

Tugas Akhir

**STUDI SISTEM DRAINASE PERUMAHAN
CITRA GRAND GALESONG CITY AREA CLUSTER I
KABUPATEN GOWA**



Disusun oleh :

YOLANDA ELISABETH TUKAN (45 13 041 139)

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS BOSOWA
MAKASSAR
2017**

**“ STUDI SISTEM DRAINASE PERUMAHAN CITRA GRAND
GALESONG CITY
AREA CLUSTER 1 KABUPATEN GOWA “**

Yolanda Elisabeth T⁽¹⁾ Burhanuddin Badrun⁽²⁾ Amiruddin Rana⁽³⁾
Email : elizabethyolanda24@gmail.com

ABSTRAK

Drainase merupakan suatu sistem untuk menyalurkan air hujan. Sistem ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam menciptakan lingkungan yang sehat, apalagi di daerah yang berpenduduk padat seperti di perkotaan. Ciputra Group sendiri saat ini sedang membangun proyek baru yang dinamakan dengan proyek Citra Grand Galesong City. Dalam pembangunan proyek tersebut Citra Grand Galesong City menggunakan sistem drainase tertutup dengan harapan dapat membangun perumahan yang dapat memberikan kenyamanan bagi masyarakat dengan menciptakan lingkungan yang bersih. Untuk mewujudkan wawasan lingkungan tersebut, diperlukan sistem drainase yang kompleks pada proyek Citra Grand Galesong City area Cluster 1 dengan kondisi volume air permukaan yang masuk ke saluran drainase tetap normal sesuai dengan dimensi rencana saluran.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui berapa dimensi saluran yang tepat pada perumahan Citra Grand Galesong City Area Cluster 1 Kabupaten Gowa dengan menggunakan hasil perhitungan. Penelitian ini menggunakan data Primer dan data Sekunder yang berupa data Curah Hujan Maksimum di kabupaten Gowa dan Topografi daerah perumahan Citra Grand Galesong City Area Cluster 1 Kabupaten Gowa. Data primer diambil langsung dari Perumahan Citra Grand Galesong City Area Cluster 1 Kabupaten Gowa dan data sekunder diambil langsung dari BMKG Kabupaten Gowa.

Dalam penelitian ini, perhitungan dimensi saluran dibagi menjadi 5 bagian, dimana dimensi drainase pertama adalah $0,452 \text{ m} \approx 0,6 \text{ m}$, dimensi drainase kedua adalah $0,48 \text{ m} \approx 0,6 \text{ m}$, dimensi drainase ketiga adalah $0,8$, dimensi drainase keempat adalah $0,978 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$, dan dimensi drainase untuk jalan adalah $0,452 \text{ m} \approx 0,6 \text{ m}$.

Kata Kunci : Drainase Tertutup Perumahan Citra Grand Galesong City Area Cluster 1

1 Mahasiswa Universitas Bosowa

2 Dosen Tetap Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa

3 Dosen Tetap Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan Puji Syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dalam rangka menyelesaikan studi di Universitas Bosowa Makassar.

Sebagai manusia biasa, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat kekeliruan sehingga masih memerlukan perbaikan. Hal ini disebabkan karena keterbatasan ilmu dan kemampuan yang dimiliki oleh penulis, karenanya berbagai saran dan masukan yang membangun sangat diharapkan agar dapat memperbaiki tugas akhir ini.

Penulis pun menyadari sepenuhnya bahwa terselesainya tugas akhir ini tidak dapat terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Kedua orang tua penulis yang tak pernah lelah dalam memberikan kasih sayang, perhatian, dan pengertian serta dorongan moril maupun materi
2. Bapak Prof. Dr. M. Saleh Pallu, M. Eng sebagai Rektor Universitas Bosowa Makassar
3. Ibu Savitri Prasandi Mulyani, ST. MT sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar
4. Bapak Ir. Burhanuddin Badrun, MSP sebagai pembimbing I (peratama) dan bapak Ir. Amiruddin Rana, MT sebagai pembimbing II (kedua)

5. Bapak – bapak dan Ibu – ibu dosen serta staf Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar
6. Buat saudara – saudara penulis, terima kasih atas kasih sayangnya dan dorongannya
7. Teman – teman seperjuangan di Univesritas Bosowa Makassar, terimakasih atas bantuan dan dukungan yang diberikan selama ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu – persatu yang telah membantu hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.

Makassar, Maret 2017

BOSOWA
penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Sampul	i
Lembar Pengajuan Ujian Akhir	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xiii
Daftar Notasi	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I - 1
1.2. Rumusan Masalah.....	I -3
1.3. Tujuan Penelitian.....	I - 3
1.4. Batasan Masalah.....	I - 4
1.5. Manfaat Penelitian.....	I - 4
1.6. Sistematika Penulisan	I - 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Drainase	II - 1
2.1.1. Pengertian Drainase.....	II - 1
2.1.2. Sistem Drainase	II - 4

2.1.3. Jenis – Jenis Jaringan Drainase.....	II - 6
2.1.3.1. Saluran Terbuka	II - 6
2.1.3.2. Saluran Tertutup	II - 7
2.2. Hidrologi	II -11
2.2.1. Siklus Hidrologi.....	II -11
2.2.2. Debit Air Maksimum	II -13
2.2.3. Perhitungan Curah Hujan.....	II -13
2.2.4. Analisa Curah Hujan Rencana	II -18
2.2.5. Perhitungan Intensitas Curah Hujan.....	II - 30
2.3. Hidraulika	II - 31
2.3.1. Teori Hidraulika	II - 31
2.3.2. Perhitungan Debit.....	II - 31
2.3.2.1 Luas Daerah Pengaliran	II - 31
2.3.2.2 Waktu Konsentrasi	II - 32
2.3.2.3 Koefisien Pengaliran	II - 33
2.3.2.4 Debit Rencana	II - 34
2.3.3. Kecepatan Aliran	II - 35
2.3.5. Kemiringan Dasar saluran	II - 36
2.3.8. Evaluasi Saluran Drainase Terhadap Debit Saluran	II - 37
2.3.9. Penentuan Dimensi Saluran	II – 38

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian	III - 1
3.2. Jenis Data	III - 1

3.3. Langkah – Langkah Penelitian	III - 2
3.3.1. Permohonan Izin.....	III - 2
3.3.2. Teknik Pengumpulan Data	III - 2
3.3.3. Mengolah data	III - 3
3.3.4. Penyusunan laporan.....	III - 4

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Curah Hujan Harian Maksimum	IV- 1
4.1.1. Data Curah Hujan	IV - 1
4.1.2. Analisis Parameter Statistik	IV - 2
4.1.3. Perhitungan Periode Ulang Distribusi Log Normal.....	IV - 4
4.1.4. Perhitungan Uji Smirnov - Kolmogorof.....	IV - 6
4.1.5. Perhitungan Waktu Konsentrasi	IV - 7
4.2. Analisa Intensitas Curah Hujan	IV - 8
4.3. Analisa Debit Saluran	IV - 11
4.3.1. Perhitungan Debit Drainase Pertama (1).....	IV - 13
4.3.2. Perhitungan Debit Drainase Kedua (2).....	IV - 16
4.3.3. Perhitungan Debit Drainase Ketiga (3)	IV - 19
4.3.4. Perhitungan Debit Drainase Keempat (4).....	IV - 22
4.3.5. Perhitungan Debit Drainase Kelima (5)	IV - 25
4.3.6. Perhitungan Debit Drainase Jalan Perumahan.....	IV - 29
4.4. Perhitungan Dimensi Saluran Drainase.....	IV - 30
4.4.1. Perhitungan Dimensi Drainase Pertama (1)	IV - 31
4.4.2. Perhitungan Dimensi Drainase Kedua (2)	IV - 31

4.4.3. Perhitungan Dimensi Drainase Ketiga (3).....	IV - 32
4.4.4. Perhitungan Dimensi Drainase Keempat (4)	IV - 33
4.4.5. Perhitungan Dimensi Drainase Kelima (5).....	IV - 34
4.4.6. Perhitungan Dimensi Drainase Jalan Perumahan	IV - 35

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan.....	V- 1
5.2. Saran.....	V- 3

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II-1 Kriteria desain hidrologi system drainase perkotaan...	II - 11
Tabel II-2 Karakteristik distribusi frekuensi	II - 17
Tabel II-3 Nilai kritik Q dan R.....	II - 20
Tabel II-4 Variabel reduksi gauss	II –22
Tabel II-5 Nilai kritis untuk distribusi Chi-Kuadrat	II – 25
Tabel II-6 Nilai delta kritis (Do) untuk uji keselarasan Smirnov Kolmogrof	II – 27
Tabel II-7 Koefisien pengaliran	II – 30
Tabel II-8 Kecepatan aliran berdasarkan jenis bahan saluran	II –33
Tabel II-9 Koefisien Hazen Williams.....	II – 37
Tabel IV-1 Data Curah Hujan Maksimum Harian Stasiun Geofisika Gowa dengan menggunakan satuan (mm).....	IV - 1
Tabel IV-2 Data Curah Hujan Harian Maksimum	IV - 2
Tabel IV-3 Perhitungan untuk Penentuan Parameter Statistik ...	IV –3
Tabel IV-4 Hasil Perbandingan Jenis – Jenis Distribusi.....	IV – 5

