribusi Log Pearson Tipe III

Distribusi Log Pearson Tipe III digunakan untuk analisis hidrologi dengan nilai varian minimum misalnya analisis frekuensi distribusi dari debit minimum (*low flows*). Distribusi Log Pearson Tipe III digunakan apabila nilai C_s tidak memenuhi untuk Distribusi Gumbel maupun Distribusi Normal.

Tabel 2.1 Distribusi Frekuensi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Normal	$C_s = 0$
		$C_k = 3$
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$
		$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
3	Gumbel	$C_s = 1,14$
		$C_k = 5,4$
4	log pearson III	Selain dari nilai diatas/flexibel

Sumber : Soewarno, 1995

2.2.4.1 Perhitungan Distribusi Normal

Perhitungan curah hujan rencana menurut Metode Distribusi Normal, mempunyai perumusan sebagai berikut:

$$X_{Tr} = \bar{X} + k.S \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

X_{Tr} : Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang tertentu

\bar{X} : Nilai rata-rata hitung variat

Sd : Standar deviasi nilai variat

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

2.2.4.2 Perhitungan Distribusi Gumbel

Langkah-langkah perhitungan curah hujan rencana dengan Metode Gumbel langkah perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan standar deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (Xi - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.8)$$

(Loebis, 1984)

Keterangan :

Sd : Standart Deviasi

X_i : Nilai varian ke i

\bar{X} : Nilai rata-rata varian

n : Jumlah data

2. Perhitungan nilai faktor frekuensi (K)

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2.9)$$

(Loebis, 1984)

Keterangan :

K : Faktor frekuensi

Y_n : Harga rata – rata *reduce variate* (Tabel 2.2)

S_n : Reduced standard deviation (Tabel 2.3)

Y_t : Reduced variated (Tabel 2.4)

3. Perhitungan hujan rencana periode ulang T tahun

$$X_{tr} = X_r + (K \cdot S_d) \dots\dots\dots (2.10)$$

(Loebis, 1984)

Keterangan :

X_{tr} : Hujan dengan periode ulang tertentu (tahunan)

X_r : Harga rata – rata hujan harian (mm/hari)

K : Faktor Frekuensi

S_d : Standar deviasi

4. Perhitung harga faktor periode ulang Y_t

$$Y_t = -\ln \cdot \ln \left(\frac{Tr}{Tr-1} \right) \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

Tr = Periode Ulang (tahun)

Selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 2.4

2.2.4.3 Perhitungan Distribusi Log Pearson Tipe III

Perhitungan curah Hujan Rencana menurut Metode Log Pearson Tipe III, Mempunyai Langkah-langkah perumusan sebagai berikut:

1. Ubah data ke dalam kebentuk logaritma

$$X = \text{Log } X \dots\dots\dots (2.12)$$

2. Menghitung harga rata-rata

$$\overline{\text{Log } x} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } x_i}{n} \dots\dots\dots (2.13)$$

3. Menghitung harga Standart Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.14)$$

4. Menghitung koefisien kemencengan (*skewness*)

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)(S_d)^3} \dots\dots\dots(2.15)$$

5. Menghitung logaritma data curah hujan dengan periode ulang T dengan rumus berikut:

$$\log x = \log \bar{x} + K_L \cdot S_d \dots\dots\dots(2.16)$$

Keterangan:

Log x : perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang tahunan tertentu

$\overline{\log x}$: nilai rata-rata hitung varian

Sd : Standar Deviasi nilai varian

K_L : factor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang, seperti Tabel 2.5

Besarnya nilai Sn, Yn, dan Yt dapat dilihat dalam Tabel 2.2; 2.3; 2.4

Tabel 2.2 Reduced mean (Yn)

N	Yn	N	Yn	n	Yn	n	Yn	n	Yn
10	0,4952	29	0,5353	48	0,5477	67	0,554	86	0,558
11	0,4996	30	0,5362	49	0,5481	68	0,5543	87	0,5581
12	0,5035	31	0,5371	50	0,5485	69	0,5545	88	0,5583
13	0,507	32	0,538	51	0,5489	70	0,5548	89	0,5585

Lanjutan Tabel 2.2									
N	Y _n	N	Y _n	n	Y _n	n	Y _n	n	Y _n
14	0,51	33	0,5388	52	0,5493	71	0,555	90	0,5586
15	0,5128	34	0,5396	53	0,5497	72	0,5552	91	0,5587
16	0,5157	35	0,5403	54	0,5501	73	0,5555	92	0,5589
17	0,5181	36	0,541	55	0,5504	74	0,5557	93	0,5591
18	0,5202	37	0,5418	56	0,5508	75	0,5559	94	0,5592
19	0,522	38	0,5424	57	0,5511	76	0,5561	95	0,5593
20	0,5236	39	0,5436	58	0,5515	77	0,5563	96	0,5595
21	0,5252	40	0,5436	59	0,5518	78	0,5565	97	0,5596
22	0,5268	41	0,5442	60	0,5521	79	0,5567	98	0,5598
23	0,5283	42	0,5448	61	0,5524	80	0,5569	99	0,5599
24	0,5296	43	0,5453	62	0,5527	81	0,557	100	0,56
25	0,5309	44	0,5458	63	0,553	82	0,5572		
26	0,532	45	0,5463	64	0,5533	83	0,5574		
27	0,5332	46	0,5468	65	0,5535	84	0,5576		
28	0,5343	47	0,5473	66	0,5538	85	0,5578		

Sumber Soewarno, 1995

Tabel 2.3 Harga *Reduced Deviation* (S_n)

N	S _n	N	S _n	n	S _n	n	S _n	n	S _n
10	0,9496	29	1,108	48	1,1574	67	1,1824	86	1,198
11	0,9676	30	1,1124	49	1,159	68	1,1834	87	1,1987
12	0,9833	31	1,1159	50	1,1607	69	1,1844	88	1,1994
13	1,9971	32	1,1193	51	1,1623	70	1,1854	89	1,2001
14	1,0095	33	1,1226	52	1,1638	71	1,1863	90	1,2007
15	1,0206	34	1,1255	53	1,1658	72	1,1873	91	1,2013

16	1,0316	35	1,1285	54	1,1667	73	1,1881	92	1,202
17	1,0411	36	1,1313	55	1,1681	74	1,189	93	1,2026
18	1,0493	37	1,1339	56	1,1696	75	1,1898	94	1,2032
19	1,0565	38	1,1363	57	1,1708	76	1,1906	95	1,2038
20	1,0628	39	1,1388	58	1,1721	77	1,1915	96	1,2044
21	1,0696	40	1,1413	59	1,1743	78	1,1923	97	1,2049
22	1,0754	41	1,1436	60	1,1747	79	1,193	98	1,2055
23	1,0811	42	1,1458	61	1,1759	80	1,1983	99	1,206
24	1,0864	43	1,148	62	1,177	81	1,1945	100	1,2065
25	1,0915	44	1,1499	63	1,1782	82	1,1953		
26	1,0961	45	1,1519	64	1,1793	83	1,1959		
27	1,1004	46	1,1538	65	1,1803	84	1,1967		
28	1,1047	47	1,1557	66	1,1814	85	1,1973		

Sumber Soewarno, 1995

Tabel 2.4 *Reduced variate (Yt)*

Periode Ulang Tr (tahun)	<i>Reduced Variate Ytr</i>	Periode Ulang Tr (tahun)	<i>Reduced Variate Ytr</i>
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

Sumber Soewarno, 1995

Tabel 2.5 Nilai K_L 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	0,400	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	-0,360	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	3,185
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	1,995	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	0,711	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

2.2.5 Uji Distribusi Data Hujan

Uji distribusi data hujan ada dua jenis uji yang akan dipakai pada studi ini, yaitu uji Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorof berikut:

2.2.5.1 Metode Chi - Kuadrat

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

$$X^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan:

X^2 : Harga Chi-Kuadrat

G : Jumlah Kelas

O_i : Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

E_i : Frekuensi yang diharapkan sesuai pembagian kelasnya.

Jumlah kelas distribusi dihitung dengan persamaan Sturges:

$$G = 1 + 3,332 \log n \dots\dots\dots (2.18)$$

Keterangan :

G : jumlah kelas

n : jumlah data

Derajat Kebebasan (DK)

$$Dk = G - (P+1) \dots\dots\dots (2.19)$$

Prosedur Uji Chi-Kuarat adalah:

1. Urutkan data pengamatan (dari 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 tiap-tiap sub grup;
4. Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i ;
5. Tiap-tiap sub grup dihitung nilai $(O_i - E_i)^2$ dan $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
6. Jumlah seluruh G sub grup nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai Chi-Kuadrat hitung;
7. Tentukan derajat kebebasan $Dk = G - (P+1)$ (nilai P banyaknya parameter , untuk uji Chi Kuadrat adalah 2)

Interprestasi hasil uji adalah sebagai berikut:

1. Apabila peluang lebih dari 5%, maka persmaan distribusi yang digunakan dapat diterima.
2. Apabila peluang kurang dari 1%, maka persamaan distribusi yang digunakan tidak dapat diterima.
3. Apabila peluang berada diantara 1-5%, maka tidak mungkin mengambil keputusan, misal perlu tambahan data.

Untuk melihat Interpretasi hasil Tes Chi-Kuadrat dapat melihat Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Interpretasi hasil Tes Chi-kuadrat (X^2)

Degrees of Freedom	Probability of a Deviation Greter then X^2				
	0,2	0,1	0,05	0,01	0,001
1	1,642	2,706	3,841	6,635	10,827
2	3,129	4,605	5,991	9,21	13,815
3	4,642	6,251	7,815	11,345	16,268
4	5,989	7,779	9,488	13,277	18,465
5	7,274	9,212	11,04	15,045	20,507
6	8,558	10,645	12,592	16,812	22,548
7	9,803	12,017	14,047	18,475	24,322
8	11,03	13,362	15,507	20,09	26,125
9	12,242	14,684	16,919	21,666	27,877
10	13,442	15,987	18,307	23,209	29,588
11	14,631	17,275	19,675	24,725	31,264
12	15,812	18,546	21,026	26,217	32,909
13	16,985	19,812	22,362	27,688	34,528
14	18,151	21,064	23,685	29,141	36,123
15	19,311	22,307	24,996	30,548	37,697
16	20,465	23,542	26,296	32	39,252
17	21,615	24,769	27,587	33,469	40,79
18	22,76	25,98	28,869	34,805	42,312
19	23,9	27,204	30,144	36,191	43,82
20	25,038	28,412	31,41	37,566	45,315

Sumber : Suripin, 2004

2.2.5.2 Metode Smirnov Kolmogorof

Uji Smirnov Kolmogorof sering juga disebut uji kecocokan non parametik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Dari hasil analisa distribusi digunakan distribusi Log Pearson Tipe III. Contoh perhitungannya sebagai berikut :

1. Mengurutkan data curah hujan (mm) dari besar ke kecil.

2. Mencari nilai $P(X) = \frac{m}{n+1}$, Keterangan:

m : rangking data

n : jumlah data

3. Mencari nilai $P(X<) = 1 - P(X)$

4. Mencari nilai $f(t) = \frac{\text{Log } X - (\text{log } \bar{x})}{s_d}$, Keterangan:

$\text{Log } X - \overline{\text{log } \bar{X}}$ = Pertahun

Sd : Standart Deviasi

5. Mencari nilai $P'(X<)$ didapat dari tabel 4.9

6. Mencari nilai $P'(X) = 1 - P'(X<)$

7. Mencari nilai $D = P'(X<) - P'(X)$

Tabel 2.7. Nilai Kritis untuk uji Smirnov Kolmogorof

n	Derajat Kepercayaan (6)			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,4
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	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
N > 50	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Sumber : Suripin, 2004

2.2.6 Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit terbesar yang kemungkinan akan terjadi pada periode ulang yang direncanakan. Besarnya debit banjir rencana tergantung dari tinggi hujan rencana dengan periode ulang yang direncanakan, sehingga debit banjir rencana dengan hujan rencana mempunyai periode ulang yang sama.

2.2.6.1 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana ialah besarnya debit banjir yang digunakan sebagai dasar merencanakan pengamanan bahaya banjir pada suatu kawasan. Untuk kawasan kecil seperti perumahan Griya Petra untuk menghitung debit banjir rencana menggunakan metode rasional :

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots (2.20)$$

Keterangan :

- Q : Debit banjir (m^3/dt)
- C : Koefisien pengaliran
- I : Intensitas hujan (mm/jam)
- A : Luas DAS (km^2)

2.2.6.2 Koefisien pengaliran (C)

Koefisien pengaliran merupakan perbandingan antara jumlah air yang mengalir di suatu daerah akibat turunnya hujan, dengan jumlah hujan yang turun di daerah tersebut. Koefisien pengaliran di suatu daerah dapat di pengaruhi beberapa faktor yaitu kondisi hujan, lahan dan bentuk daerah pengaliran, kemiringan daerah aliran dan kemiringan dasar sungai, daya infiltrasi dan perkolasi tanah, kebebasan tanah, suhu, angin, evaporasi dan tata guna lahan.