Tabel IV-5	Nilai-nilai pada Persamaan Distribusi Log Normal....	IV - 6
Tabel IV-6	Hasil Perhitungan Data Hujan dengan Distribusi Log Normal	IV - 7
Tabel IV-7	Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov.....	IV - 8
Tabel IV-8	Tabel Intensitas Hujan untuk Periode ulang T pada durasi t untuk kavling nomor 1-10.....	IV –11
Tabel IV-9	Tabel Intensitas Hujan untuk Periode ulang T pada durasi t untuk kavling nomor 11-27.....	IV – 11
Tabel IV-10	Tabel Intensitas Hujan untuk Periode ulang T pada durasi t untuk jalan	IV - 12
Tabel IV-11	Luasan Per Kavling Area Cluster 1.....	IV - 12
Tabel IV-12	Perhitungan Luasan Atap.....	IV - 13
Tabel IV-13	Nilai Koefisien Aliran Seluruh Kawasan Perumahan Pertama	IV - 15
Tabel IV-14	Debit Curah Hujan Pertama	IV - 16
Tabel IV-15	Nilai Koefisien Aliran Kawasan Perumahan Kedua...	IV – 18
Tabel IV-16	Debit Curah Hujan Drainase Kedua.....	IV - 19
Tabel IV-17	Nilai Koefisien Aliran Kawasan Perumahan Drainase Ketiga	IV - 21

Tabel IV-18 Debit Curah Hujan Drainase Ketiga.....	IV - 22
Tabel IV-19 Nilai Koefisien Aliran Kawasan Perumahan Drainase Keempat.....	IV - 25
Tabel IV-20 Debit Curah Hujan Drainase Keempat	IV - 26
Tabel IV-21 Nilai Koefisien Aliran Kawasan Perumahan Drainase Kelima	IV - 28
Tabel IV-22 Debit Curah Hujan Drainase Kelima.....	IV - 28
Tabel IV-23 Debit Saluran Cluster 1 untuk Periode ulang 2 tahun	IV - 29

BOSOWA

DAFTAR GAMBAR

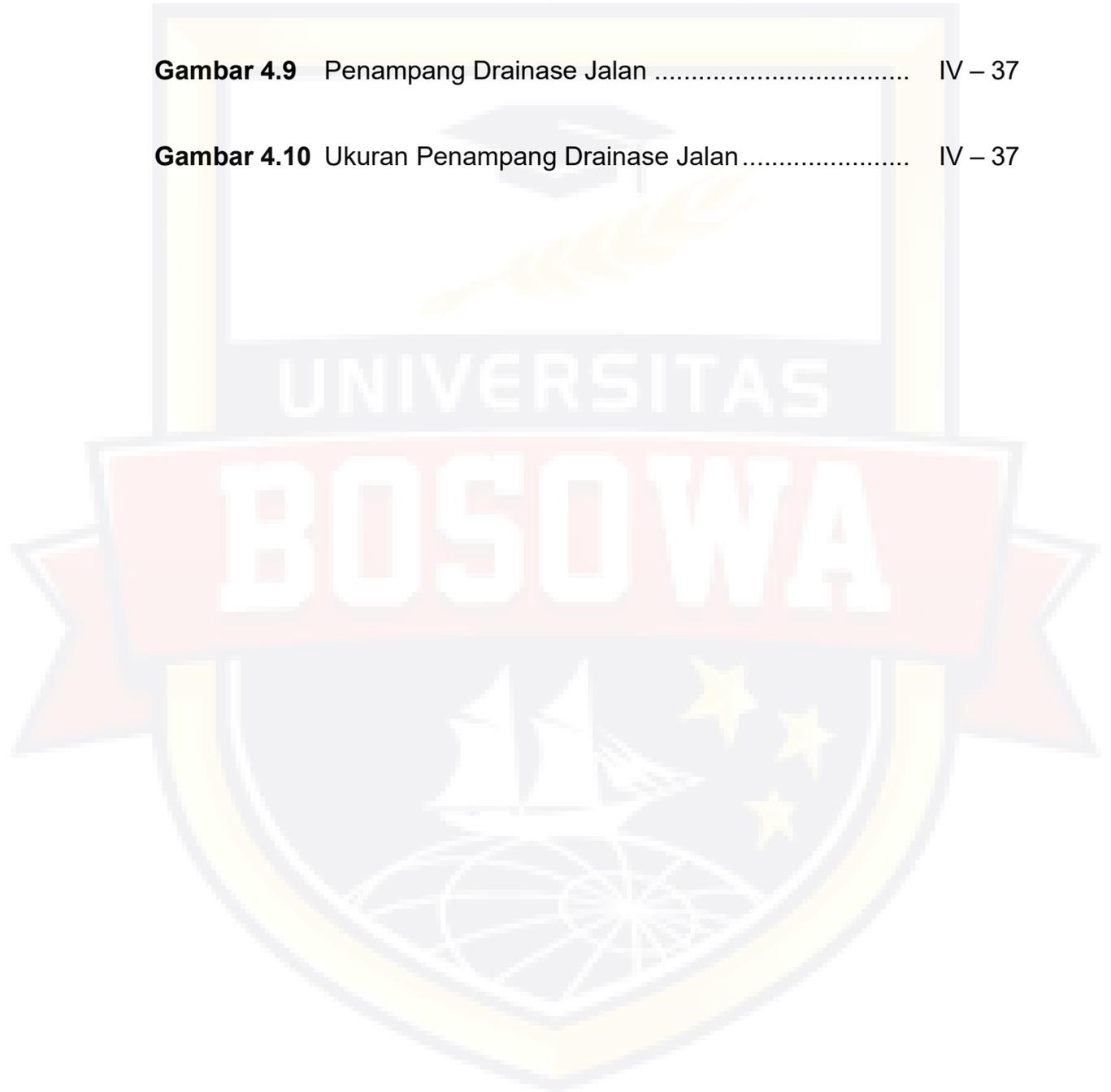
	Halaman
Gambar 2.1 Hirarki Susunan Saluran	II -4
Gambar 2.2 Siklus Hidrologi.....	II - 13
Gambar 2.3 Metode Poligon Thiessen	II –16
Gambar 2.4 Isohyet.....	II - 18
Gambar 2.5 Sketsa Analisa Kurva Massa Ganda Stasiun A dan B	II - 21
Gambar 3.1 Peta Perumahan Citra Grand Galesong City.....	III –1
Gambar 3.1 Flow Chart Penelitian.....	III - 5
Gambar 4.1 Penampang Drainase Pertama.....	IV - 29
Gambar 4.2 Ukuran Penampang Drainase Pertama	IV – 29
Gambar 4.3 Penampang Drainase Kedua.....	IV - 31
Gambar 4.4 Ukuran Penampang Drainase Kedua	IV - 31
Gambar 4.5 Penampang Drainase Ketiga.....	IV – 33
Gambar 4.6 Ukuran Penampang Drainase Ketiga	IV – 33

Gambar 4.7 Penampang Drainase Keempat..... IV – 35

Gambar 4.8 Ukuran Penampang Drainase Keempat IV – 35

Gambar 4.9 Penampang Drainase Jalan IV – 37

Gambar 4.10 Ukuran Penampang Drainase Jalan..... IV – 37



DAFTAR NOTASI

A	= Luas Penampang
C_H	= Koefisien Hazen – William
C_k	= Koefisien Ketajaman
C_s	= Koefisien Skewness
C_v	= Koefisien Variasi
D	= Diameter
d	= Kedalaman Genagan air di saluran
E_i	= Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i
G	= Jumlah sub kelompok
I	= Intensitas hujan (mm/jam)
i_j	= Kemiringan memanjang jalan atau bahu jalan
i_m	= Kemiringan melintang jalan atau bahu jalan (i_b)
K_T	= Factor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang tau periode ulang
L	= Panjang saluran (m)
n	= Koefisien Manning dasar saluran
O_i	= Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i,
\bar{P}	= Penakar curah hujan
P_1, P_2, \dots, P_n	= Curah hujan yang tercatat di pospenakar hujan.
1, 2, ...n	= Banyaknya pos penakar hujan.

Q	= Debit Saluran
R	= Curah hujan rancangan tempat (mm)
\bar{R}	= Rata – Rata
S	= Deviasi Standar Nilai Variat
S	= Kemiringan rata-rata saluran (%)
Sd	= Simpangan Baku
Sx	= Standar Deviasi
Sn	= Reduced standar Deviasi sebagai fungsi banyaknya data(n)
Tc	= Lama waktu konsentrasi (jam)
V	= Kecepatan
X_h^2	= Parameter Chi-Kuadrat terhitung,
\bar{X}	= Nilai Rata - Rata Hitung Variat
\bar{Y}	= Nilai Rata - Rata Hitung Variat
Yn	= Reduced Mean sebagai fungsi dari banyak data (n)
Yt	= Reduced variate
Zd	= Lebar Genangan
zi	= $1i/m$ atau $1i/b$

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Kota merupakan tempat bagi banyak orang untuk melakukan berbagai aktivitas, maka untuk menjamin kesehatan dan kenyamanan penduduknya harus ada sanitasi yang memadai, misalnya drainase. Dengan adanya drainase tersebut genangan air hujan dapat disalurkan sehingga banjir dapat dihindari dan tidak akan menimbulkan dampak gangguan kesehatan pada masyarakat serta aktivitas masyarakat tidak akan terganggu.

Drainase merupakan suatu sistem untuk menyalurkan air hujan. Sistem ini mempunyai peranan yang sangat penting dalam menciptakan lingkungan yang sehat, apalagi di daerah yang berpenduduk padat seperti di perkotaan. Drainase juga merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas, dimana drainase merupakan suatu cara pembuangan kelebihan air yang

tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut.

Dari sudut pandang yang lain, drainase adalah salah satu unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih, dan sehat. Prasarana drainase disini berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke badan air (sumber air permukaan dan bawah permukaan) dan atau bangunan resapan. Selain itu juga berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air dan banjir.

Ciputra Group sendiri yang bergerak dalam bidang property memiliki tujuan terhadap masyarakat yaitu ingin menciptakan kualitas hidup masyarakat yang lebih baik, dengan melakukan aktifitas usaha yang senantiasa menjaga kelestarian lingkungan dan sumber daya alam, selalu berusaha menjadi bagian yang baik dari komunitas usaha dan masyarakat (good corporate citizen-ship), serta mendukung organisasi-organisasi yang meningkatkan mutu lingkungan, pendidikan dan kehidupan masyarakat.

Dengan tujuan tersebut, Ciputra Grup membangun proyek baru yang dinamakan dengan proyek Citra Grand Galesong City, dimana proyek tersebut dibangun dengan lahan seluas 500Ha di area perbukitan, Desa Pallantikang kecamatan Pattallassang, Kabupaten Gowa. Dalam pembangunan proyek tersebut Citra Grand Galesong City menggunakan

sistem drainase tertutup dengan harapan dapat membangun perumahan yang dapat memberikan kenyamanan bagi masyarakat dengan menciptakan lingkungan yang bersih.

Untuk mewujudkan wawasan lingkungan tersebut, diperlukan sistem drainase yang kompleks pada proyek Citra Grand Galesong City area Cluster 1 dengan kondisi volume air permukaan yang masuk ke saluran drainase tetap normal sesuai dengan dimensi rencana saluran.

Dengan berlatar belakang dari konsep pembangunan proyek Citra Grand Galesong City terhadap drainase tertutup, maka saya mengangkat judul **“Studi Sistem Drainase Perumahan Citra Grand Galesong City area Cluster 1 Kabupaten Gowa”**

1.2. RUMUSAN MASALAH

Dari uraian diatas, dikemukakan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana menganalisa debit banjir yang terjadi pada perumahan Citra Grand Galesong City area Cluster 1 Kabupaten Gowa ?
2. Bagaimana rencana bentuk dan dimensi penampang saluran pada sistem drainasinya perumahan Citra Grand Galesong City area Cluster 1 Kabupaten Gowa ?

1.3. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menganalisis debit banjir pada kawasan perumahan Citra Grand Galesong City area Cluster 1 Kabupaten Gowa

2. Untuk mengetahui rencana bentuk dan dimensi penampang saluran pada sistem drainasenya perumahan Citra Grand Galesong City area Cluster 1 Kabupaten Gowa.

1.4. BATASAN MASALAH

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Debit yang dihitung menggunakan data curah hujan yang diperoleh dari Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah IV Makassar.
2. Lokasi penelitian hanya meninjau pada kawasan perumahan Citra Grand Galesong City area Cluster 1 Kabupaten Gowa.

1.5. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang di harapkan muncul dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat teoritis
Mengembangkan ilmu pengetahuan di bidang teknik sipil sesuai dengan teori yang didapat di bangku perkuliahan
2. Manfaat praktis.
Memberikan tambahan informasi kepada proyek Citra Grand Galesong City mengenai sistem drainase pada perumahan tersebut khususnya pada area Cluster 1

1.6. SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan disusun secara sistematis sebagai kerangka masalah yang terdiri dari beberapa hal dengan maksud agar permasalahan yang akan dibahas menjadi jelas dan mudah diikuti.

Secara garis besar, tugas akhir ini terdiri dari lima bab yang penyajiannya sebagai berikut :

1. Bagian Awal Terdiri dari Lembar Judul, Lembar Pengesahan, Lembar Persetujuan, Kata Pengantar, Daftar Isi, Daftar Tabel, Daftar Gambar, Daftar Notasi, Daftar Lampiran, dan Abstrak.
2. Bagian Isi Terdiri dari 5 bab yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini mengemukakan tentang informasi secara keseluruhan dari penelitian ini yang berkenaan dengan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang berkaitan dengan pembahasan skripsi ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini yang berisi sumber perolehan data, lokasi penelitian, jenis data yang diperoleh, langkah-langkah yang dilakukan dalam penulisan, dan kerangka pemikiran.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini menjelaskan tentang hasil yang yang diperoleh dari pengambilan data, baik yang menyangkut data primer maupun data sekunder serta menjelaskan tentang pengolahan data serta output dari penelitian

BAB V KESIMPULANN DAN SARAN

Merupakan bab yang berisi kesimpulan dan saran-saran dari analisa data primer maupun sekunder yang diperoleh dari hasil studi lapangan dan studi literatur.

3. Bagian Akhir terdiri dari Daftar Pustakan dan Lampiran.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Drainase

2.1.1. Pengertian Drainase

Drainase yang berasal dari bahasa Inggris yaitu drainage mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Selain itu, drainase dapat juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah. Jadi, drainase menyangkut tidak hanya air permukaan tapi juga air tanah.

Sesuai dengan prinsip sebagai jalur pembuangan maka pada waktu hujan, air yang mengalir di permukaan diusahakan secepatnya dibuang agar tidak menimbulkan genangan yang dapat mengganggu aktivitas dan bahkan dapat menimbulkan kerugian (R. J. Kodoatie, 2005).

2.1.2 Fungsi Drainase

Adapun fungsi drainase menurut R. J. Kodoatie adalah:

1. Membebaskan suatu wilayah (terutama yang padat dari permukiman) dari genangan air, erosi, dan banjir.
2. Karena aliran lancar maka drainase juga berfungsi memperkecil resiko kesehatan lingkungan bebas dari malaria (nyamuk) dan penyakit lainnya.
3. Kegunaan tanah permukiman padat akan menjadi lebih baik karena terhindar dari kelembaban.

4. Dengan sistem yang baik tata guna lahan dapat dioptimalkan dan juga memperkecil kerusakan-kerusakan struktur tanah untuk jalan dan bangunan lainnya.

Sistem drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. (Suripin,2004).

Bangunan dari sistem drainase pada umumnya terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*), dan badan air penerima (*receiving waters*).

Ada beberapa jenis sistem drainase yaitu :

1. Menurut R. J. Kodoatie sistem jaringan drainase di dalam wilayah kota dibagi atas 2 (dua) bagian yaitu:
 - a. Sistem drainase mayor adalah sistem saluran yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (*Catchment Area*). Biasanya sistem ini menampung aliran yang berskala besar dan luas seperti saluran drainase primer.
 - b. Sistem drainase minor adalah sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan dimana sebagian besar di dalam wilayah kota, contohnya seperti saluran atau selokan air hujandi

sekitar bangunan. Dari segi konstruksinya sistem ini dapat dibedakan menjadi sistem saluran tertutup dan sistem saluran terbuka.

2. Bila ditinjau dari segi fisik (hirarki susunan saluran) sistem drainase perkotaan diklasifikasikan atas saluran primer, sekunder, tersier dan seterusnya.

a. Saluran Primer

Saluran yang memanfaatkan sungai dan anak sungai. Saluran primer adalah saluran utama yang menerima aliran dari saluran sekunder.

b. Saluran Sekunder

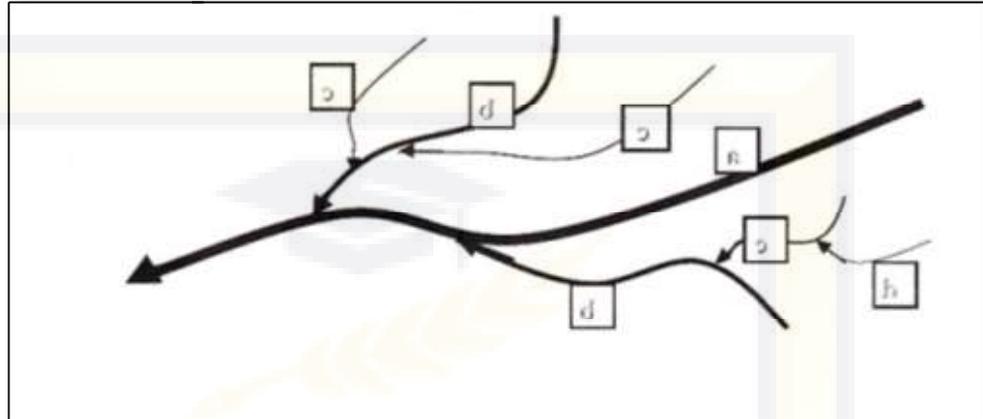
Saluran yang menghubungkan saluran tersier dengan saluran primer (dibangun dengan beton/ plesteran semen).

c. Saluran Tersier

Saluran untuk mengalirkan limbah rumah tangga ke saluran sekunder, berupa plesteran, pipa dan tanah.

d. Saluran Kwartar

Saluran kolektor jaringan drainase local



Gambar 2.1 Hirarki Susunan Saluran

(Sumber : Tiurma Elita Saragi, 2007, Tinjauan Manajemen Sistem Drainase Kota Pematang Siantar:11)

Keterangan:

a = Saluran primer

b = Saluran sekunder

c = Saluran tersier

d = Saluran kwarter

2.1.2. Sistem Drainase

Pertumbuhan penduduk dan pembangunan menyebabkan perubahan tata guna lahan, dimana yang semula lahan terbuka menjadi areal permukiman. Dampak dari perubahan tata guna lahan tersebut adalah meningkatnya aliran permukaan langsung sekaligus menurunnya air yang meresap ke dalam tanah. Air sebagai sumber kehidupan, juga berpotensi besar terhadap timbulnya bencana yang sangat merugikan. Konsep dasar dari pengembangan drainase berkelanjutan adalah meningkatkan daya guna air, meminimalkan kerugian, serta memperbaiki

dan konservasi lingkungan. Prioritas utama dalam mewujudkan konsep tersebut harus ditujukan untuk mengelola limpasan permukaan dengan cara mengembangkan fasilitas untuk menahan air hujan (*rainfall retention facilities*).