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

$$C_{\text{rata-rata}} = \frac{\sum A_i C_i}{\sum A} \dots\dots\dots(2.25)$$

Keterangan :

C_i : koefisien pengaliran masing-masing area

A_i : Luas bagian Daerah masing-masing area

Selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8. Koefisien pengaliran C

<i>Komponen lahan</i>	<i>Koefisien C (%)</i>
Jalan : - aspal	70 - 95
- beton	80 - 95
- bata/paving	50 - 70
Atap	75 - 95
Lahan berumput:	
- tanah berpasir, - landai (2%)	5 - 10
- curam (7%)	15 - 20
- tanah berat, - landai (2%)	13 - 17
- curam (7%)	25 - 35
Untuk Amerika Utara, harga secara keseluruhan :	
	<i>Koefisien pengaliran total</i>
<i>Lahan</i>	<i>C (%)</i>
Daerah perdagangan - penting, padat	70 - 95
- kurang padat	50 - 70
<i>Komponen lahan</i>	<i>Koefisien C (%)</i>
Area permukiman :	
- perumahan tunggal	30 - 50
- perumahan kopel berjauhan	40 - 60
- perumahan kopel berdekatan	60 - 75
- perumahan pinggir kota	25 - 40

- apartemen	50 - 70
Area industri :	
- ringan	50 - 80
- berat	60 - 90
Taman dan makam	10 - 25
Taman bermain	20 - 35
Lahan kosong/terlantar	10 - 30
Tanah Pertanian	30 - 60

Sumber: McGuen, 1989 dalam Suripin, 2004

2.2.6.3 Perhitungan Intensitas Hujan (I)

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung, intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Seandainya data hujan yang diketahui hanya hujan harian, maka oleh Mononobe dirumuskan sebagai berikut:

Rumus Mononobe:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \cdot \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}} \dots \dots \dots (2.21)$$

Keterangan :

R_{24} : Curah hujan harian (mm)

I : Intensitas hujan (mm/jam)

t_c : Waktu konsentrasi hujan (jam)

2.2.6.4 Waktu konsentrasi (t_c)

Waktu konsentrasi t_c didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan oleh titik air untuk mengalir dari tempat hidrolis terjauh di daerah alirannya ke suatu titik yang ditinjau (*inlet*), dengan pengertian pada saat itu seluruh aliran memberikan kontribusi aliran di titik tersebut. Dalam penyelesaian tugas akhir ini waktu konsentrasi dihitung dengan rumus di bawah ini:

$$t_c = t_o + t_f \dots\dots\dots(2.22)$$

Keterangan :

t_o : waktu yang dibutuhkan untuk mengalir di permukaan untuk mencapai *inlet*

t_f : waktu yang diperlukan untuk mengalir di sepanjang saluran mencapai outlet

1. Perhitungan t_o

- a. Perumusan yang umum untuk menghitung t_o

Rumus Kerby (1959)

$$t_o = 1,44 \cdot \left[n_d \times \frac{l_o}{\sqrt{s}} \right]^{0,467} \dots\dots\dots(2.23)$$

Keterangan:

l_o : jarak titik terjauh ke *inlet* (m)

n_d : koefisien setara koefisien kekasaran (dapat dilihat di Tabel 2.8)

s : kemiringan medan

Tabel 2.9 Harga koefisien hambatan, n_d

Jenis Permukaan	n_d
Lapisan Semen dan aspal beton	0.013
Permukaan Licin dan Kedap Air	0.02
Permukaan Licin dan Kokoh	0.10
Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,20
Padang rumput dan Rerumputan	0.40
Hutan Gundul	0.60
Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0.80

Sumber: Fifi Sofia, 2006

Untuk keperluan perhitungan drainase permukaan, harga n_d untuk penutup permukaan yang tidak tercantum pada tabel di atas, dianalogikan dengan harga-harga pada tabel tersebut.

2. Perhitungan t_f :

$$t_f = \frac{L_{\text{saluran}}}{V_{\text{saluran}}} \dots\dots\dots (2.24)$$

Keterangan :

- t_f : waktu konsentrasi di saluran (menit)
 L_{saluran} : panjang saluran (m)
 V_{saluran} : kecepatan aliran di saluran (m/dt)

2.3 Analisis Hidrolika

Pada analisa hidrolika akan dilakukan perhitungan yang bertujuan untuk mengetahui kapasitas saluran yang ada dalam menerima debit rencana.

2.3.1 Kapasitas Saluran

Kapasitas saluran didefinisikan sebagai debit maksimum yang mampu dilewatkan oleh setiap penampang melintang sepanjang saluran. Kapasitas saluran ini digunakan sebagai acuan untuk menyatakan apakah debit yang direncanakan tersebut mampu untuk dialirkan oleh saluran pada kondisi saluran yang ada tanpa terjadi peluapan air.

Kapasitas saluran dihitung berdasarkan rumus:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot A \dots\dots\dots (2.26)$$

Keterangan :

- Q : debit saluran (m^3/dt)
 n : koefisien kekasaran Manning
 R : jari-jari hidrolis saluran(m)
 i : kemiringan saluran
 A : luas penampang basah saluran(m^2)

2.3.2 Perhitungan Kecepatan Aliran

Kapasitas saluran dapat dihitung berdasarkan rumus

manning :

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (2.27)$$

Keterangan :

- V : Kecepatan (m/dt)
- n : Koefisien kekasaran Manning
- R : jari – jari hidrolis
- I : Kemiringan saluran

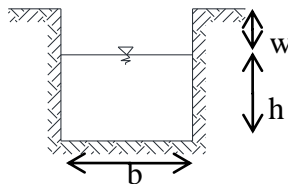
Tabel 2.10 Nilai Koefisien Manning

Tipe saluran	n
Saluran dari pasangan batu tanpa plengsengan	0.025
Saluran dari pasangan batu dengan pasangan	0.015
Saluran dari beton	0.017
Saluran alam dari rumput	0.020
Saluran dari batu	0.025

Sumber : Chow, 1988

Pada tugas akhir ini saluran drainase yang ada berbentuk persegi terbuat dari beton. Rumus-rumus dari penampang saluran tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penampang persegi:



Gambar 2.4 Penampang Persegi

$$A = b \times h \dots\dots\dots (2.28)$$

$$P = b + 2h \dots\dots\dots (2.29)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2.30)$$

Keterangan :

A : Luas Penampang Saluran (m²)

R : Jari – jari Hidrolis (m)

P : Keliling basah saluran (m)

b : Lebar dasar saluran (m)

h : Tinggi air dalam Saluran (m)

w : Tinggi jagaan

2.3.4 Tinggi Jagaan

Tinggi jagaan (W) diperlukan untuk memberikan ruang bebas di atas muka air untuk menampung adanya tambahan debit diluar debit rencana misalnya: gelombang karena angin, terjadinya aliran balik loncatan air, sedimentasi atau peningkatan koefisien kekasaran atau kesalahan operasi bangunan air di saluran. Besarnya tinggi jagaan dapat dilihat dalam Tabel 2.11.

Tabel 2.11 Tinggi jagaan berdasarkan Jenis Saluran

Jenis Saluran	Tinggi Jagaan, W (m)
Saluran-saluran Tersier	0.10-0.20
Saluran-saluran Sekunder	0.20-0.40
Saluran-saluran Primer	0.40-0.60
Sungai-sungai	1.00

Sumber: Fifi Sofia, 2006

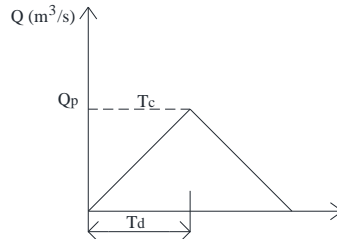
2.4 Kolam Tampung

Kolam tampung direncanakan untuk menampung sementara air hujan dari area Perumahan sebelum dibuang ke saluran pembuang kota di tepi Jalan Gajah Mada. Sehingga adanya tambahan debit akibat adanya perubahan tata guna lahan akibat adanya perumahan tidak terjadi perubahan debit. Dalam perencanaan kolam tampung perlu dilengkapi pintu air dan pompa, untuk mengalirkan air dari kolam tampung ke saluran kota.

2.4.1 Analisis Kolam Tampung

Volume yang didapat dialirkan ke kolam tampung, sedangkan untuk analisis kolam tampung perhitungannya menggunakan cara hidrograf rasional.

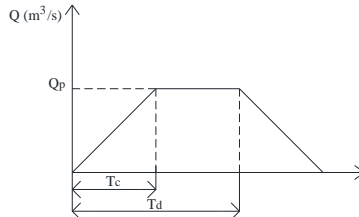
1. Untuk $T_c = T_d$



Gambar 2.5 Hidrograf Rasional Kolam Tampung $T_d = T_c$

Untuk volume limpasan nilainya sama dengan luasan segitiga.

2. Untuk $T_d > T_c$



Gambar 2.6 Hidrograf Rasional Kolam Tampung $T_d > T_c$

Dimana:

Q : debit (m^3/dt)

T_c : waktu konsentrasi

T_d : asumsi lama hujan (lama air ditampung dalam kolam)

Q_p : laju aliran (debit puncak) (m^3/dt)

2.4.2 Pompa Air

Pompa air diperlukan apabila *outflow* tidak dapat mengalir secara gravitasi, atau saat debit limpasan dari hujan terlalu besar dan kolam tampung sudah tidak mampu lagi menampung debit

limpasan dari air hujan. Debit yang keluar atau *outflow* maksimum pada pompa adalah sama dengan kapasitas pompa. Hubungan antara aliran masuk, kapasitas pompa atau aliran keluar, dan kapasitas tampungan dinyatakan dalam persamaan kontinuitas dalam bentuk berikut:

$$Q_i - Q_o = \frac{dV}{dt} \dots\dots\dots (2.32)$$

Dimana:

Q_i = laju aliran masuk (m^3/dt)

Q_o = laju aliran keluar atau kapasitas pompa (m^3/dt)

t = waktu (detik)

V = volume tampungan (m^3)

BAB III

METODOLOGI

3.1 Bagan Alir

Bagan alir adalah rangkaian kegiatan yang akan dilakukan dalam Tugas Akhir ini, yang dimulai dari Studi Pustaka dilanjutkan survey lapangan setelah itu dilakukan pengumpulan data, pengumpulan data disini ada data primer dan data sekunder. Setelah itu dilakukan analisa yaitu analisa Hidrologi dan analisa Hidrolika. Setelah di lakukan analisa, Apabila debit hujan rencana melebihi kapasitas saluran yang ada maka dilakukan pemilihan alternatif yaitu dengan perencanaan ulang kembali. Selanjutnya dapat dilihat dalam gambar 3.1

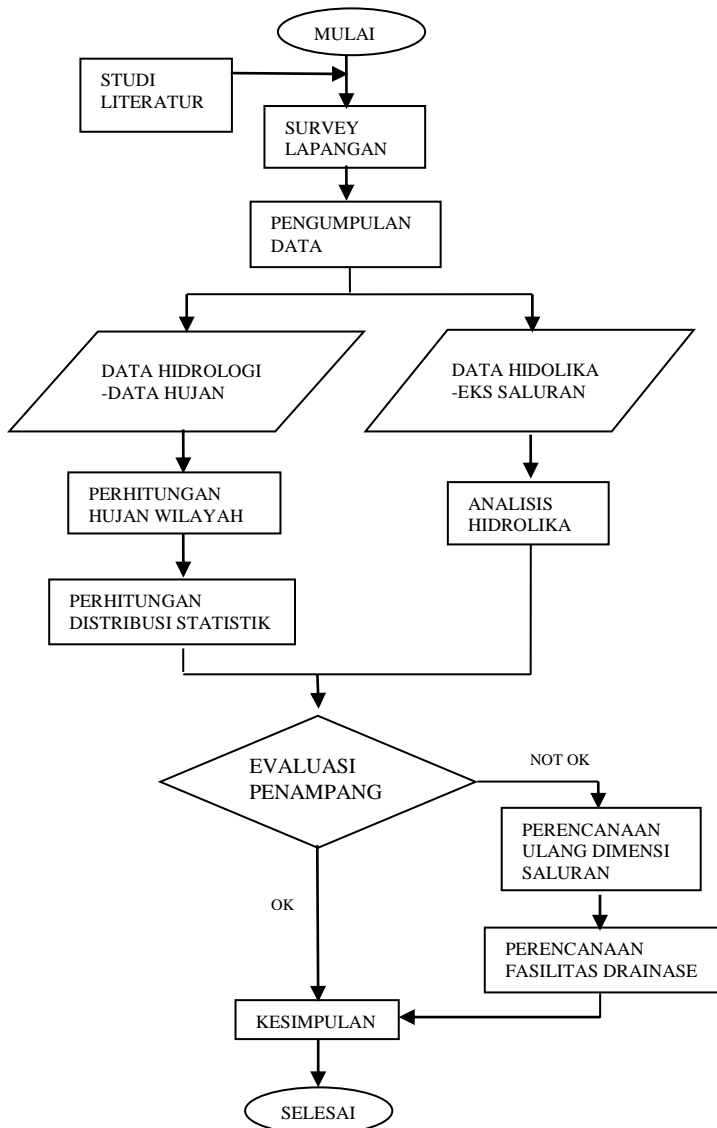
3.2 Studi Literatur

Mencari referensi teori-teori difinisi istilah yang akan digunakan dalam penyusunan tugas akhir. Teori-teori yang diperoleh dari studi kepustakaan, dalam penulisan tugas akhir ini menggunakan literatur dari buku-buku yang berhubungan dengan sistem drainase.