Berdasarkan fungsinya, fasilitas penahan air hujan dapat berupa yaitu: tipe penyimpanan (*storage types*) dan tipe peresapan (*infiltration types*).

Fasilitas penyimpan air hujan di luar lokasi berfungsi mengumpulkan dan menyimpan limpasan air hujan di ujung hulu saluran atau tempat lain dengan membangun retarding basin atau kolam pengatur banjir. Penyimpanan di tempat dikembangkan untuk menyimpan air hujan yang jatuh di kawasan itu sendiri yang tidak dapat dibuang langsung ke saluran. Fasilitas penyimpanan tidak harus berupa bangunan, tetapi juga dapat memanfaatkan lahan terbuka.

Fasilitas resapan dikembangkan di daerah-daerah yang mempunyai tingkat permeabilitas tinggi dan secara teknis pengisian air tanah tidak mengganggu stabilitas geologi. Fasilitas resapan dapat berupa parit, sumur, kolam maupun perkerasan yang porous.

Sistem drainase konvensional adalah sistem drainase dimana air hujan dibuang atau dialirkan ke sungai dan diteruskan sampai ke laut. Berbeda dengan sistem drainase berkelanjutan, sistem ini bertujuan hanya membuang atau mengalirkan air hujan agar tidak menggenang, sehingga

tidak diperlukan fasilitas resapan air hujan seperti sumur resapan, kolam, dan fasilitas lainnya.

2.1.3. Jenis – jenis Jaringan Drainase

2.1.4.1 Saluran terbuka

Saluran terbuka, yaitu sistem saluran yang biasanya direncanakan hanya untuk menampung dan mengalirkan air hujan (sistem terpisah), namun kebanyakan sistem saluran ini berfungsi sebagai saluran campuran. Pada pinggiran kota, saluran terbuka ini biasanya tidak diberi lining (lapisan pelindung). Akan tetapi saluran terbuka di dalam kota harus diberi lining dengan beton, pasangan batu (*masonry*) ataupun dengan pasangan bata.

Saluran terbuka umumnya digunakan pada lahan yang masih memungkinkan (luas); lalu lintas pejalan kaki relative jarang, beban dikiri dan dikanan saluran relative ringan

1. Bentuk trapezium

Umumnya digunakan pada daerah yang masih mempunyai lahan yang cukup, dan harga lahan murah, umumnya digunakan untuk saluran yang relative besar.

2. Bentuk Segi Empat

Umunya digunakan pada daerah yang lahannya tidak terlalu lebar, dan harga lahanya mahal. Umumnya digunakan untuk saluran yang relative besar dan sedang.

3. Bentuk setengah lingkaran

Umumnya digunakan pada saluran dilingkungan pemukiman berupa saluran sekunder dan tersier.

4. Bentuk segitiga

Umumnya digunakan pada daerah pemukiman sebagai saluran tersier. Keuntungannya dapat mengalirkan air pada debit yang kecil. Kerugiannya sulit dalam pemeliharaan.

5. Bentuk-bentuk kombinasi

Bentuk – bentuk kombinasi antara lain berbentuk seperti trapesium, segiempat, setengah lingkaran, dan segitiga

2.1.4.2 Saluran Tertutup

Saluran tertutup umumnya digunakan pada daerah yang lahanya terbatas (pasar, pertokoan), daerah yang lalu lintas pejalan kaki padat, lahan yang dipakai untuk lahan parker.

1. Macam – macam bentuk saluran tertutup adalah sebagai berikut :

a. Bentuk lingkaran

Keuntungannya adalah mudah dalam menyiapkan cekungan, mudah dalam menghitung ukuran yang dibutuhkan oleh debit air yang ada. Kerugiannya antara lain adalah harus menyiapkan perletakan yang sesuai.

b. Bentuk persegi empat

Keuntungannya antara lain adalah mudah dalam mengubah ukuran. Mudah menyiapkan cetakan, mudah menghitung besar ukuran yang dibutuhkan oleh debit air air yang tersedia.

c. Bentuk tapal kuda

Keuntungannya dalah cukup ekonomis untuk saluran yang besar. Kerugiannya adalah sulit dalam pelaksanaan dan membutuhkan waktu yang lama dalam pelaksanaan.

d. Bentuk bulat telur

Keuntungannya adalah sangat baik untuk debit aliran yang kecil. Kerugiannya adalah biaya yang tinggi dan sukara dalam penyetulan dilapangan.

2. Jenis Saluran Tertutup

Saluran tertutup merupakan bagian dari saluran sistem drainase yang dapat digunakan di tempat yang tidak memungkinkan untuk dibuat saluran terbuka. Pada saluran tertutup dapat dibedakan menjadi 2 macam yaitu:

a. Saluran tertutup

b. Saluran terbuka yang ditutup

3. Keuntungan dan kerugian saluran tertutup adalah:

a. Keuntungan yang diperoleh adalah bagian atas saluran tertutup dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan.

- b. Kerugian yang diperoleh adalah pemeliharaan saluran tertutup jauh lebih sukar dan terutama kondisi kesadaran masyarakat Indonesia masih rendah dalam hal pembuangan sampah.

2.2 Hidrologi

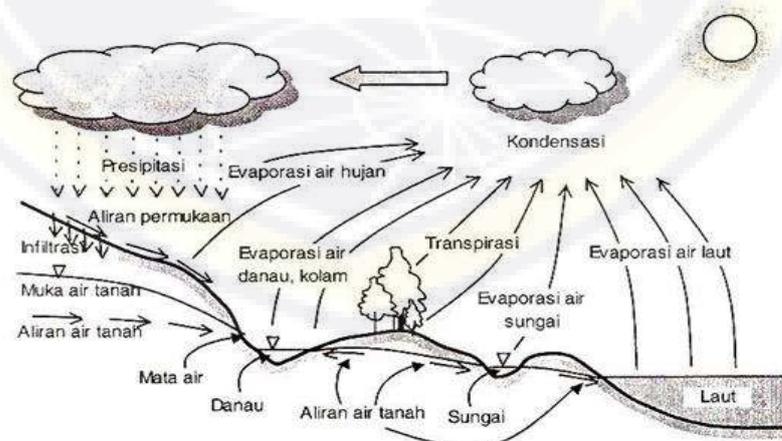
2.2.1 Siklus Hidrologi

Siklus Hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Pemanasan air samudera oleh sinar matahari merupakan kunci proses siklus hidrologi tersebut dapat berjalan secara kontinu. Air berevaporasi, kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan batu, hujan es dan salju (*sleet*), hujan gerimis atau kabut. Pada perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara kontinu dalam tiga cara yang berbeda:

1. Evaporasi / transpirasi; Air yang ada di laut, di daratan, di sungai, di tanaman, dan sebagainya kemudian akan menguap ke angkasa (atmosfer) dan kemudian akan menjadi awan. Pada keadaan jenuh uap air (awan) itu akan menjadi titik-titik air yang selanjutnya akan turun (*precipitation*) dalam bentuk hujan, salju dan es.
2. Infiltrasi/ perkolasi ke dalam tanah; Air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju muka air

tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal di bawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan.

3. Air Permukaan; Air bergerak di atas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau, makin landai lahan dan makin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan disekitar daerah aliran sungai menuju laut. Air permukaan, baik yang mengalir maupun yang tergenang (danau, waduk, rawa), dan sebagian air bawah permukaan akan terkumpul dan mengalir membentuk sungai dan berakhir ke laut. Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi yang membentuk sistem Daerah Aliran Sungai (DAS).



Gambar 2.2 Siklus Hidrologi

(Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang berkelanjutan*: 20)

Dalam perencanaan saluran drainase dipakai standard yang telah ditetapkan baik periode ulang dan cara analisis yang dipakai. Adapun hubungan antara luas DAS dan periode ulang yang akan dipakai dalam perencanaan drainase dijabarkan dalam tabel II – 1 di bawah ini

Tabel II – 1 Kriteria desai hidrologi system drainase perkotaan

Luas DAS (ha)	Periode ulang	Metode perhitungan debit hujan
<10	2	Rasional
10 – 100	2 – 5	Rasional
101 – 500	5 – 20	Rasional
>500	10 – 25	Hidrograf satuan

(Sumber : Suripin, 2004)

2.2.2 Debit Air Maksimum

Debit air maksimum merupakan kondisi puncak/kritis yang terjadi pada saat volume Kanal Banjir (*Floodway*) penuh. Hal ini disebabkan masuknya air ke Kanal Banjir (*Floodway*) secara bersamaan yang menyebabkan kemampuan untuk mengalirkan air tersebut menjadi lambat.

2.2.3 Perhitungan Curah Hujan

Curah hujan yang diperlukan untuk perhitungan debit genangan banjir adalah curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah dan dinyatakan dalam mm. Curah hujan harian maksimum wilayah atau daerah dihitung dengan mengambil nilai rata-rata curah hujan harian maksimum dari masing-masing stasiun yang digunakan. Metode perhitungan curah hujan wilayah dikenal cukup banyak. Dalam penulisan ini digunakan metode Aljabar rata-rata karena Cara ini cocok untuk kawasan atau wilayah dengan topografi rata atau datar

(0 – 5 %). Curah hujan aljabar rata-rata dapat dihitung dengan persamaan (Suripin, 2004)

$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{n} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

\bar{P} = Rata-rata aljabar (mm).

P_1, P_2, \dots, P_n = Curah hujan yang tercatat di pospenakar hujan.

1, 2, ...,n = Banyaknya pos penakar hujan.

1. Metode Rata-Rata Aljabar

Merupakan metode yang paling sederhana dalam perhitungan hujan kawasan. Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa semua penakar hujan mempunyai pengaruh yang setara. Cara ini cocok untuk kawasan dengan topografi rata atau datar, alat penakar tersebar merata/hampir merata, dan harga individual curah hujan tidak terlalu jauh dari harga rata-ratanya. Hujan kawasan diperoleh dari persamaan

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

P_1, P_2, \dots, P_n = curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan 1, 2, ..., n

n = banyaknya pos penakar hujan.

2. Metode Poligon Thiessen

Metode ini dikenal juga sebagai metode rata-rata timbang (*weighted mean*). Cara ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman

jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar terdekat. Diasumsikan bahwa variasi hujan antara pos yang satu dengan lainnya adalah linier dan bahwa sembarang pos dianggap dapat mewakili kawasan terdekat.

Hasil metode poligon Thiessen lebih akurat dibandingkan dengan metode rata-rata aljabar. Cara ini cocok untuk daerah datar dengan luas 500 - 5.000 Km², dan jumlah pos penakar hujan terbatas dibandingkan luasnya.

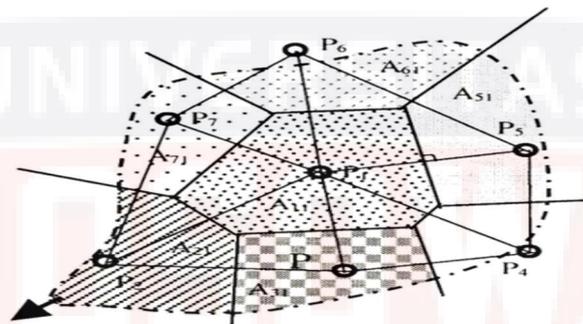
Prosedur penerapan metode ini meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Lokasi pos penakar hujan diplot pada peta DAS. Antar pos penakar dibuat garis lurus penghubung.
- b. Tarik garis tegak lurus di tengah-tengah tiap garis penghubung sedemikian rupa, sehingga membentuk poligon Thiessen. Semua titik dalam satu poligon akan mempunyai jarak terdekat dengan pos penakar yang ada di dalamnya dibandingkan dengan jarak terhadap pos lainnya. Selanjutnya, curah hujan pada pos tersebut dianggap representasi hujan pada kawasan dalam poligon yang bersangkutan.
- c. Luas areal pada tiap-tiap poligon dapat diukur dengan planimeter dan luas total DAS, A, dapat diketahui dengan menjumlahkan semua luasan poligon.

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

$$\bar{P} = \frac{P_1 A_1 + P_2 A_2 + \dots + P_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots(2.3)$$

di mana p_1, P_2, \dots, P_n adalah curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan 1, 2, ..., n. A_1, A_2, \dots, A_n adalah luas areal poligon 1, 2, ..., n. n adalah banyaknya pos penakar hujan.



Gambar 2.3 Metode Poligon Thiessen

3. Metode Isohyet

Metode ini merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata, namun diperlukan keahlian dan pengalaman. Cara ini memperhitungkan secara aktual pengaruh tiap-tiap pos penakar hujan. Dengan kata lain, asumsi metode Thiessen yang secara membabi buta menganggap bahwa tiap-tiap pos penakar mencatat kedalaman yang sama untuk daerah sekitarnya dapat dikoreksi.

Metode isohyet terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut:

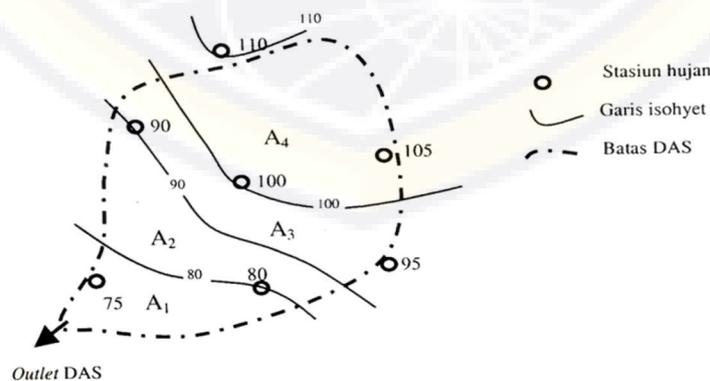
- Plot data kedalaman air hujan untuk tiap pos penakar hujan pada peta.
- Gambar kontur kedalaman air hujan dengan menghubungkan titik-titik yang mempunyai kedalaman air yang sama. Interval isohyet yang umum dipakai adalah 10 mm.
- Hitung luas area antara dua garis isohyet dengan menggunakan planimeter. Kalikan masing-masing luas areal dengan rata-rata hujan antara dua isohyet yang berdekatan.

Hitung hujan rata-rata DAS dengan persamaan berikut:

$$\bar{P} = \frac{A_1 \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) + A_2 \left(\frac{P_2 + P_3}{2} \right) + \dots + A_{n-1} \left(\frac{P_{n-1} + P_n}{2} \right)}{A_1 + A_2 + \dots + A_{n-1}}$$

$$\bar{P} = \frac{\sum \left[A \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) \right]}{\sum A} \dots \dots \dots (2.4)$$

Metode isohyet cocok untuk daerah berbukit dan tidak teratur dengan luas lebih dari 5.000 km².



Gambar 2.4 Isohyet

2.2.4 Analisa Curah Hujan Rencana

Hujan merupakan komponen yang sangat penting dalam analisis hidrologi. Pengukuran hujan dilakukan selama 24 jam baik secara manual maupun otomatis, dengan cara ini berarti hujan yang diketahui adalah hujan total yang terjadi selama satu hari. Dalam analisa digunakan curah hujan rencana, hujan rencana yang dimaksud adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan, kemudian intensitas ini digunakan untuk mengestimasi debit rencana. Untuk berbagai kepentingan perancangan drainase tertentu data hujan yang diperlukan tidak hanya data hujan harian, tetapi juga distribusi jam jaman atau menitan. Hal ini akan membawa konsekuen dalam pemilihan data, dan dianjurkan untuk menggunakan data hujan hasil pengukuran dengan alat ukur otomatis.

Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang (*return period*) yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkapan hujan yang akan dikeringkan. Menurut pengalaman, penggunaan periode ulang untuk perencanaan (Wesli, 2008, *Drainase Perkotaan: 49*):

1. Saluran Kwarter : periode ulang 1 tahun
2. Saluran Tersier : periode ulang 2 tahun
3. Saluran Sekunder : periode ulang 5 tahun
4. Saluran Primer : periode ulang 10 tahun

Penentuan periode ulang juga didasarkan pada pertimbangan ekonomis. Analisis frekuensi terhadap data hujan yang tersedia dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain Disrtibusi Normal, distribusi Log Normal,

Distribusi Log Person III, dan Distribusi Gumbel. Dengan persyaratan sebagai berikut:

Tabel II-2 Karakteristik Distribusi Frekuensi

Jenis distribusi frekuensi	Syarat distribusi
Distribusi Normal	Cs =0 dan Ck =3
Distribusi Log Normal	Cs >0 dan Ck >3
Distribusi Gumbel	Cs =1,139 dan Ck =5,402
Distribusi Log-Person III	Cs antara 0 – 0,9

(Sumber: Soewarno, 1995)

Dalam menentukan nilai Cs dan Ck dilakukan beberapa pendekatan dengan parameter-parameter statistik untuk menentukan distribusi yang tepat digunakan. Parameter-parameter tersebut meliputi:

$$1. \text{ Rata - rata} = \bar{R} (\bar{x}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n xi \dots \dots \dots (2.5)$$

$$2. \text{ Simpangan baku (Sd)} = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2 \right]^{1/2} \dots \dots \dots (2.6)$$

$$3. \text{ Koefisien Variasi (Cv)} = \frac{Sd}{\bar{x}} \dots \dots \dots (2.7)$$

$$4. \text{ Koefisien Skewness (Cs)} = \frac{n \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2) \times Sd^3} \dots \dots \dots (2.8)$$

$$5. \text{ Koefisien Ketajaman (Ck)} = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3) \times Sd^4} \dots \dots \dots (2.9)$$

1. Uji Konsistensi

a. Metode Curve Massa Ganda

Dalam metode ini nilai kumulatif seri data curah hujan yang diuji adalah stasiun A, dibandingkan dengan nilai kumulatif seri data

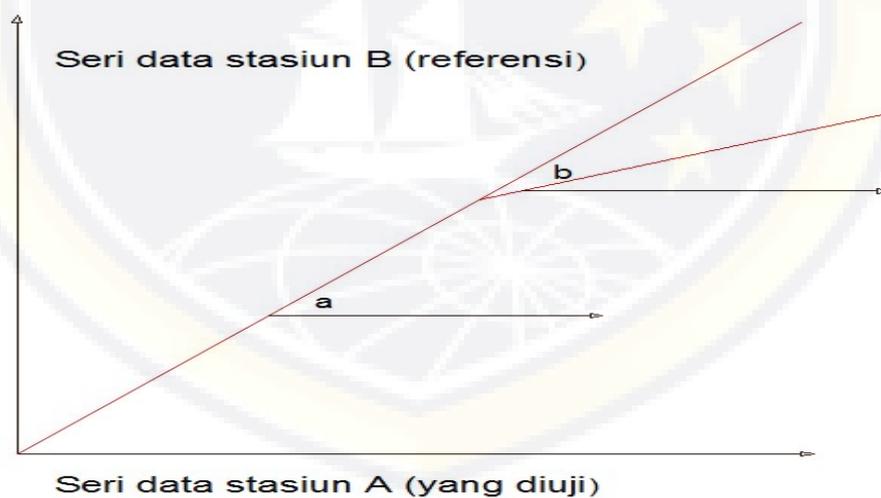
dari stasiun referensi B. Stasiun referensi dapat berupa rerata dari beberapa stasiun di dekatnya.