3.3 Survey Lapangan

Survey lapangan dilakukan untuk mengetahui dan mengidentifikasi seluruh permasalahan yang ada dilapangan, untuk mendukung sempurnanya perhitungan dan analisa. Survey lapangan dapat dilakukan dengan cara:

1. Meninjau daerah studi
Hal yang dilakukan untuk mengetahui kondisi sebenarnya daerah yang akan digunakan untuk studi.
2. Wawancara dengan warga sekitar
Langkah ini dilakukan untuk mengetahui lebih jelas dan lengkap mengenai daerah studi.



Gambar 3.1 Diagram Alir Pegerjaan Tugas Akhir

3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data disini dikategorikan menjadi 2 yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data Primer

Data primer didapatkan dari peninjauan langsung di lapangan atau wawancara langsung dengan warga sekitar

2. Data Sekunder

Data sekunder didapatkan tanpa peninjauan langsung di lapangan. Data yang sudah ada dari instansi terkait ini didapatkan melalui perijinan terlebih dahulu, meliputi:

- a. Data Hujan
- b. Peta Topografi
- c. Layout Perumahan

3.5 Tahap Analisa

Untuk mengetahui permasalahan dan melakukan evaluasi terhadap sistem drainase Perumahan Griya Petra perlu dilakukan beberapa analisa sebagai berikut:

1. Analisa Hidrologi

- a. Analisa hujan rata-rata DAS atau Kawasan
 - 1) Analisa distribusi statistik
 - 2) Analisa Uji kecocokan distribusi
 - 3) Analisa hujan Rencana
- b. Analisa debit hidrologi
 - 1) Perhitungan waktu konsentrasi
 - 2) Perhitungan C gabungan
 - 3) Perhitungan Debit Rencana

2. Analisa Hidrolika

- a. Analisa kapasitas saluran yang ada dan analisa kapasitas saluran yang direncanakan.
- b. Perhitungan dimensi saluran dengan memperhatikan debit maksimum yang direncanakan
- c. Penentuan tinggi jagaan dari masing-masing saluran.

3.6 Kesimpulan

Menentukan Solusi dari permasalahan yang terjadi dengan hasil akhir berupa perencanaan sistem drainase dan dimensi saluran yang di dapat dari hasil perhitungan yang telah dilakukan

BAB IV

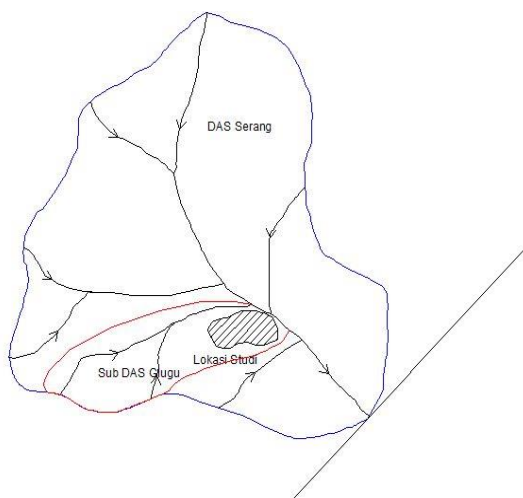
ANALISIS PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data Hidrologi

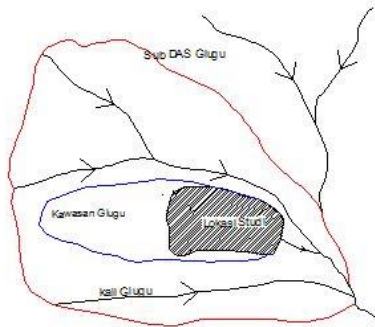
Dalam analisis Data Hidrologi ini akan dilakukan pengolahan data hujan menjadi debit rencana dengan periode ulang tertentu. Hal ini dikarenakan data debit tidak tersedia.

4.1.1 Analisis DAS Kawasan

Kawasan Perumahan Griya Petra masuk dalam kawasan Sub DAS kali Glugu, DAS Serang dan sistem pembuangnya akan mengarah ke kali Lusi, dan bermuara ke kali Serang yang di tunjukkan pada gambar 4.1;4.2



Gambar 4.1 Lokasi Perumahan Griya Petra pada Kawasan Glugu, Sub DAS Glug, DAS kali Serang



Gambar 4.2 Lokasi Perumahan Griya Petra pada Sub DAS Glugu, DAS kali Serang

4.1.2 Analisis Curah Hujan Rata-Rata DAS/Kawasan

Dalam Tugas akhir ini data hujan yang digunakan hanya satu stasiun hujan, yaitu stasiun hujan Nglejok dengan koordinat $7^{\circ}5'55''\text{S}$ $110^{\circ}54'47''\text{E}$. Data yang tersedia adalah 20 tahun. Adapun data yang dipakai dimulai dari tahun 1996 – 2015 seperti Tabel 4.1. Sebelum memilih analisis distribusi yang akan dipakai, dilakukan perhitungan analisis terlebih dahulu pada data yang ada.

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Harian Maksimum (1996 – 2015).

No	Tahun	Tanggal	Rmax	No	Tahun	Tanggal	Rmax
1	1996	02-Feb	110	11	2006	21-Mar	120
2	1997	09-Mar	148	12	2007	26-Feb	97
3	1998	19-Nop	70	13	2008	07-Okt	205
4	1999	16-Okt	91	14	2009	23-Mar	79
5	2000	22-Mar	161	15	2010	19-Feb	87
6	2001	08-Nop	125	16	2011	29-Nop	103

7	2002	25-Mar	91	17	2012	27-Feb	135
8	2003	18-Mar	75	18	2013	26-Mar	78
9	2004	10-Apr	78	19	2014	14-Nop	70
10	2005	05-Apr	83	20	2015	15-Des	108

Sumber : Dinas PU Kota Purwodadi

4.1.3 Analisis Frekuensi Distribusi Hujan

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, ada 3 macam Frekuensi distribusi yang akan di analisa. Dipakai 3 jenis frekuensi distribusi tersebut yang memenuhi persyaratan untuk dipakai dalam menghitung debit hujan, yakni :

1. Frekuensi Distribusi Normal
2. Frekuensi Distribusi Gumbel
3. Frekuensi Distribusi Log Pearson Tipe III

Perhitungan Parameter Dasar Statistik dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perhitungan Parameter Dasar Statistik

No	X_i	$(X_i - X_{rt})$	$(X_i - X_{rt})^2$	$(X_i - X_{rt})^3$	$(X_i - X_{rt})^4$
1	205	99,30	9860,49	979146,657	97229263
2	161	55,30	3058,09	169112,377	9351914,4
3	148	42,30	1789,29	75686,967	3201558,7
4	135	29,30	858,49	25153,757	737005,08
5	125	19,30	372,49	7189,057	138748,8
6	120	14,30	204,49	2924,207	41816,16
7	110	4,30	18,49	79,507	341,8801
8	108	2,30	5,29	12,167	27,9841
9	103	-2,70	7,29	-19,683	53,1441
10	97	-8,70	75,69	-658,503	5728,9761

Lanjutan Tabel 4.2					
11	91	-14,70	216,09	-3176,523	46694,888
12	91	-14,70	216,09	-3176,523	46694,888
13	87	-18,70	349,69	-6539,203	122283,1
14	83	-22,70	515,29	-11697,083	265523,78
15	79	-26,70	712,89	-19034,163	508212,15
16	78	-27,70	767,29	-21253,933	588733,94
17	78	-27,70	767,29	-21253,933	588733,94
18	75	-30,70	942,49	-28934,443	888287,4
19	70	-35,70	1274,49	-45499,293	1624324,8
20	70	-35,70	1274,49	-45499,293	1624324,8
jumlah	2114		23286,2	1052562,12	117010272
Rata-rata	105,7				

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari Tabel 4.2 didapatkan parameter – parameter sebagai berikut :

1. Nilai Rata – Rata:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{2114}{20} = 105,7$$

2. Standart Deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{23286,2}{20-1}} = 35,008$$

3. Koevisien Variasi

$$Cv = \frac{Sd}{\bar{X}} = \frac{35,008}{105,7} = 0,311$$

4. Koefisien Kemencengan

$$Cs = \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)Sd^3} = \frac{20 \times 1052562,12}{(20-1)(20-2)35,008^3} = 1,435$$

5. Koefisien Ketajaman

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

$$= \frac{20^2 \times 117010272}{(20-1)(20-2)(20-3)35,008^4} = 5,359$$

4.1.3.1 Metode Distribusi *Log Pearson Tipe III*

Perhitungan Distribusi Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Perhitungan *Log Pearson Tipe III*

No	Xi	Log Xi	Log Xrata	Logx - logx rt	(Logx - logx rt) ²	(Logx - logx rt) ³
1	205	2,312	2,005	0,307	0,094	0,029
2	161	2,207	2,005	0,202	0,041	0,008
3	148	2,170	2,005	0,166	0,027	0,005
4	135	2,130	2,005	0,126	0,016	0,002
5	125	2,097	2,005	0,092	0,009	0,001
6	120	2,079	2,005	0,075	0,006	0,000
7	110	2,041	2,005	0,037	0,001	0,000
8	108	2,033	2,005	0,029	0,001	0,000
9	103	2,013	2,005	0,008	0,000	0,000
10	97	1,987	2,005	-0,018	0,000	0,000
11	91	1,959	2,005	-0,046	0,002	0,000
12	91	1,959	2,005	-0,046	0,002	0,000
13	87	1,940	2,005	-0,065	0,004	0,000
14	83	1,919	2,005	-0,086	0,007	-0,001
15	79	1,898	2,005	-0,107	0,011	-0,001
16	78	1,892	2,005	-0,113	0,013	-0,001
17	78	1,892	2,005	-0,113	0,013	-0,001

18	75	1,875	2,005	-0,130	0,017	-0,002
19	70	1,845	2,005	-0,160	0,025	-0,004
20	70	1,845	2,005	-0,160	0,025	-0,004
Σ		40,093		0,000	0,315	0,030

Sumber : Hasil Perhitungan

1. Nilai Rata – Rata:

$$\overline{\text{Log}X_i} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log} x_i}{n} = \frac{40,093}{20} = 2,005$$

2. Standart Deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log}X_i - \overline{\text{Log}X_i})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0,315}{20 - 1}} = 0,129$$

3. Koefisien Kemencengan

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

$$= \frac{20 \times 0,030}{(20 - 1)(20 - 2)0,129^3} = 0,808$$

4. Periode Ulang 2 tahun

$$\begin{aligned} \text{Log} x &= \overline{\text{log} x} + k \cdot S \text{ log} x \\ \text{Log} x &= 2,005 + (-0,132 \cdot 0,129) \\ \text{Log} x &= 1,988 \\ x &= 97,20 \text{ mm} \end{aligned}$$

5. Periode Ulang 5 tahun

$$\begin{aligned} \text{Log} x &= \overline{\text{log} x} + k \cdot S \text{ log} x \\ \text{Log} x &= 2,005 + (0,780 \cdot 0,129) \\ \text{Log} x &= 2,105 \\ x &= 127,39 \text{ mm} \end{aligned}$$

6. Periode Ulang 10 tahun

$$\begin{aligned} \text{Log} x &= \overline{\text{log} x} + k \cdot S \text{ log} x \\ \text{Log} x &= 2,005 + (1,336 \cdot 0,129) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Log } x &= 2,177 \\ x &= 150,23 \text{ mm}\end{aligned}$$

4.1.3.2 Metode Distribusi Gumbel

Perhitungan Distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Perhitungan Distribusi Gumbel

No	X_i	$X_i - X_{rt}$	$(X_i - X_{rt})^2$	$(X_i - X_{rt})^3$
1	205	99,30	9860,49	979146,657
2	161	55,30	3058,09	169112,377
3	148	42,30	1789,29	75686,967
4	135	29,30	858,49	25153,757
5	125	19,30	372,49	7189,057
6	120	14,30	204,49	2924,207
7	110	4,30	18,49	79,507
8	108	2,30	5,29	12,167
9	103	-2,70	7,29	-19,683
10	97	-8,70	75,69	-658,503
11	91	-14,70	216,09	-3176,523
12	91	-14,70	216,09	-3176,523
13	87	-18,70	349,69	-6539,203
14	83	-22,70	515,29	-11697,083
15	79	-26,70	712,89	-19034,163
16	78	-27,70	767,29	-21253,933
17	78	-27,70	767,29	-21253,933
18	75	-30,70	942,49	-28934,443
19	70	-35,70	1274,49	-45499,293
20	70	-35,70	1274,49	-45499,293
jumlah	2114		23286,2	1052562,12
Rata-rata	105,7			