Nilai kumulatif dari stasiun A dan stasiun referensi digambarkan pada system koordinat kartesius (X-Y). Kurva yang terbentuk kemudian diperiksa untuk melihat perubahan kemiringan. Jika kurva berbentuk garis lurus, artinya data curah hujan di stasiun A konsisten. Sebaliknya jika terjadi perubahan/patahan kemiringan bentuk kurva menunjukkan data pada stasiun A tidak konsisten dan perlu dilakukan koreksi dengan mengalikan atau membagi data sebelum atau sesudah perubahan/patahan dengan faktor koreksi :

$$\text{Faktor koreksi} = b/a$$

Bila : b = Kemiringan kurva setelah patahan

a = Kemiringan kurva sebelum patahan



Gambar 2.5 Sketsa analisa kurva massa ganda Stasiun Adan B

b. Metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sums)

Sebelum data hujan ini dipakai terlebih dahulu harus melewati pengujian untuk kekonsistenan data tersebut. Salah satu metode yang dapat dipakai adalah metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Pengujian konsistensi dengan menggunakan data dari stasiun itu sendiri yaitu pengujian dengan komulatif penyimpangan terhadap nilai rata-rata dibagi dengan akar komulatif rerata penyimpangan kuadrat terhadap nilai reratanya, lebih jelas bisa dilihat pada rumus dibawah ini :

$$S^*_0 = 0$$

$$S^*_k = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}) \dots \dots \dots (2.10)$$

$$D_y^2 = \frac{(S^*_k)^2}{n} \dots \dots \dots (2.11)$$

$$S^{**}_k = \frac{S^*_k}{D_y} \dots \dots \dots (2.12)$$

$$Q = \text{maks} |S^{**}_k| \text{ untuk } 0 \leq k \leq n \dots \dots \dots (2.13)$$

$$R = \text{maks} S^{**}_k - \text{min} S^{**}_k \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana :

S^*_k = Penyimpangan komulatif pada data k. ($k = 0, 1, 2, \dots, n$)

n = Jumlah panjang data

S^{**}_k = Perbandingan antara penyimpangan komulatif dengan standar deviasi dari nilai rata-rata (mean)

D_y = Standar deviasi dari nilai rata-rata (mean)

Q & R = Nilai kritik sebagai alat penguji kepenggahan data. Nilai kritik Q dan R dapat dilihat pada tabel dibawah

Tabel II-3 Nilai kritik Q dan R

N	Q/n ^{0.5}			R/n ^{0.5}		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1.05	1.14	1.29	1.21	1.28	1.38
20	1.1	1.22	1.42	1.34	1.43	1.6
30	1.12	1.24	1.46	1.4	1.5	1.7
40	1.13	1.26	1.5	1.42	1.53	1.74
50	1.14	1.27	1.52	1.44	1.55	1.78
100	1.17	1.29	1.55	1.5	1.62	1.86
	1.22	1.36	1.63	1.62	1.75	2

(Sumber: Sri Harto, 1993.)

2. Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan adalah curah hujan harian terbesar yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan peluang tertentu. Untuk mencari besarnya curah hujan rancangan ini, maka digunakan empat metode antara lain :

a. Metode Log Person Type III

Keistimewaan metode log person type III adalah dapat digunakan untuk semua sebaran data. Parameter-parameter statistik yang diperlukan oleh distribusi log person type III adalah :

- 1) Harga rata-rata
- 2) Standar Deviasi
- 3) Koefisien kepencengan

Secara garis besar langkah-langkah perhitungan sebagai berikut :

Ubah data curah hujan n buah X₁, X₂, X₃, ... X_n menjadi log X₁, log X₂, Log X₃, ..., Log X_n(2.15)

Hitung harga rata-ratanya dengan rumus berikut ini :

$$\overline{\text{Log}X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log}X_i}{n} \dots\dots\dots(2.16)$$

Hitung harga standar deviasinya sebagai berikut :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log} X_i - \overline{\text{Log} X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2.17)$$

Hitung Koefisien Kepencengan sebagai berikut :

$$C_s = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (\text{Log} X_i - \overline{\text{Log} X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots\dots (2.18)$$

Hitung logaritma debit dengan waktu balik yang dikehendaki dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Log} Q = \overline{\text{Log} X} + G \cdot s_i \dots\dots\dots (2.19)$$

Cari antilog dari log Q untuk mendapatkan debit banjir dengan waktu balik yang dikehendaki QT

b. Metode Gumbel

Persamaan dari metode gumbel adalah sebagai berikut (catatan kuliah hidrologi

$$S_x = \left[\frac{\sum X^2 - \bar{X} \times \sum X}{n-1} \right]^{0.5} \dots\dots\dots (2.20)$$

$$X_n = X + K \times S_x \dots\dots\dots (2.21)$$

$$K_t = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (2.22)$$

Dimana :

X_n = Besarnya aliran/curah hujan untuk periode ulan n tahun

\bar{X} = Curah hujan maksimum rata-rata selama pengamatan

K_t = Faktor frekuensi

S_x = Standar deviasi

N = Periode ulang

Y_n = Reduced Mean sebagai fungsi dari banyak data (n)

S_n = Reduced standar Deviasi sebagai fungsi banyaknya data(n)

Y_t = Reduced variate

c. Metode Distribusi Normal

Distribusi normal disebut pula distribusi Gauss. Secara sederhana, persamaan distribusi normal dapat ditulis sebagai berikut:

1. Persamaan Distrribusi Normal $X_T = \bar{X} + K_T \times S$ (2.23)

Keterangan :

X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

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

S = deviasi standar nilai variat

K_T = factor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang

2. Nilai K_T dapat dilihat pada Tabel II-3 nilai variabel reduksi Gauss sebagai berikut :

Tabel II-4 Variabel Reduksi Gauss

No	Periode Ulang	Peluang	K_T	No	Periode Ulang	Peluang	K_T
1	1,001	0,999	-3,05	12	3,330	0,300	0,52
2	1,005	0,995	-2,58	13	4,000	0,250	0,67
3	1,010	0,990	-2,33	14	5,000	2,00	0,84
4	1,050	0,950	-1,64	15	10,00	0,100	1,28
5	1,110	0,900	-1,28	16	20,00	0,050	1,64
6	1,250	0,800	-0,84	17	50,00	0,020	2,05
7	1,330	0,750	-0,67	18	100,00	0,010	2,33
8	1,430	0,700	-0,52	19	200,00	0,005	2,58
9	1,670	0,600	-0,25	20	500,00	0,002	2,88
10	2,000	0,500	0,00	21	1000,00	0,001	3,09
11	2,500	0,400	0,25				

(Sumber : Bonnier, 1980 dalam Suripin, 2004)

d. Metode Log Normal

Jika variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. Persamaan distribusi log normal dapat ditulis dengan:

1) Persamaan Log Normal $Y_T = \bar{Y} + K_T \times S$(2.24)

Keterangan :

Y_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan $Y_T = \text{Log } X$

\bar{Y} = nilai rata-rata hitungvariat

S = deviasi standar nilai variat

K_T = factor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang (Nilai Variabel Reduksi Gauss)

2) Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Sebelum menggunakan hasil perhitungan frekuensi curah hujan, perlu dilakukan uji kesesuaian distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan distribusi frekuensi tersebut. Adapun parameter pengujian yang sering digunakan adalah Chi-Kuadrat dan Sminorve Kolmogrof.

a) Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistic sampel data yang dianalisis. Pengambilan

keputusan pengujian ini menggunakan parameter X^2 , yang dirumuskan sebagai berikut :

$$X_h^2 \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots \dots \dots (2.25)$$

Dimana :

X_h^2 = Parameter Chi-Kuadrat terhitung,

G = Jumlah sub kelompok,

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i,

E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i

Tahapan dalam menentukan pengujian ini meliputi:

- 1) Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya),
- 2) Kelompokkan data menjadi G sub-grupnya masing-masing beranggotakan minimal 4 data pengamatan,
- 3) Jumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap sub-grup,
- 4) Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan (E_i)
- 5) Hitung 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 $dk = G-R-1$ ($R=2$ untuk distribusi normal dan binomial, dan $R = 1$ untuk distribusi poisson).

Interpretasi hasil yang diperoleh yaitu apabila peluang $> 5\%$ maka persamaan distribusi dapat diterima, jika peluang $< 1\%$ maka persamaan distribusi tidak dapat diterima, dan jika peluang berada diantara $1-5\%$ maka masih memerlukan data tambahan.

Tabel II-5 Nilai kritis untuk distribusi Chi-Kuadrat

Df	A Derajat Kepercayaan							
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.05	0.025	0.01	0.005
1	3.90E-05	0.00016	0.00098	0.00393	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.01	0.0201	0.0506	0.103	5.991	7.378	9.21	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	14.86
5	0.412	0.554	0.831	1.145	11.07	12.832	15.086	16.75
6	0.676	0.872	1.237	1.635	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.69	2.167	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.646	2.18	2.733	15.507	17.535	20.09	21.955
9	1.735	2.088	2.7	3.325	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	2.558	3.247	3.94	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	19.675	21.92	24.725	26.757
12	3.074	3.571	4.404	5.226	21.026	23.337	26.217	28.3
13	3.565	4.107	5.009	5.892	22.362	24.736	27.688	29.819
14	4.075	4.66	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	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	9.39	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	8.26	9.591	10.851	31.41	34.17	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	9.26	10.196	11.689	13.091	36.172	38.076	41.683	44.181

24	9.886	10.856	12.401	13.848	36.415	39.364	42.98	45.558
25	10.52	11.524	13.12	14.611	37.652	40.646	44.314	46.928
26	11.16	12.198	13.844	15.379	38.885	41.923	45.642	48.29
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)

b) Uji Smirnov-Kolmogorof

Uji Smirnov-Kolmogorof juga sering disebut uji kecocokan non parametric, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedur pengujian meliputi :

1) Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_3 = P(X_3), \text{ dan seterusnya}$$

2) Berdasarkan tabel nilai kritis (Smirnov-Kolmogorof test) tentukan harga D_0 dari tabel diatas

3) Apabila $D < D_0$ maka distribusi teoritir yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, apabila $D > D_0$ maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

Tabel II-6 Nilai delta kritis (Do) untuk uji keselarasan Smirnof Kolmogorof

Jumlah data	α derajat kepercayaan			
	0.2	0.1	0.05	0.01
N				
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
n > 50	1.07/n ^{0.5}	1.22/n ^{0.5}	1.36/n ^{0.5}	1.63/n ^{0.5}

(Sumber: Soewarno,1995)

2.2.5 Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah besarnya curah hujan rata-rata (R) yang terjadi di suatu daerah dalam suatu satuan waktu (t) tertentu yang sesuai dengan waktu konsentrasi dan periode ulang tertentu. Intensitas hujan yang terjadi dalam selang waktu hujan tertentu (durasi hujan) tergantung pada besarnya periode ulang hujan yang diambil

Untuk mencari besarnya intensitas hujan dipakai rumus Mononobe

$$I = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{Tc} \right)^{2/3} \text{ (mm/jam)} \dots\dots\dots(2.26)$$

Dimana :

R = Curah hujan rancangan tempat (mm)

Tc = Lama waktu konsentrasi (jam)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

2.3 Hidraulika

2.3.1 Teori Hidraulika

Zat cair dapat diangkut dari suatu tempat lain melalui bangunan pembawa alamiah maupun buatan manusia. Bangunan pembawa ini dapat terbuka maupun tertutup bagian atasnya. Saluran yang tertutup bagian atasnya disebut saluran tertutup (*closed conduits*), sedangkan yang terbuka bagian atasnya disebut saluran terbuka (*open channels*).

Pada sistem pengaliran melalui saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas (*free surface*) di mana permukaan bebas ini dipengaruhi oleh tekanan udara luar secara langsung, saluran terbuka umumnya digunakan pada lahan yang masih memungkinkan (luas), lalu lintas pejalan kakinya relatif jarang, beban kiri dan kanan saluran relatif ringan. Pada sistem pengaliran melalui saluran tertutup (pipa flow) seluruh pipa diisi dengan air sehingga tidak terdapat permukaan yang bebas, oleh karena itu permukaan tidak secara langsung dipengaruhi oleh tekanan udara luar, saluran tertutup umumnya digunakan pada daerah yang lahannya terbatas (pasar, pertokoan), daerah yang lalu lintas pejalan kakinya relatif padat, lahan yang dipakai untuk lapangan parkir.

2.3.2 Perhitungan Debit

2.3.2.1 Luas Daerah Pengaliran

Luas daerah pengaliran atau catchment area haruslah dihitung dengan teliti karena merupakan salah satu elemen penting dalam perencanaan drainase.

Luas daerah pengaliran ini berkaitan dalam perhitungan debit air dengan metode rasional. Penentuan luas daerah pengaliran ini sangat tergantung pada topografi areal yang akan dilayani oleh system saluran baik berupa saluran primer, saluran sekunder, maupun saluran tersier.

Bentuk topografi areal perencanaan dapat diperoleh dari foto udara atau pengukuran langsung di lapangan. Hasil pengukuran dituangkan dalam peta yang dilengkapi garis kontur. Garis kontur digambarkan dengan beda tinggi 0,5 m untuk lahan yang sangat datar atau 1 m untuk lahan datar.

2.3.2.2 Waktu Konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi (tc) adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik control yang ditentukan di bagian hilir suatu saluran.

Pada prinsipnya waktu konsentrasi dapat dibagi menjadi :

1. Inlet time (to), yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir diatas permukaan tanah menuju saluran drainase.
2. Conduit time (td), yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir disepanjang saluran sampai titik control yang ditentukan dibagian hilir.
3. Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus (Kripich, 1940):

$$\text{Waktu Konsentrasi (tc)} = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \dots\dots\dots(2.27)$$

Dimana :

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

L = Panjang saluran (m)

S = Kemiringan rata-rata saluran (%)

2.3.2.3 Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien Aliran (C) tergantung dari beberapa faktor, antara lain : jenis tanah, kemiringan, luas dan bentuk Aliran sungai. Sedangkan besarnya nilai koefisien Aliran dapat dihitung dengan rumus :

$$C_{gab} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i C_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots (2.28)$$

Dimana :

A_i = Prosentase (%) luasan lahan

C_i = Koefisien aliran dari masing-masing tata guna lahan

Tabel II-7 Koefisien Pengaliran (C)

Deskripsi lahan/karakter permukaan	Koefisien aliran. C
Business	
Perkotaan	0,70 – 0.95
Pinggiran	0,50 – 0.70
Perumahan	
Rumah Tunggal	0,30 – 0.50
Multi Unit, Terpisah.	0,40 – 0.60
Multi Unit, tergabung	0,60 – 0.75
Perkampungan	0.25 – 0.40
Apartemen	0,50 – 0.70
Industri	
Ringan	0.50 – 0.80
Berat	0.60 – 0.90
Perkerasan	
Aspal dan Beton	0.70 – 0.95
Batu bata, paving	0.50 – 0.70
Atap	0.75 – 0.95
Halaman, Tanah Berpasir	
Darat 2%	0.05 – 0.10
Rata-rata, 2-7%	0.10 – 0.15

Curam, 7%	0.15 – 0.20
Halaman, Tanah Berat	
Darat 2%	0.13 – 0.17
Rata-rata, 2-7%	0.18 – 0.22
Curam, 7%	0.25 – 0.35
Halaman Kereta Api	0.10 – 0.35
Taman Tempat Bermain	0.20 – 0.35
Taman, pekuburan	0.10 – 0.25
Hutan.	
Datar, 0-5%	0.10 – 0.40
Bergelombang, 5-10%	0.25 – 0.50
Berbukit, 10 – 30%	0.30 – 0.60

(Sumber : Bahan Ajar Perencanaan Drainase 2012.)

2.3.2.4 Debit Rencana

1. Menentukan debit air hujan

Untuk mengetahui debit banjir dapat dihitung dengan menggunakan metode rasional sebagai berikut (Sistem drainase perkotaan, 2012)

$$Q = 0,00278.C.I.A \dots\dots\dots(2.29)$$

Dimana:

Q = Debit air hujan yang mengalir ke saluran (m³/det)

C = Koefisien pengaliran

I = intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (Ha)

2. Debit Air Limbah

Debit air limbah adalah debit yang berasal dari air buangan rumah tangga. Untuk memperkirakan jumlah air limbah yang akan dialirkan ke saluran drainase terlebih dahulu diketahui jumlah kebutuhan air perorang dan jumlah penduduk yang ada di daerah tersebut. Dalam perencanaan tugas akhir ini diasumsikan bahwa setiap satu unit

rumah dihuni oleh lima orang dan kebutuhan air bersih 150 liter/orang/hari dan buangan air limbah 80% dari kebutuhan air bersih.

Untuk memperkirakan debit air limbah digunakan rumus.

$$Q_{al} = 0,8 \times 150 \times P \dots\dots\dots(2.30)$$

Dimana :

0,8 = 80% dari kebutuhan air minum menjadi air limbah

150 = Kebutuhan air bersih (Ltr/org/hari)

P = Jumlah penduduk.

2.3.3 Kecepatan Aliran

Penentuan kecepatan aliran dalam saluran yang direncanakan didasarkan pada kecepatan minimum yang diperbolehkan agar tetap *self cleansing* (pembersihan sendiri) dan kecepatan maksimum yang diperbolehkan agar konstruksi saluran tetap aman. Kecepatan minimum yang diinginkan atau kecepatan tanpa pengendapan merupakan kecepatan terendah yang tidak menimbulkan sedimentasi dan mendorong pertumbuhan tanaman air. Kecepatan maksimum yang diinginkan atau kecepatan tahan erosi adalah kecepatan rata-rata terbesar yang tidak menimbulkan erosi pada saluran.