Sumber : Hasil Perhitungan

$Y_n = 0,5236$ (Tabel 2.2)

$S_n = 1,0628$ (Tabel 2.3)

1. Standart Deviasi

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

$$S = \sqrt{\frac{23286,2}{19}} = 35,008$$

2. Periode Ulang 2 Tahun

$$\begin{aligned} Y_{T=2} &= -\ln \left[\ln \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right] \\ &= -\ln \left[\ln \left(\frac{2}{2-1} \right) \right] \\ &= 0.367 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{T=2} &= \bar{x} + \frac{y^T - y_n}{s_n} \times S_d \\ &= 105,7 + \frac{0.367 - 0.5236}{1,0628} \times 35,008 \\ &= 100,54 \text{ mm} \end{aligned}$$

Periode ulang 5 tahun

$$\begin{aligned} Y_{T=5} &= -\ln \left[\ln \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right] \\ &= -\ln \left[\ln \left(\frac{5}{5-1} \right) \right] \\ &= 1.51 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{T=5} &= \bar{x} + \frac{y^T - y_n}{s_n} \times S \\ &= 102.47 + \frac{1,51 - 0.5236}{1,0628} \times 35,008 \\ &= 138,19 \text{ mm} \end{aligned}$$

Periode ulang 10 tahun

$$\begin{aligned} Y_{T=10} &= -\ln \left[\ln \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right] \\ &= -\ln \left[\ln \left(\frac{10}{10-1} \right) \right] \\ &= 2,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X_{T=10} &= \bar{x} + \frac{y_T - y_n}{sn} \times S \\
 &= 102,47 + \frac{2,25 - 0,5236}{1,0628} \times 35,008 \\
 &= 162,56 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan parameter dasar statistik yang telah diperoleh, selanjutnya dilakukan perhitungan persyaratan parameter dari masing-masing jenis frekuensi dengan rincian sebagai berikut:

1. Frekuensi distribusi Normal

$$C_s = 1,43$$

$$C_k = 5,36$$

2. Frekuensi Distribusi Log Normal

$$C_s = C_v^2 + 3C_v = 0,331^2 + (3 \times 0,331) = 1,03$$

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

$$= 0,331^8 + (6 \times 0,331^6) + (15 \times 0,331^4) + (16 \times 0,331^2) +$$

3

$$= 4,94$$

3. Frekuensi Distribusi Gumbel

$$C_s = 1,43$$

$$C_k = 5,39$$

Dari Tabel 4.5 dapat diketahui distribusi yang memenuhi syarat dan dapat digunakan pada tugas akhir ini adalah Log Pearson Tipe III. Selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Pemilihan Distribusi Yang sesuai

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan	keterangan
1	Normal	$C_s \approx 0$	1,43	tidak diterima
		$C_k \approx 3$	5,36	
2	Log Normal	$C_s = C_v^2 + 3C_v$	1,03	tidak diterima
		$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	4,94	

Lanjutan Tabel 4.5				
3	Gumbel	$C_s = 1,14$	1,43	tidak diterima
		$C_k = 5,4$	5,36	
4	log pearson III	Selain dari nilai diatas/flexibel		Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.4 Uji Kecocokan Distribusi Probabilitas

Ada dua cara yang dipilih untuk menguji apakah jenis distribusi frekuensi yang dipilih sesuai dengan data yang ada, yaitu uji Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorof.

4.1.4.1 Uji Frekuensi Distribusi dengan Metode Chi Kuadrat

Uji Chi Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah jenis frekuensi distribusi yang telah dipilih (Frekuensi distribusi Log Pearson Tipe III) dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

Frekuensi Distribusi Log Pearson Tipe III

Jumlah data (n) = 20

Jumlah kelas (G) = $1 + 3,322 \log (n)$
 $= 1 + 3,322 \log (20)$
 $= 5,322 \approx 5$

Menentukan derajat kebebasan (dk) = $G - (P + 1) = 5 - 2 - 1 = 2$

Berdasarkan peluang data pengamatan dijadikan 5 sub kelompok dengan interval peluang (P) = $1/G = 1/5 = 0,20$

1. Sub grup 1 : $P \leq 0,20$
2. Sub grup 2 : $0,20 < P \leq 0,40$
3. Sub grup 3 : $0,40 < P \leq 0,60$
4. Sub grup 4 : $0,60 < P \leq 0,80$
5. Sub grup 5 : $P > 0,80$

Syarat Nilai X^2 yang diperoleh harus lebih kecil dari nilai X^2_{Cr} (Chi kuadrat kritis), untuk suatu derajat nyata tertentu, yang sering di ambil 5% derajat kebebasan. Persamaan dasar yang digunakan dalam metoda distribusi Log Pearson Tipe III adalah

$$X_t = \bar{x} + k.sd$$

Untuk harga k dapat dilihat pada Tabel 4.6 didapat nilai sebagai berikut :

Tabel 4.6 Variabel reduksi Koefisien (k)

Periode Ulang (Tahun)	Peluang	k
1,001	0,999	-3,05
1,005	0,995	-2,58
1,010	0,990	-2,33
1,050	0,950	-1,64
1,110	0,900	-1,28
1,25	0,800	-0,84
1,33	0,750	-0,67
1,43	0,700	-0,52
1,67	0,600	-0,25
2	0,500	0
2,5	0,400	0,25
3,33	0,300	0,52
4	0,250	0,76
5	0,200	0,84
10	0,100	0,84
20	0,050	0,84
50	0,020	0,84
100	0,010	0,84
200	0,005	0,84
500	0,002	0,84

Sumber ; Soewarno

Berdasarkan persamaan garis lurus :

$$X_t = 2,005 + k \cdot 0,129$$

$$\text{Untuk } P = 1,00 \quad X_t = 2,005 + -3,05 \cdot 0,129 = 1,612$$

$$\text{Untuk } P = 0,80 \quad X_t = 2,005 + -0,84 \cdot 0,129 = 1,896$$

$$\text{Untuk } P = 0,60 \quad X_t = 2,005 + -0,25 \cdot 0,129 = 1,972$$

$$\text{Untuk } P = 0,40 \quad X_t = 2,005 + 0,25 \cdot 0,129 = 2,037$$

$$\text{Untuk } P = 0,20 \quad X_t = 2,005 + 0,84 \cdot 0,129 = 2,113$$

Selanjutnya perhitungan Uji Chi Kuadrat distribusi Log Pearson Tipe III sebagai berikut:

1. Jumlahkan data pengamatan O_i tiap-tiap sub-grup (kelas)
2. Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan

$$E_i = \left(\frac{n}{\text{Jumlah Grup}} \right)$$

$$= \left(\frac{20}{5} \right)$$

$$E_i = 4$$

3. $\left(\frac{E_i - O_i}{E_i} \right)^2 = \left(\frac{4 - 5}{4} \right)^2 = 0,25$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.7 Perhitungan Uji *Chi Kuadrat*

Peringkat (m)	x_i	$P = m/(n+1)$	OI	OI
1	2,312	4,76%	4	$x < 2,113$
2	2,207	9,52%		
3	2,170	14,29%		
4	2,130	19,05%		
5	2,097	23,81%	3	$2,037 < x < 2,113$
6	2,079	28,57%		
7	2,041	33,33%		
8	2,033	38,10%	3	$1,972 < x < 2,037$
9	2,013	42,86%		
10	1,987	47,62%		
11	1,959	52,38%	5	$1,896 < x < 1,972$
12	1,959	57,14%		
13	1,940	61,90%		

14	1,919	66,67%	5	X < 1,896
15	1,898	71,43%		
16	1,892	76,19%		
17	1,892	80,95%		
18	1,875	85,71%		
19	1,845	90,48%		
20	1,845	95,24%		
Σ	40,093			
X rata	2,005			
S	0,128814			

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.8 Batas Sub Klompok *Chi Kuadrat*

no	nilai batas	O _i	E _i	(O _i - E _i) ²	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
1	x < 1,896	5	4	1	0,25
2	1,896 < x < 1,972	5	4	1	0,25
3	1,972 < x < 2,037	3	4	1	0,25
4	2,037 < x < 2,113	3	4	1	0,25
5	x > 2,113	4	4	0	0,00
Jumlah Data		20	20	4	1,00

Sumber : Hasil Perhitungan

Kesimpulan $\chi^2 = 1$. Dengan (dk) = 2 dan $\alpha = 5\%$ Nilai $\chi^2_{Cr} = 5,991$ di dapat dari Tabel 2.6, jadi $\chi^2_{Cr} > \chi^2$ sehingga distribusi peluang **dapat diterima**.

4.1.4.2 Uji Distribusi dengan Metode Smirnov Kolmogorov

Uji Smirnov Kolmogorov sering juga disebut uji kecocokan non parametik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Dari hasil analisa distribusi digunakan distribusi Log Pearson Tipe III.

1. Dari Tabel 4.3 didapat data hujan tahun 2008 dengan tinggi hujan 205 mm didapat :

$$\begin{aligned} m \text{ (peringkat/no rangking)} &= 1 \\ n \text{ (jumlah data)} &= 20 \\ \bar{x} &= 2,005 \end{aligned}$$

Dengan rumus peluang :

$$P(X) = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{20+1} = 0,048$$

2. Besarnya $P(X <)$ didapat dengan rumus :

$$\begin{aligned} P &= 1 - P(X) \\ &= 1 - 0,048 = 0,952 \end{aligned}$$

3. Nilai $f(t)$ dapat dicari dengan rumus:

$$f(t) = \frac{\log R_{\max} - \overline{\log x}}{sd} = \frac{2,312 - 2,005}{0,129} = 2,38$$

4. Besarnya peluang teoritis $P(X <)$ dicari menggunakan Tabel 4.9 wilayah luas di bawah kurva normal dari nilai $f(t)$.

$$\text{Dari tabel 4.9 dengan nilai } f(t) = 2,38$$

$$\text{Sehingga besarnya } P'(X <) = 0,9913$$

Nilai D dapat dicari dengan rumus

$$\begin{aligned} D = P(X <) - P'(X <) &= 0,952 - 0,9913 \\ &= 0,039 \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.11

Tabel 4.9 Wilayah luas Dibawah Kurva Normal

1,00	0,0000	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,0900
-3,4	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002
-3,3	0,0005	0,0005	0,0005	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003
-3,2	0,0007	0,0008	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005
-3,1	0,0010	0,0009	0,0009	0,0009	0,0008	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007
-3,0	0,0013	0,0013	0,0013	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	0,0010	0,0010
-2,9	0,0019	0,0018	0,0018	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014
-2,8	0,0026	0,0025	0,0025	0,0023	0,0022	0,0022	0,0021	0,0021	0,0020	0,0019
-2,7	0,0036	0,0034	0,0033	0,0032	0,0030	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026
-2,6	0,0047	0,0045	0,0044	0,0043	0,0040	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036
-2,5	0,0062	0,0060	0,0059	0,0057	0,0055	0,0054	0,0052	0,0051	0,0049	0,0048
-2,4	0,0082	0,0080	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	0,0066	0,0064
-2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0094	0,0091	0,0089	0,0087	0,0084
-2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110
-2,1	0,0179	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150	0,0146	0,0143
-2,0	0,0228	0,0222	0,0217	0,0212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192	0,0188	0,0183
-1,9	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,0250	0,0244	0,0239	0,0233
-1,8	0,0359	0,0352	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294
-1,7	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384	0,0375	0,0367
-1,6	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465	0,0455
-1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	0,0606	0,0594	0,0582	0,0571	0,0559
-1,4	0,0808	0,0793	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735	0,0722	0,0708	0,0694	0,0681
-1,3	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901	0,0885	0,0869	0,0853	0,0838	0,0823
-1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075	0,1056	0,1038	0,1020	0,1003	0,0985
-1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251	0,1230	0,1210	0,1190	0,1170
-1,0	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469	0,1446	0,1423	0,1401	0,1379
-0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,1660	0,1635	0,1611
-0,8	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,1894	0,1867
-0,7	0,2420	0,2389	0,2358	0,2327	0,2296	0,2266	0,2236	0,2206	0,2177	0,2148
-0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2483	0,2451
-0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,2810	0,2776
-0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
-0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632	0,3594	0,3557	0,3520	0,3483
-0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052	0,4013	0,4364	0,3936	0,3897	0,3859
-0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404	0,4761	0,4325	0,4286	0,4247
0,0	0,5000	0,4960	0,4920	0,4880	0,4840	0,4801	0,4761	0,4721	0,4681	0,4641
0,0	0,5000	0,5080	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6404	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852

Lanjutan Tabel 4.9										
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9278	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9791	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9696	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990
3,1	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9993	0,9993	0,9993
3,2	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9996	0,9995	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997
3,4	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998

Tabel 4.10 Nilai Kritis Do Uji Smirnov Kolmogorov

n	Derajat Kepercayaan			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,4
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	0,20	0,23	0,27

Lanjutan Tabel 4.10				
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
$N > 50$	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Sumber : Bambang Triatmodjo

Tabel 4.11 Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov Log Pearson Tipe III

m	LogR	$P = \frac{1}{m(n+1)}$	$P(X <)$	f(t)	$P(X)$	$P(X <)$	D
1	2,312	0,048	0,952	2,38	0,0087	0,9913	0,039
2	2,207	0,095	0,905	1,57	0,0582	0,9418	0,037
3	2,170	0,143	0,857	1,29	0,0985	0,9015	0,044
4	2,130	0,190	0,810	0,98	0,1635	0,8365	0,027
5	2,097	0,238	0,762	0,72	0,2358	0,7642	0,002
6	2,079	0,286	0,714	0,58	0,2810	0,7190	0,005
7	2,041	0,333	0,667	0,29	0,3859	0,6141	-0,053
8	2,033	0,381	0,619	0,22	0,4129	0,5871	-0,032
9	2,013	0,429	0,571	0,06	0,4761	0,5239	-0,048
10	1,987	0,476	0,524	-0,14	0,5557	0,4443	-0,080
11	1,959	0,524	0,476	-0,35	0,6368	0,3632	-0,113
12	1,959	0,571	0,429	-0,35	0,6368	0,3632	-0,065
13	1,940	0,619	0,381	-0,51	0,6950	0,3050	-0,076
14	1,919	0,667	0,333	-0,66	0,7454	0,2546	-0,079
15	1,898	0,714	0,286	-0,83	0,7967	0,2033	-0,082
16	1,892	0,762	0,238	-0,87	0,8078	0,1922	-0,046
17	1,892	0,810	0,190	-0,87	0,8078	0,1922	0,002
18	1,875	0,857	0,143	-1,01	0,8438	0,1562	0,013
19	1,845	0,905	0,095	-1,24	0,8925	0,1075	0,012
20	1,845	0,952	0,048	-1,24	0,8925	0,1075	0,060
Σ	40,09					Dmax	0,060
X rata	2,005					Do	0,29
Sd	0,129						

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari perhitungan nilai D, pada Tabel 4.11 menunjukkan nilai
 $D_{max} = 0,060$

D_o = Didapat dari Tabel 4.10 dengan derajat kebebasan 5% dan 20 jumlah data, yaitu sebesar $= 0,29$

Syarat : $D_{max} < D_o$, $0,060 < 0,29$, maka persamaan distribusi Log Pearson Tipe III **dapat diterima**.

4.1.4.3 Kesimpulan Analisa Frekuensi

Dari perhitungan uji kecocokan Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov di atas, maka dapat dihasilkan rekapitulasi seperti yang tampak pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Kesimpulan Uji Kecocokan Chi Kuadrat dan Uji Smirnov Kolmogorov

Jenis Distribusi	Uji Chi Kuadrat				Uji Smirnov Kolmogorov			
	Xh ²		X ² kr	Ket	Dmaks		Do	Ket
Log Pearson Tipe III	1	<	5,991	OK	0,060	<	0,29	OK

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.4.4 Perhitungan Curah Hujan Periode Ulang

Untuk perhitungan curah hujan periode ulang digunakan distribusi Log Pearson Tipe III. Parameter statistik yang didapat dari perhitungan Tabel 4.3 distribusi tersebut adalah

Jumlah data (n) = 20

Nilai Rata-rata = 2,005

Standar deviasi = 0,129

1. Berdasarkan Tabel 4.3 didapat C_s : 0,808
2. Hitung nilai k

Nilai k dihitung berdasarkan nilai T_r dan nilai C_s , didapat untuk $T_r = 2$ tahun, 5 tahun dan 10 tahun dan $C_s = 0,808$ pada Tabel 2.5 didapat nilai $k_2 = -0,132$; $k_5 = 0,780$; $k_{10} = 1,336$
Hujan rencana dengan periode ulang 2 tahun

$R_2 = \bar{x} + K \cdot s.d$

$$= 2,005 + (-0,132) \cdot (0,129) = 1,988$$

$$\text{Jadi, } R_2 = \text{antilog } z_2 = 97,20 \text{ mm}$$

Hujan rencana dengan periode ulang 5 tahun

$$\begin{aligned} R_5 &= \bar{x} + K \cdot s.d \\ &= 2,005 + (0,780) \cdot (0,129) = 2,105 \end{aligned}$$

$$\text{Jadi, } R_2 = \text{antilog } z_2 = 127,39 \text{ mm}$$

Hujan rencana dengan periode ulang 5 tahun

$$\begin{aligned} R_{10} &= \bar{x} + K \cdot s.d \\ &= 2,005 + (1,336) \cdot (0,129) = 2,177 \end{aligned}$$

$$\text{Jadi, } R_2 = \text{antilog } z_2 = 150,23 \text{ mm}$$

Berikut rekapitulasi perhitungan curah hujan rencana untuk periode ulang 2, 5 dan 10 tahun pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Perhitungan Curah Hujan Periode Ulang

Periode Ulang	C_s	k	Log Xrata	Slogx	Log x	R (mm)
2	0,80800	-0,132	2,005	0,129	1,988	97,20
5		0,780			2,105	127,39
10		1,336			2,177	150,23

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.5 Analisa Debit Banjir Rencana

4.1.5.1 Koefisien Pengaliran (C)

Perhitungan koefisien pengaliran berdasarkan luas daerah tangkapan hujan dan tata guna lahan. Sehingga nilai koefisien pengaliran dapat dilihat pada Tabel 2.9. Nilai koefisien pengaliran (C) yang diambil untuk beberapa tata guna lahan sebagai berikut :

Bangunan = 0,3 (Tabel 2.8)

Paving = 0,5 (Tabel 2.8)

Berikut merupakan untuk perhitungan C gabungan ST4-7

Diketahui :

$$\text{Bangunan} = 0,00060 \text{ km}^2 \quad C1 = 0,3$$

$$\begin{aligned}
 \text{Paving} &= 0,00023 \text{ km}^2 & C2 &= 0,5 \\
 \text{C gabungan} &= \frac{\sum A_i C_i}{\sum A} \\
 &= \frac{(0,00060 \times 0,3) + (0,00023 \times 0,5)}{0,0006 + 0,00023} \\
 &= 0,36
 \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada lampiran

4.1.5.2 Perhitungan Waktu Aliran

Perhitungan waktu konsentrasi pada kawasan Perumahan Griya Petra meliputi perhitungan waktu aliran air pada atap perumahan (t_0), perhitungan waktu aliran pada saluran (t_f) dan pada perhitungan waktu pengalaliran air pada titik yang dituju (t_c) disebut juga waktu konsentrasi.

4.1.5.3 Perhitungan t_0 , t_c dan t_f

Pada kawasan perumahan Griya Petra terdiri dari beberapa perumahan yang memiliki luasan berbeda. Asumsi yang digunakan untuk estimasi nilai adalah jalan paving dengan nilai $s_0=0,002$

$n_d=0,02$ (Tabel 2.9)

1. Perhitungan nilai t_0 untuk Saluran ST4 –7

Diketahui :

Saluran = ST4-7

Jarak titik terjauh

- Bangunan (L_0) = 10 m

- Paving (L_0) = 3 m

Panjang saluran (L) = 76,4 m

n_d = 0,02 permukaan licin dan
kedap air (lihat pada tabel 2.9)

Kemiringan Lahan = 0,002

Panjang Saluran = 76,4 m (data Lapangan)

$$t_0 \text{ Bangunan} = 1,44 \left(\frac{ndxL_0}{\frac{1}{s^2}} \right)^{0,467} = 1,44 \left(\frac{0,02 \times 10}{0,002^2} \right)^{0,467}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2,898 \text{ menit} \\
 t_0 \text{ Jalan} &= 1,44 \left(\frac{ndxI_0}{s^2} \right)^{0,467} = 1,44 \left(\frac{0,02x3}{0,002^2} \right)^{0,467} \\
 &= 0,965 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan t_f

$$\begin{aligned}
 t_f &= \frac{L \text{ saluran}}{v \text{ saluran}} \\
 &= \frac{76,4}{0,272x60} = 4,689 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan t_c

$$\begin{aligned}
 t_c &= t_0 + t_f \\
 &= 2,898 + 4,689 \\
 &= 7,58 \text{ menit} = 0,126 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

4.1.5.4 Intensitas Hujan Rencana (I)

Intensitas hujan periode ulang 5 tahun ini dihitung menggunakan rumus Mononobe .

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

Dimana :

I : Intensitas hujan (mm/jam)

t_c : Lamanya waktu konsentrasi dari hulu ke bagian titik tinjau (jam)

R_{24} : Curah hujan maksimum harian (mm/jam)

(Sumber: Suripin, 2004)

Contoh perhitungan I ST 4-7

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

$$I = \frac{127,39}{24} x \left(\frac{24}{0,126} \right)^{2/3}$$

$$I = 175,29 \text{ mm}$$

4.1.5.5 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Untuk kawasan kecil seperti perumahan Griya Petra untuk menghitung debit banjir rencana menggunakan metode rasional. Contoh perhitungan sebagai berikut dengan Intensitas periode ulang 5 tahun :

1. Saluran ST4-7

$$A = 0,00083 \text{ km}^2$$

$$C = 0,36$$

$$I = 175,29$$

$$\begin{aligned} Q &= 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \\ &= 0,278 \cdot 0,36 \cdot 175,29 \cdot 0,00083 \\ &= 0,014 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

4.2 Analisis Hidrolika

Pada analisis hidrolika akan dilakukan perhitungan yang bertujuan untuk mengetahui kapasitas saluran yang ada dalam menerima debit rencana periode ulang 2 tahun 5 tahun 10 tahun. Pada tugas akhir ini saluran drainase yang ada berbentuk persegi.

4.2.1 Evaluasi Dimensi Saluran pada Kawasan Perumahan

Berikut merupakan contoh perhitungan dimensi untuk saluran ST 1-2. Untuk saluran berpenampang segiempat. debit periode ulang 5 tahun (Q_5)

$$Q_{\text{hidrologi}} = 0,013 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$h = 0,17 \text{ m}$$

$$s = 0,0004$$

$$n = 0,014 \text{ (sal.beton)}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang (A)} &= b \times h \\ &= b \times 0,17 = 0,017b \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penampang basah (P)} &= b + 2h \\ &= b + (2 \times 0,17) = b + 0,34 \text{ m} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,017b}{b+0,34} \\
 \text{Kecepatan Aliran (v)} &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \\
 &= \frac{1}{0,014} \times \left(\frac{0,17b}{b+0,32} \right)^{\frac{2}{3}} \times 0,0004^{\frac{1}{2}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= v \times A \\
 &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times b \times h
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 0,013 &= \frac{1}{0,014} \times \left(\frac{b \cdot 0,17}{b+0,32} \right)^{\frac{2}{3}} \times 0,0004^{\frac{1}{2}} \times b \times 0,17 \\
 b &= 0,3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

B eksisting < b rencana (Meluber)

Hasil Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada lampiran.

4.2.2 Perhitungan Dimensi Saluran Kawasan Glugu

Perhitungan dimensi saluran luar kawasan perumahan sebagai berikut :

1. Perhitungan tc menggunakan rumus Kiprich :

$$tc = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times s} \right)^{0,385}$$

Keterangan :

tc : waktu konsentrasi (jam)

L : panjang lintasan air dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau (km)

s : kemiringan rata-rata daerah lintasan air

$$\begin{aligned}
 tc &= \left(\frac{0,87 \times 0,76^2}{1000 \times 0,0002} \right)^{0,385} \\
 &= 0,4128 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan Intensitas menggunakan periode ulang 5 tahun

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

$$I = \frac{127,39}{24} \times \left(\frac{24}{0,4128} \right)^{2/3}$$

$$I = 79,58 \text{ mm}$$

3. Perhitungan Debit

$$A = 0,065 \text{ km}^2$$

$$C = 0,45 \text{ (Tabel 2.8)}$$

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

$$= 0,278 \cdot 0,3 \cdot 79,58 \cdot 0,065$$

$$= 0,434 \text{ m}^3/\text{dt}$$

4. Perencanaan dimensi saluran Kawasan Glugu

$$Q_{\text{hidrologi}} = 0,434 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$n = 0,014 \text{ (sal.beton)}$$

$$\text{bila } b = 2,5h$$

$$\text{Luas Penampang (A)} = b \times h$$

$$= 2,5h \times h = 2,5h^2$$

$$\text{Penampang basah (P)} = b + 2h$$

$$= 2,5h + 2h = 4,5h$$

$$\text{Jari – jari hidrolis (R)} = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{2,5h^2}{4,5h} = \frac{1}{2}h$$

$$\text{Kecepatan Aliran (v)} = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{1}{0,014} \times \left(\frac{1}{2}h \right)^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

$$b = 2,5h = 2,5 \times (0,6)$$

$$= 1,5 \text{ m}$$

$$Q = v \times A$$

$$= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times b \times h$$

$$0,434 = \frac{1}{0,014} \times (0,5h)^{\frac{2}{3}} \times s^{\frac{1}{2}} \times 2,5h \times h$$

$$\text{Dicoba } h = 0,6$$

$$0,434 = \frac{1}{0,014} \times (0,5h)^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \times 2,5h \times h$$

$$= \frac{1}{0,014} \times (0,5 \times 0,6)^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \times 2,5(0,6) \times 0,6$$

$$I = 0,0002$$

Didapat I = 0,0002

$$0,434 = \frac{1}{0,014} \times (0,5h)^{\frac{2}{3}} \times 0,0002^{\frac{1}{2}} \times 2,5h \times h$$

$$= \frac{1}{0,014} \times (0,5 \times h)^{\frac{2}{3}} \times 0,0002^{\frac{1}{2}} \times 2,5h \times h$$

$$h = 0,6 \text{ m}$$

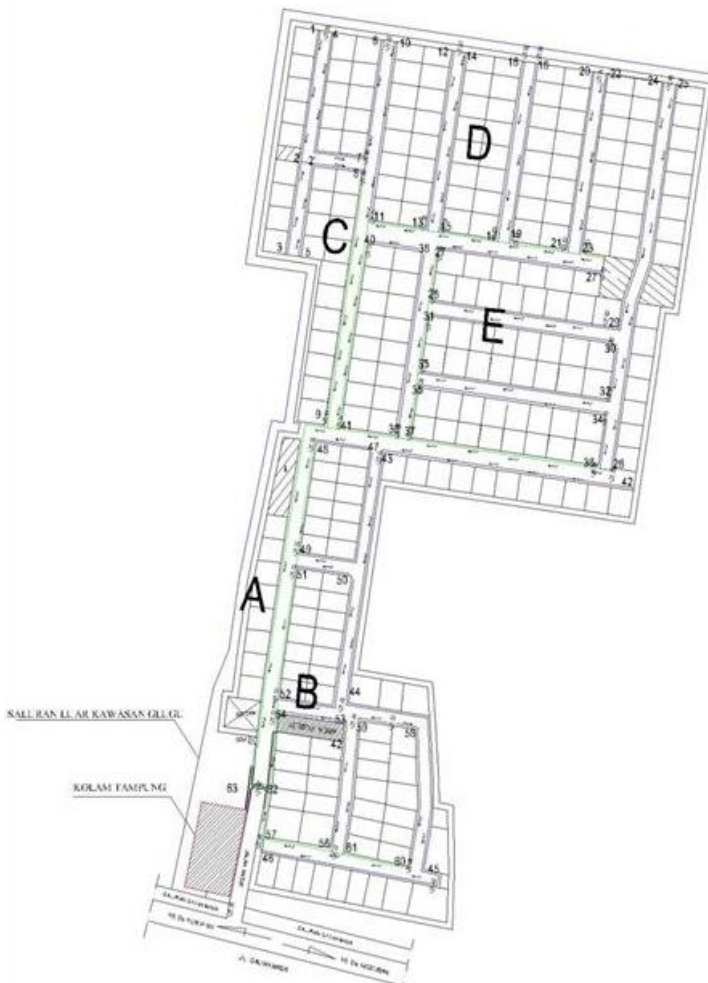
Tabel 4.14 Perhitungan Dimensi

Nama Saluran	h air (m)	bsal (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	n	s	V (m/dt)	Q (m ³ /dt)
S.kawasan Glugu	0,6	1,5	0,895	2,694	0,332	0,014	0,0002	0,485	0,434

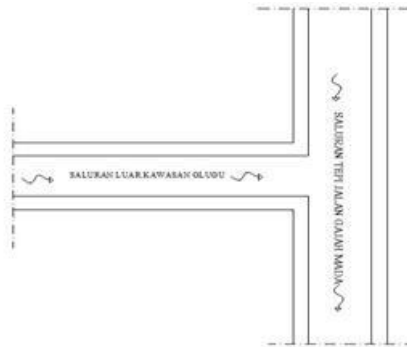
tc mnt	tc jam	R24	I mm/jam	C	A (km ²)	Q (m ³ /dt)	w	b	H saluran
							(m)	(m)	(m)
24,774	0,413	127,39	79,59	0,45	0,0654	0,434	0,9	1,50	1,50

Sumber : Hasil perhitungan

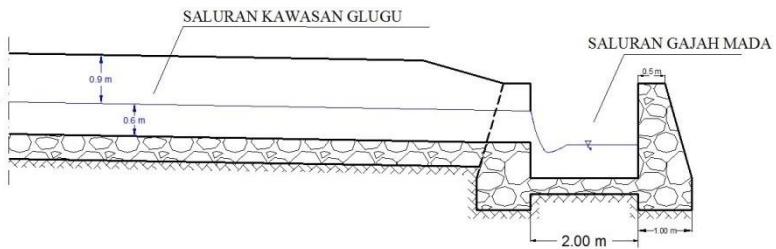
Berikut adalah lokasi penempatan kolam tampung dan saluran luar kawasan glu, dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Lokasi Kolam tampung dan saluran Luar kawasan Glugu

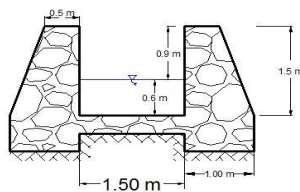


Gambar 4.4 Denah saluran Luar kawasan Glugu dengan Saluran Gajah Mada



POTONGAN MEMANJANG SALURAN KAWASAN GLUGU
SKALA 1 : 100

Gambar 4.5 Potongan Memanjang saluran Primer perumahan dengan Saluran Gajah Mada



POTONGAN MELINTANG SALURAN KAWASAN GLUGU
SKALA 1 : 100

Gambar 4.6 Saluran Kawasan Glugu

4.3 Analisis Kolam Tampung

Pada kawasan perumahan Griya Petra, akan direncanakan sebuah kolam tampung dan beberapa buah pompa. Air dari kawasan perumahan sementara akan ditampung di kolam dan perlahan akan dibuang ke saluran jalan Gajah Mada sesuai dengan debit yang diijinkan.

1. Perhitungan dimensi kolam tampung dihitung dengan Q_5 tahun.

Q sebelum ada perumahan

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

C = 0,3 (sebelum ada perumahan)

A = 0,04129 km² (Lampiran Tabel Evaluasi Dimensi Saluran)

$$Q = 0,278 \cdot 0,3 \cdot 79,59 \cdot 0,04129 \\ = 0,274 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Q_5 tahun sesudah ada perumahan

$$Q = 0,305 \text{ m}^3/\text{dt} \text{ (Lampiran Tabel Evaluasi dimensi Saluran)}$$

Q yang diijinkan masuk dalam saluran Gajah Mada

$$= 0,274 \text{ m}^3/\text{dt} \text{ (sebelum ada perumahan)}$$

Q yang harus ditahan dalam kolam tampung

$$= Q_5 \text{ Sesudah perumahan} - Q_5 \text{ Sebelum perumahan}$$

$$= 0,305 \text{ m}^3/\text{dt} - 0,274 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$= 0,031 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Hujan diperhitungkan berlangsung 2 jam (td)

Volume Kolam Tampung

$$= 0,305 \times 2 \times 60 \times 60 = 2196 \text{ m}^3 = 2200 \text{ m}^3$$

Ukuran kolam tampung (sesuai kondisi lahan yang ada)

$$B = 50 \text{ m}$$

$$L = 50 \text{ m}$$

$$H = 0,6 \text{ (sesuai tinggi air di saluran primer)}$$

$$w = 0,65 \text{ (total h = 1,25 m)}$$

Q yang harus di tahan dikolam

$$= 0,031 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$= 0,031 \times 2 \times 60 \times 60$$

$$\begin{aligned}
 &= 223,2 \text{ m}^3 = 225 \\
 &= \frac{225}{50 \times 50} = 0,09 \text{ m} \\
 &= 0,20 \text{ (sebagai ambang pintu)}
 \end{aligned}$$

Pembuangan air kolam tampung ke saluran Gajah Mada

1. Dengan menggunakan pintu

$$Q \text{ yang diijinkan dibuang ke saluran Gajah Mada} = 0,274 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Q \text{ pintu} = C \cdot bpt \cdot t \text{ bukaan} \cdot \sqrt{2g \cdot h \text{ air}}$$

$$0,274 = 0,85 \cdot bpt \cdot 0,6 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,6}$$

$$bpt = 0,5$$

Kontrol bukaan

$$0,274 = 0,85 \times 0,5 \times t \times \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,6}$$

$$t \text{ bukaan} = 0,20 \text{ m}$$

Volume air yang harus dibuang

$$= 50 \times 50 \times 0,6$$

$$= 1500 \text{ m}^3$$

Waktu yang diperlukan untuk membuang air

$$= \left(\frac{1500}{0,274} \right)$$

$$= 5475 \text{ detik}$$

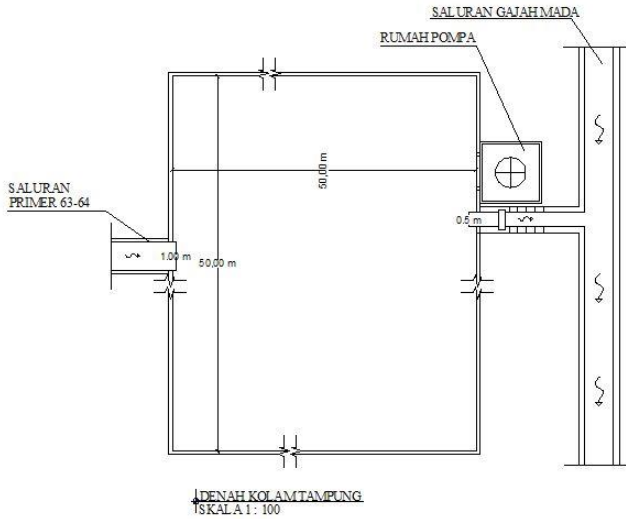
$$= 1,5 \text{ jam}$$

2. Bila menggunakan pompa kapasitas $0,2 \text{ m}^3/\text{dt}$

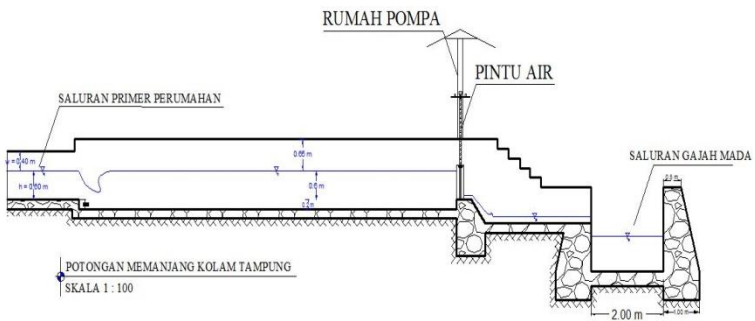
$$\text{Waktu} = \left(\frac{1500}{0,2} \right)$$

$$= 7500 \text{ detik}$$

$$= 2,5 \text{ jam}$$



Gambar 4.7 Denah KOLAM TAMPUNG



Gambar 4.8 Potongan Memanjang kolam tampung dan saluran Gajah Mada

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

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

1. Penyebab terjadinya genangan di perumahan Griya Petra adalah ketidak mampuan beberapa ruas saluran untuk menampung debit, periode ulang 2 tahun ada (10 ruas saluran), periode ulang 5 tahun (26 ruas saluran) dan periode ulang 10 tahun (50 ruas saluran) dari 71 ruas saluran.
2. Dari hasil evaluasi maka dimensi saluran yang ada, untuk debit periode ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun, perlu adanya pemeliharaan saluran
3. Dari hasil evaluasi maka perlu dilakukan *redesign* atau penyesuaian saluran. Selain *redesign* juga akan dilakukan perencanaan fasilitas drainase berupa kolam tampung yang dilengkapi dengan sistem pintu pembuangan dan sistem pompa agar air yang masuk ke saluran pembuang kota sesuai ketentuan pemerintah Kabupaten Grobogan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan pada Tugas Akhir ini, terdapat beberapa saran yang bisa dijadikan sebagai bahan pertimbangan, antara lain sebagai berikut:

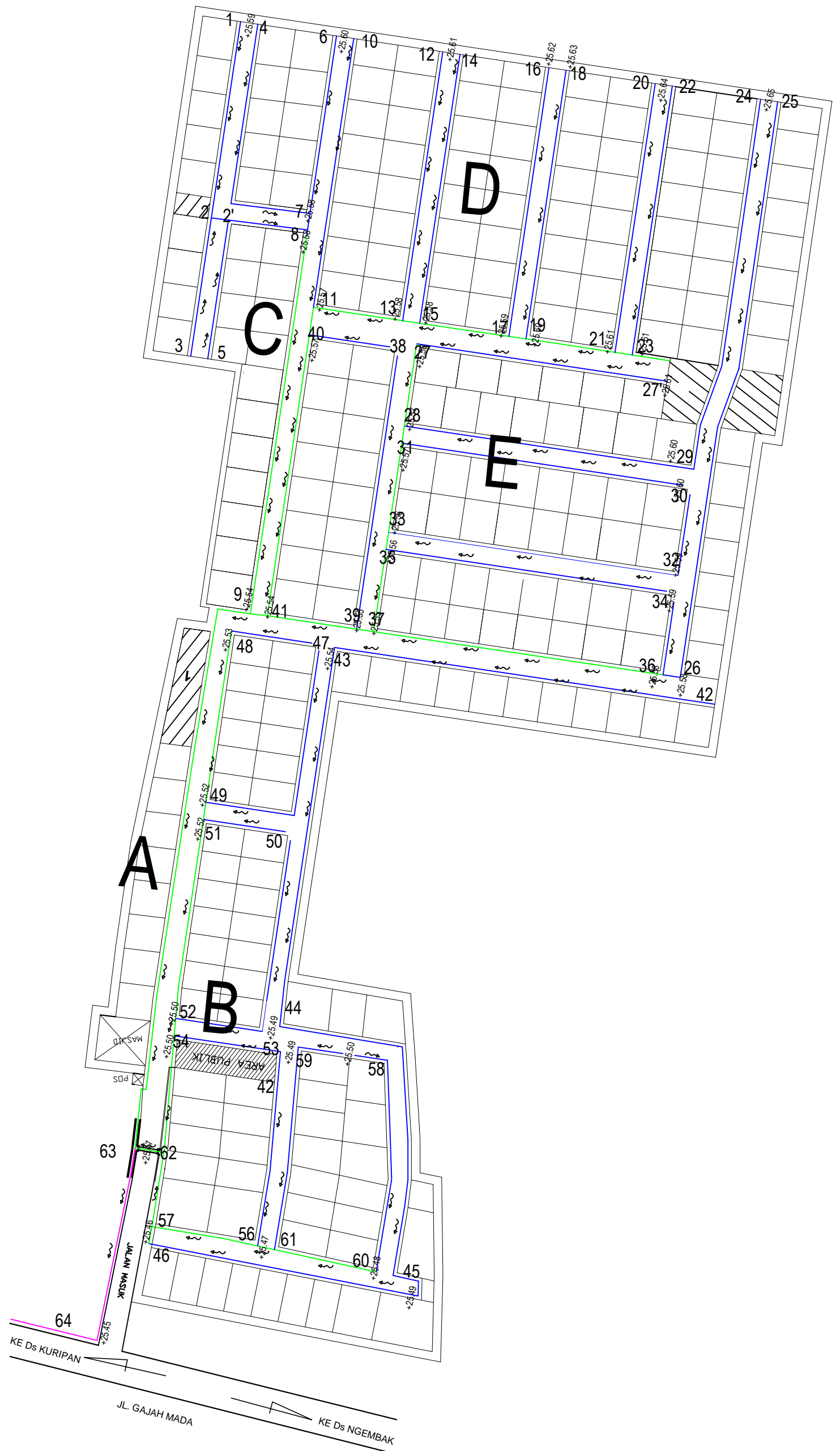
1. Untuk mencegah terjadinya banjir / genangan pada kawasan perumahan Griya Petra Kecamatan Purwodadi Kabupaten Grobogan perlu dilakukan hal – hal sebagai berikut :
 - a. Perlu adanya penyesuaian dimensi saluran seperti hasil evaluasi

- b. Air hujan dari luar kawasan perumahan Griya Petra, agar tidak masuk ke kawasan perumahan, perlu di alirkan melalui saluran pembuang tersendiri.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anggrahini. 1996. **Hidrolika Saluran Terbuka**. CV Citra Media, Surabaya.
2. Soewarno. (1995). **Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Hidrologi**. Bandung: Nova
3. Sofia, fifi. 2006. **Modul Drainase**. Surabaya
4. Suripin, (2003). **Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan**, Yogyakarta: Andi.
5. Triatmodjo, B. (2010). **Hidrologi Terapan**, Yogyakarta: Beta Offset.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”



JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI S1 LINTAS JALUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Evaluasi Sistem Drainase Perumahan Griya Petra
Kota Purwodadi Kabupaten Grobogan
Jawa Tengah

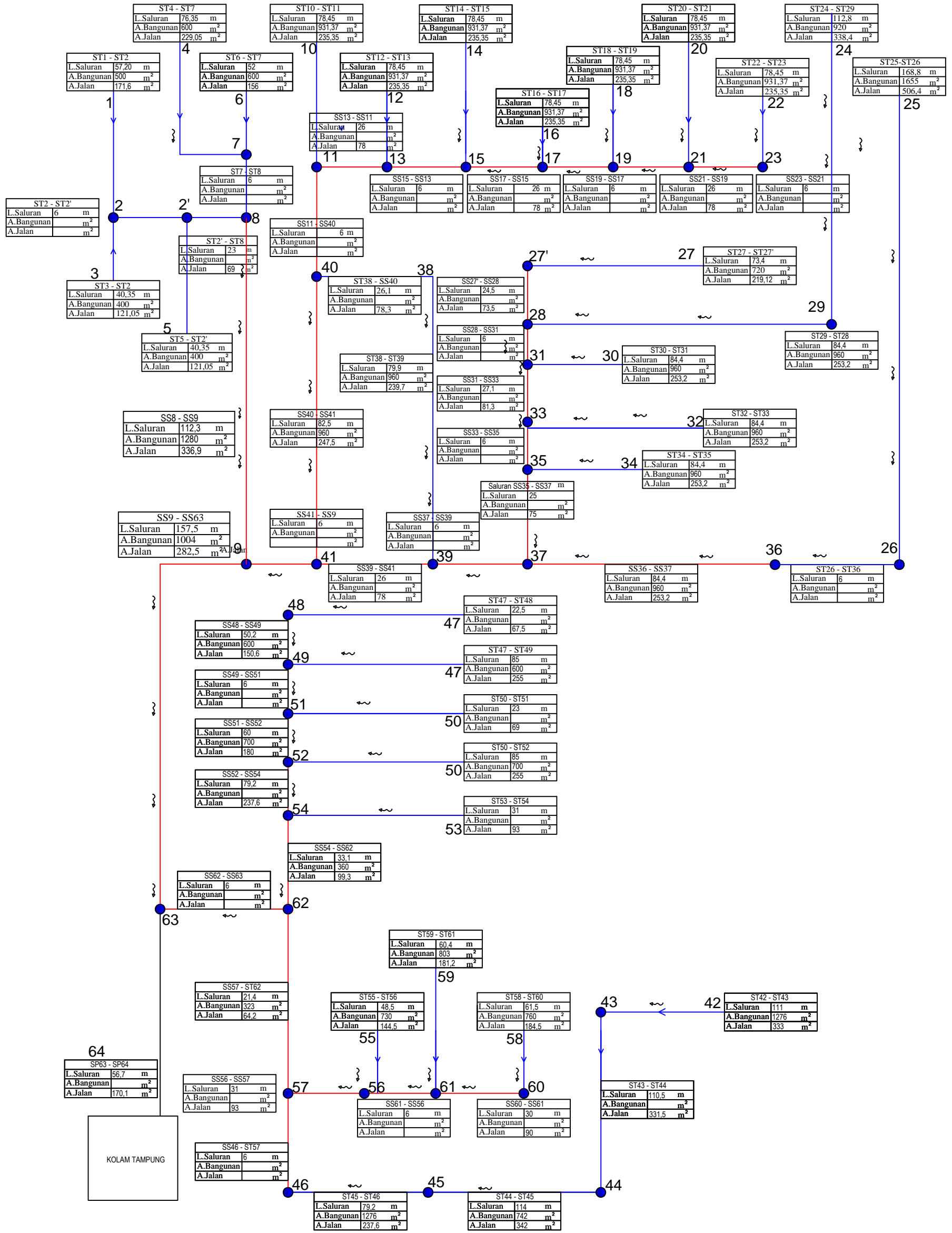
NAMA MAHASISWA
/ NRP

Alien Fahlevi /
3114106032

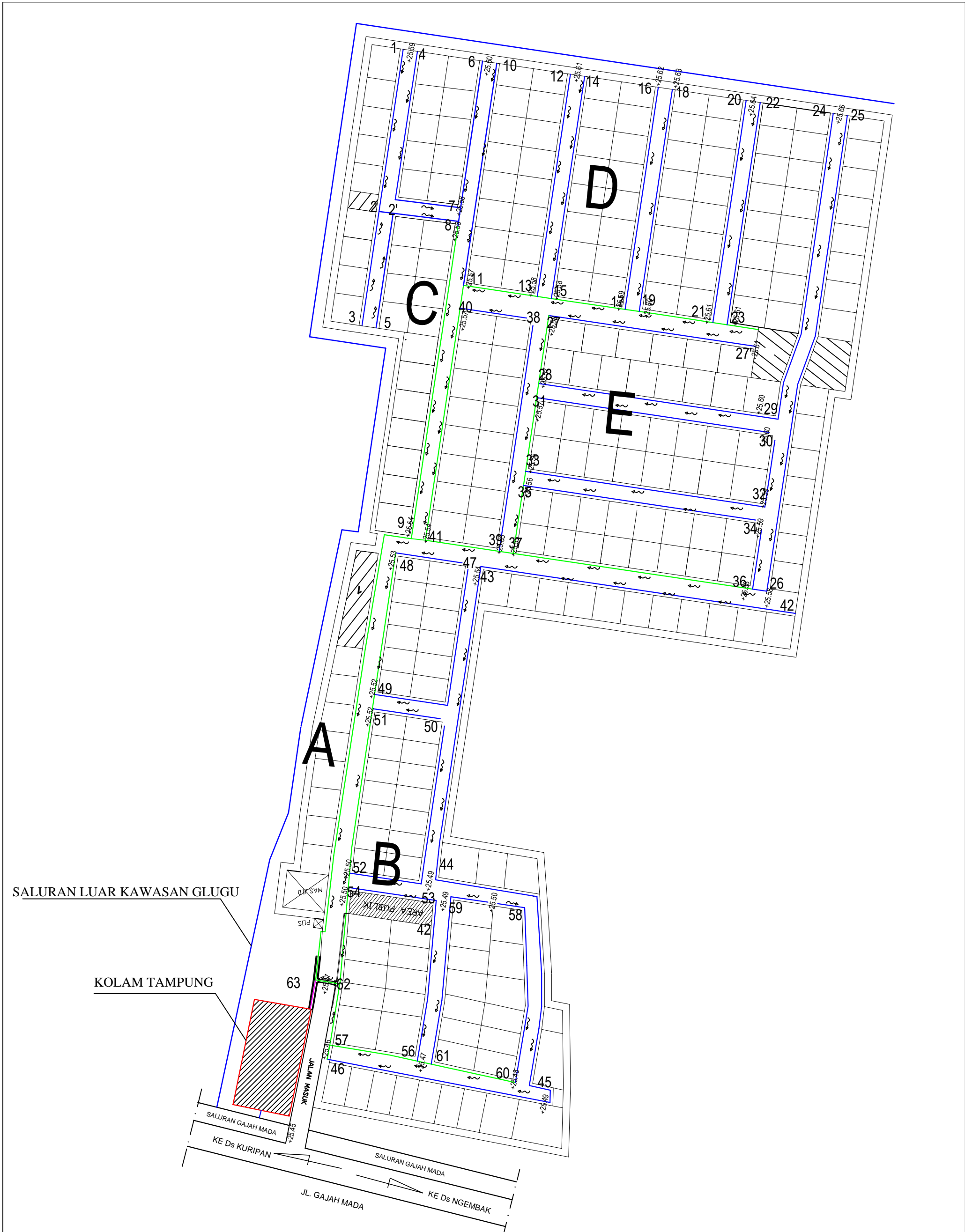
DOSEN PEMBIMBING

Dr.Ir.Edijatno
Ir.Bahmid Tohary,M.Eng

NAMA GAMBAR



JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA MAHASISWA / NRP	DOSEN PEMBIMBING	NAMA GAMBAR
Evaluasi Sistem Drainase Perumahan Griya Petra Kota Purwodadi Kabupaten Grobogan Jawa Tengah	Alien Fahlevi / 3114106032	Dr.Ir.Edijatno Ir.Bahmid Tohary,M.Eng	SKEMA JARINGAN



<p>JURUSAN TEKNIK SIPIL PROGRAM STUDI S1 LINTAS JALUR FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p>	JUDUL TUGAS AKHIR	NAMA MAHASISWA / NRP	DOSEN PEMBIMBING	NAMA GAMBAR
	Evaluasi Sistem Drainase Perumahan Griya Petra Kota Purwodadi Kabupaten Grobogan Jawa Tengah	Alien Fahlevi / 3114106032	Dr.Ir.Edijatno Ir.Bahmid Tohary,M.Eng	



JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI SI LINTAS JALUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE PERUMAHAN
GRIFA PETRA KOTA PURWODADI
KABUPATEN GROBOGAN
JAWA TENGAH

NAMA GAMBAR

DENAH KOLAM TAMPUNG

NAMA MAHASISWA /
NRP

ALIEN FAHLEVI /
3114106032

DOSEN PEMBIMBING

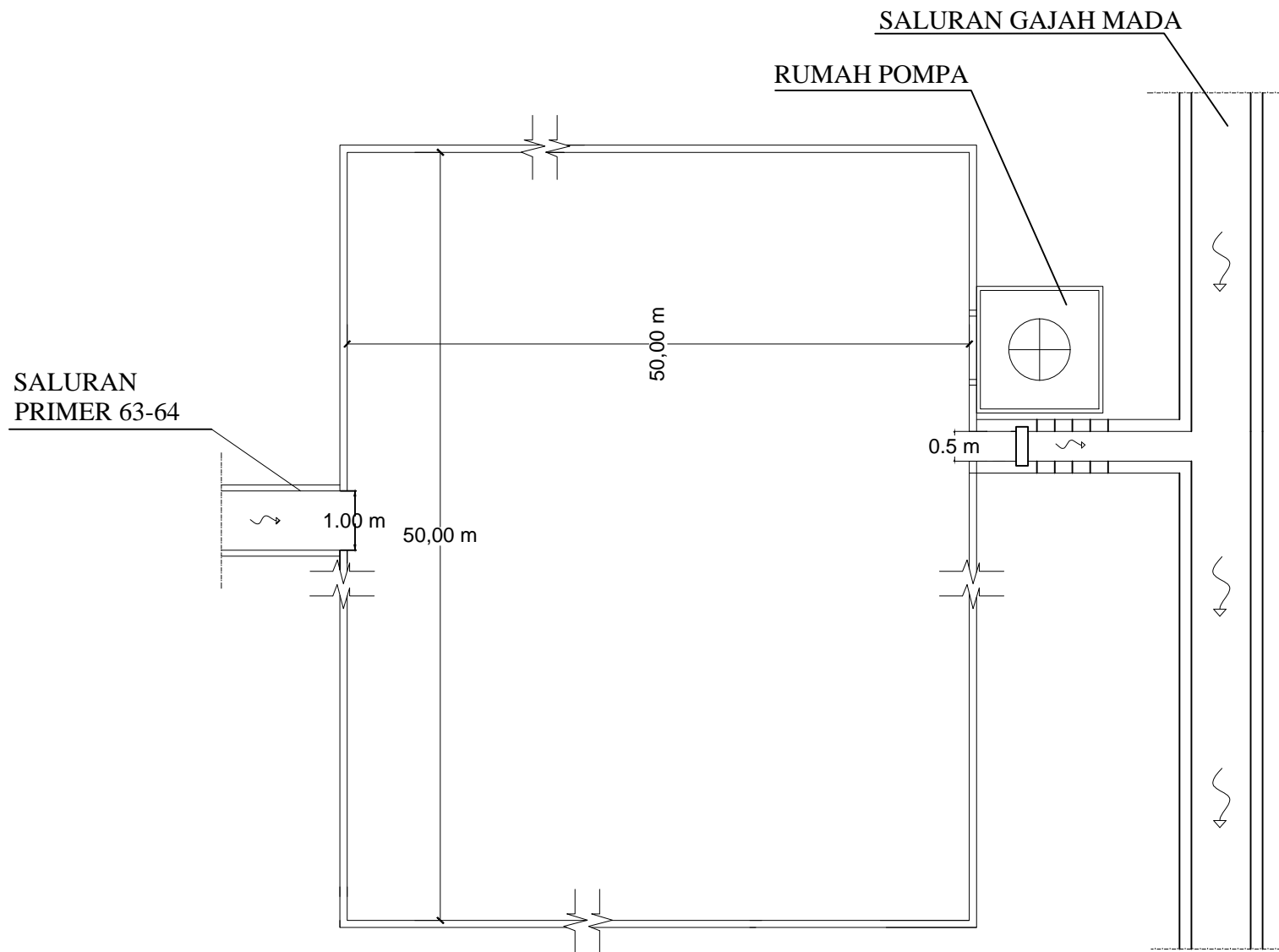
Dr. Ir. Edijatno, CES., DEA.
Ir. Bahmid Tohary, M.Eng.

SKALA GAMBAR

1 : 100

NO. GAMBAR JML GAMBAR

KETERANGAN



DENAH KOLAM TAMPUNG
SKALA 1 : 100



JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI SI LINTAS JALUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE PERUMAHAN
GRYA PETRA KOTA PURWODADI
KABUPATEN GROBOGAN
JAWA TENGAH

NAMA GAMBAR

DENAH KOLAM TAMPUNG

NAMA MAHASISWA /
NRP

ALIEN FAHLEVI /
3114106032

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Edijatno, CES., DEA.
Ir. Bahmid Tohary, M.Eng.

SKALA GAMBAR

1 : 100

NO. GAMBAR

JML GAMBAR

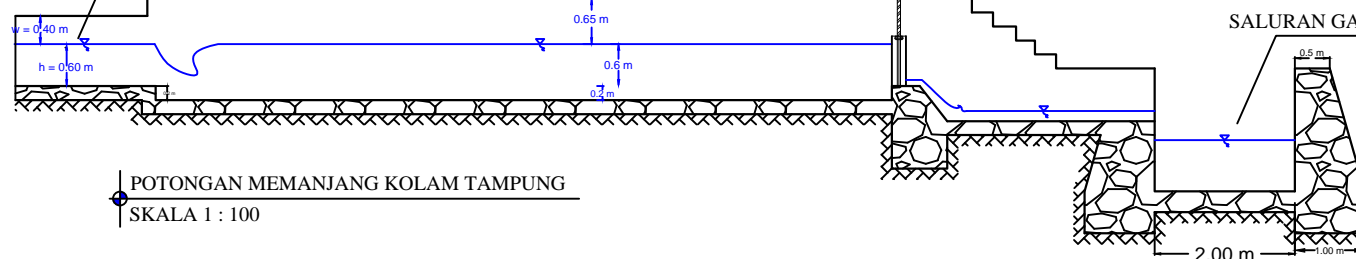
KETERANGAN

RUMAH POMPA

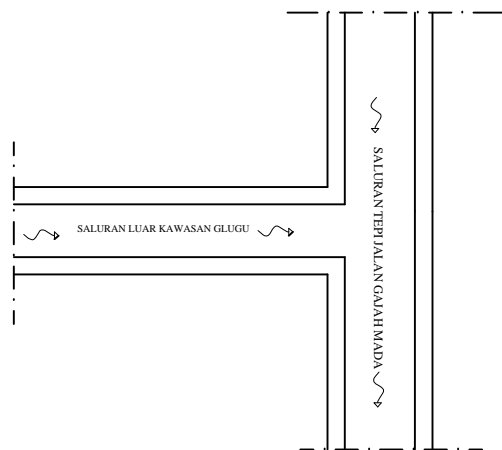
PINTU AIR

SALURAN PRIMER PERUMAHAN

SALURAN GAJAH MADA



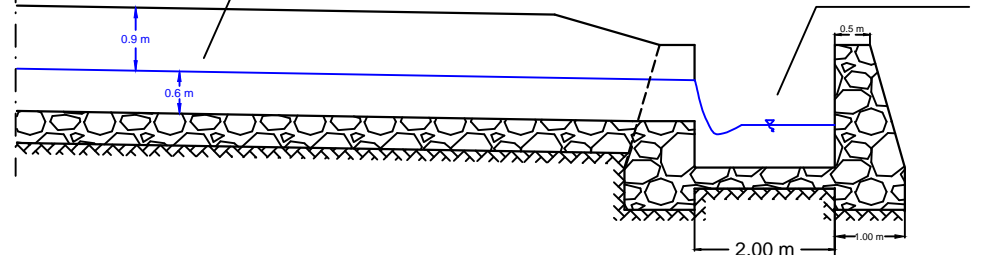
POTONGAN MEMANJANG KOLAM TAMPUNG
SKALA 1 : 100



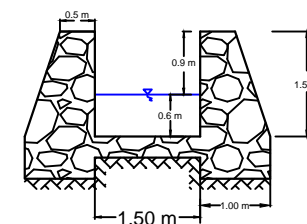
DENAH SALURAN LUAR KAWASAN GLUGU
SKALA 1 : 100

SALURAN KAWASAN GLUGU

SALURAN GAJAH MADA



POTONGAN MEMANJANG SALURAN KAWASAN GLUGU
SKALA 1 : 100



POTONGAN MELINTANG SALURAN KAWASAN GLUGU
SKALA 1 : 100



JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI S1 LINTAS JALUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

EVALUASI SISTEM DRAINASE
PERUMAHAN GRIYA PETRA KOTA
PURWODADI KABUPATEN
GROBOGAN

NAMA GAMBAR

LONG SECTION

NAMA MAHASISWA / NRP

ALIEN FAHLEVI /
3114106032

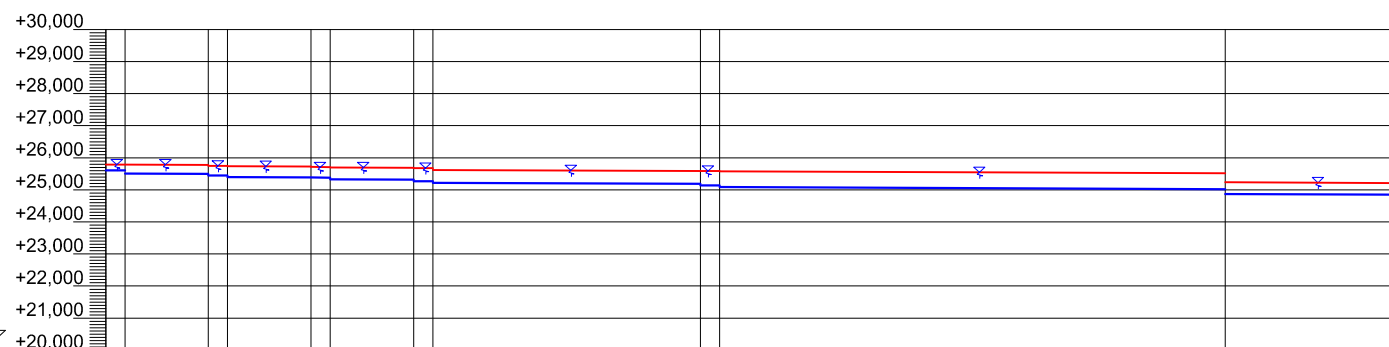
DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Edijatno, CES., DEA.
Ir. Bahmid Tohary, M.Eng

SKALA GAMBAR

NO.GAMBAR JML GAMBAR

KETERANGAN



TITIK KONTROL	23	21	19	17	15	13	11	40	41	9	63	64
JARAK PROFIL (m)	6	26	6	26	6	26	6	82,5	6	157,6	56,70	
E.L. M.A	+25.610 +25.608 +25.508	+25.787 +25.787	+25.776 +25.747 +25.746 +25.485 +25.350	+25.776 +25.746 +25.746 +25.485 +25.350	+25.726 +25.711 +25.711 +25.382 +25.332	+25.686 +25.676 +25.676 +25.219 +25.219	+25.686 +25.686 +25.186 +25.136 +25.084	+25.686 +25.686 +25.686 +25.686 +25.686	+25.686 +25.686 +25.686 +25.686 +25.686	+25.686 +25.686 +25.686 +25.686 +25.686	+25.515 +25.233	+25.210
E.L. DASAR	+25.610 +25.608 +25.508	+25.787 +25.787	+25.776 +25.747 +25.746 +25.485 +25.350	+25.776 +25.747 +25.746 +25.485 +25.350	+25.726 +25.711 +25.711 +25.382 +25.332	+25.686 +25.676 +25.676 +25.219 +25.219	+25.686 +25.686 +25.186 +25.136 +25.084	+25.686 +25.686 +25.686 +25.686 +25.686	+25.686 +25.686 +25.686 +25.686 +25.686	+25.686 +25.686 +25.686 +25.686 +25.686	+25.515 +25.233	+25.210



Alien Fahlevi, Penulis dilahirkan di Semarang 4 Mei 1993, merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Muhammadiyah (Godong), SDN Penawangan 1 (Penawangan), SMP Negeri 1 Penawangan (Penawangan), SMA Negeri 1 Godong. Setelah lulus dari SMA Negeri 1 Godong, penulis melanjutkan studi di Jurusan Diploma III Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro pada tahun 2011. Kemudian setelah lulus dari

Diploma III Teknik Sipil Undip, penulis mengikuti ujian masuk Program S1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS dan diterima di Program S1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS pada periode Genap 2014 dan terdaftar dengan NRP 3114106032. Di jurusan Teknik Sipil ini penulis mengambil bidang studi Hidroteknik dengan judul Tugas Akhir Evaluasi Sistem Drainase Perumahan Griya Petra Kota Purwodadi Kabupaten Grobogan Jawa Tengah. Penulis sempat aktif dalam beberapa kegiatan seminar yang diselenggarakan oleh Undip maupun ITS.

“Halaman Ini Sengaja Dikosongkan”