Dalam penentuan kecepatan maksimum dan kecepatan minimum yang diijinkan sangat tergantung pada kondisi saluran serta karakteristik sedimen yang diangkut dalam pengalirannya tetapi untuk pendekatan angka-angka dibawah ini dapat dipakai sebagai acuan dalam perencanaan acuan, yaitu :

Tabel II-8 Kecepatan Aliran Berdasarkan Jenis Bahan Saluran

Jenis Bahan Saluran	Kecepatan Min (m/det)	Kecepatan Maks (m/det)
Konstruksi Beton	0,75	3,0
Pasangan Batu	1,0	3,0
Pasangan Tanah	0,6	1,5

Sumber : Bahan Ajar Perencanaan Drainase 2012.

2.3.4 Kemiringan Dasar saluran

Kemiringan dasar saluran disini adalah kemiringan dasar arah memanjang dimana pada umumnya dipengaruhi oleh kondisi topografi (elevasi) serta tinggi tekanan yang diperlukan untuk adanya pengaliran sesuai dengan kecepatan yang diinginkan. Oleh karena itu kemiringan dasar saluran sedapat mungkin sesuai dengan kemiringan medan dan harus menjadikan kecepatan yang self cleaning (kemampuan membersihkan diri).

$$S = \frac{E_o - E_a}{L} \dots\dots\dots(2.31)$$

Dimana :

S = Kemiringan Saluran (%)

L = Panjang saluran (m)

E_o = Elevasi awal

E_a = Elevasi akhir

2.3.5 Evaluasi Saluran Drainase Terhadap Debit Saluran

Evaluasi saluran adalah untuk mengetahui seberapa besar debit yang dapat ditampung saluran dengan kondisi yang ada saat ini. Besarnya dimensi saluran dipengaruhi banyaknya air yang akan dibuang, kekasaran bahan konstruksinya, kecepatan aliran serta kemiringannya. Bila tidak memenuhi kriteria yang dimaksud maka dimensi saluran direncanakan kembali, agar mampu melewati debit rencana. Analisa kapasitas saluran drainase dilakukan untuk mengetahui kemampuan saluran drainase yang ada terhadap debit rencana hasil perhitungan. Apabila kapasitas saluran drainase lebih besar dari debit rencana maka saluran tersebut masih layak dan tidak terjadi luapan air. Hal-hal yang dapat dilakukan untuk penanganan saluran yang kapasitasnya tidak mencukupi antara lain normalisasi atau pengerukan sedimen, penambahan tinggi saluran dan pembuatan saluran baru.

Dalam rencana perbaikan drainase prinsip dasar yang dipakai adalah sedapat mungkin mempertahankan saluran yang sudah ada, jika tidak memungkinkan maka dilakukan perubahan pada dimensi saluran sesuai dengan debit rencana.

Debit rencana adalah penjumlahan dari debit rancangan air kotor dan air hujan. Berdasarkan data-data dan proses perhitungan maka diketahui debit air hujan (Q_h) dan debit air kotor (Q_k) sehingga, debit rencana :

$$Q_r = Q_h + Q_k \dots\dots\dots(2.32)$$

2.3.6 Penentuan Dimensi Saluran

Besarnya dimensi saluran sangat dipengaruhi oleh banyaknya air yang akan disalurkan serta kecepatan air yang diijinkan. Kecepatan air tidak boleh terlalu kecil supaya tidak terjadi pengendapan, juga tidak boleh terlalu besar supaya tidak terjadi erosi atau pengikisan pada saluran yang direncanakan. Dimensi saluran merupakan ukuran penampang saluran yang terdiri atas lebar dan tinggi saluran yang dapat diketahui dengan menghitung secara rasional dengan rumus berikut :

Bentuk Penampang saluran tertutup biasanya digunakan bentuk seperti gorong – gorong atau pipa. Faktor penting dalam studi hidraulika adalah kecepatan V atau debit Q . Dalam hitungan praktis, rumus yang banyak digunakan adalah persamaan komunitas yaitu:

$$Q = A.V \dots\dots\dots(2.33)$$

Dimana :

Q = Debit (m^3/dtk)

A = Luas Penampang (m^2)

V = Kecepatan (m/dtk)

Apabila kecepatan dan Luas penampang di ketahui, maka debit aliran dapat dihitung. Demikian pula jika kecepatan dan debit aliran diketahui maka dapat dihitung luas penampang yang diperlukan untuk melewati debit tersebut. Dalam penentuannya di berlakukan rumus Hazen – William yang berbentuk:

$$V = 0,354 C_H D^{0,63} I^{0,54} \dots\dots\dots(2.34)$$

Dimana :

V = Kecepatan

C_H = Koefisien Hazen – William (tabel)

D = Diameter

I = Kemiringan $\longrightarrow i = \frac{\Delta h}{L}$

Rumus Chezy yang banyak digunakan pada pengaliran di saluran terbuka, juga berlaku untuk pengaliran di pipa. Rumus tersebut mempunyai bentuk:

$$A = \pi \cdot D^2 / 4 \dots\dots\dots(2.35)$$

Maka dengan menggabungkan Rumus Chezy dan Hazen – Williams Diameter Saluran dapat di tentukan.

Berdasarkan SNI 03 3424 1994 (Nilaih = 0,81 D), dan dapat dihitung dengan menggunakan rumus di bawah ini :

$$W = D - h$$

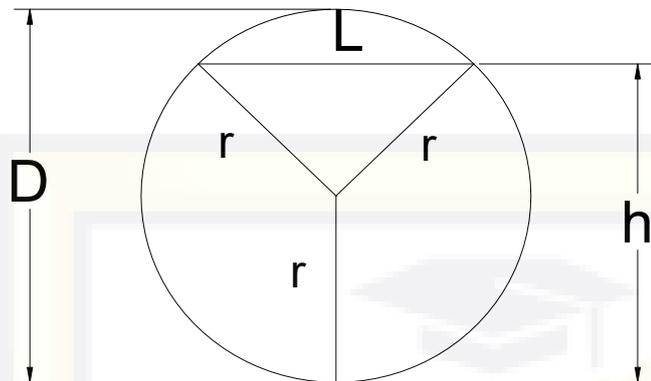
$$L = 2 \times (\sqrt{r^2 - (h - r)^2})$$

Dimana :

W = Tinggi jagaan

D = Diameter

h = Tinggi air



Gambar 2.6 Sketsa Penampang Drainase

Nilai C_H tergantung pada kekasaran di bawah ini :

Tabel II-9 Koefisien Hazen Williams

Nilai C_H	Jenis Pipa
140	Pipa sangat halus
130	Pipah halus, semen, besi tuang baru
120	Pipa baja dilas baru
110	Pipa baja dikeling baru
100	Pipa besi tuang tua
95	Pipa baja dikeling tua
60-80	Pipa tua

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Perumahan pada proyek Citra Grand Galesong City area Cluster Desa Palantikang Kecamatan Pattallasang Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan merupakan kawasan yang akan digunakan pada penelitian ini dengan pengambilan data tahun 2015.



Gambar 3.1 Peta Perumahan Citra Grand Galesong City

3.2 Jenis Data

Data yang digunakan pada penyusunan Tugas Akhir ini terdiri atas dua jenis data, yaitu:

a. Data Sekunder

Data Sekunder meliputi data awal yang digunakan untuk menentukan lokasi penelitian. Data tersebut di peroleh dari PT. Ciputra Tangguh Mandiri yang mengelolah proyek Citra Grand Galesong City dan data Instansi

terkait yaitu BMKG wilayah IV Makassar untuk mendapatkan data curah hujan wilayah.

b. Data Primer

Data Primer meliputi data yang di peroleh dari hasil penelitian secara langsung dan tidak langsung di lapangan. Data Primer ini meliputi :

- 1) Data Jumlah unit rumah dalam perumahan cluster 1
- 2) Data Topografi wilayah perumahan.
- 3) Elevasi

3.3 Langkah – Langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara bertahap, langkah-langkah penelitian ini adalah:

1. Permohonan ijin
2. Teknik pengumpulan data
3. Mengolah data
4. Penyusunan laporan

3.3.1 Permohonan Ijin

Permohonan ini dilakukan berupa permintaan secara lisan kepada PT. Ciputra Tangguh Mandiri untuk melakukan penelitian terkait dengan sistem drainase tertutup pada kawasan perumahan Citra Grand Galesong City Area Cluster 1 Desa Palantikang Kecamatan Pattallasang Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan, yang ditujukan pada PT. Ciputra Tangguh Mandiri.

3.3.2 Teknik Pengumpulan Data

Tahap – tahap yang digunakan untuk pengumpulan data adalah sebagai berikut :

1. Tahap Persiapan

Tahap dimaksudkan untuk mempermudah jalannya penelitian, seperti pengumpulan data, analisis, dan penyusunan laporan.

Tahap Persiapan meliputi :

a. Studi Pustaka

Studi pustaka dimaksudkan untuk mendapatkan arahan dan wawasan sehingga mempermudah dalam pengumpulan data, analisis data maupun dalam penyusunan hasil penelitian.

b. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk mengetahui dimana lokasi atau tempat dilakukannya pengumpulan data yang diperlukan dalam penyusunan penelitian.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data yang dimiliki oleh PT. Ciputra Tangguh Mandiri yang langsung mengelola perumahan tersebut.

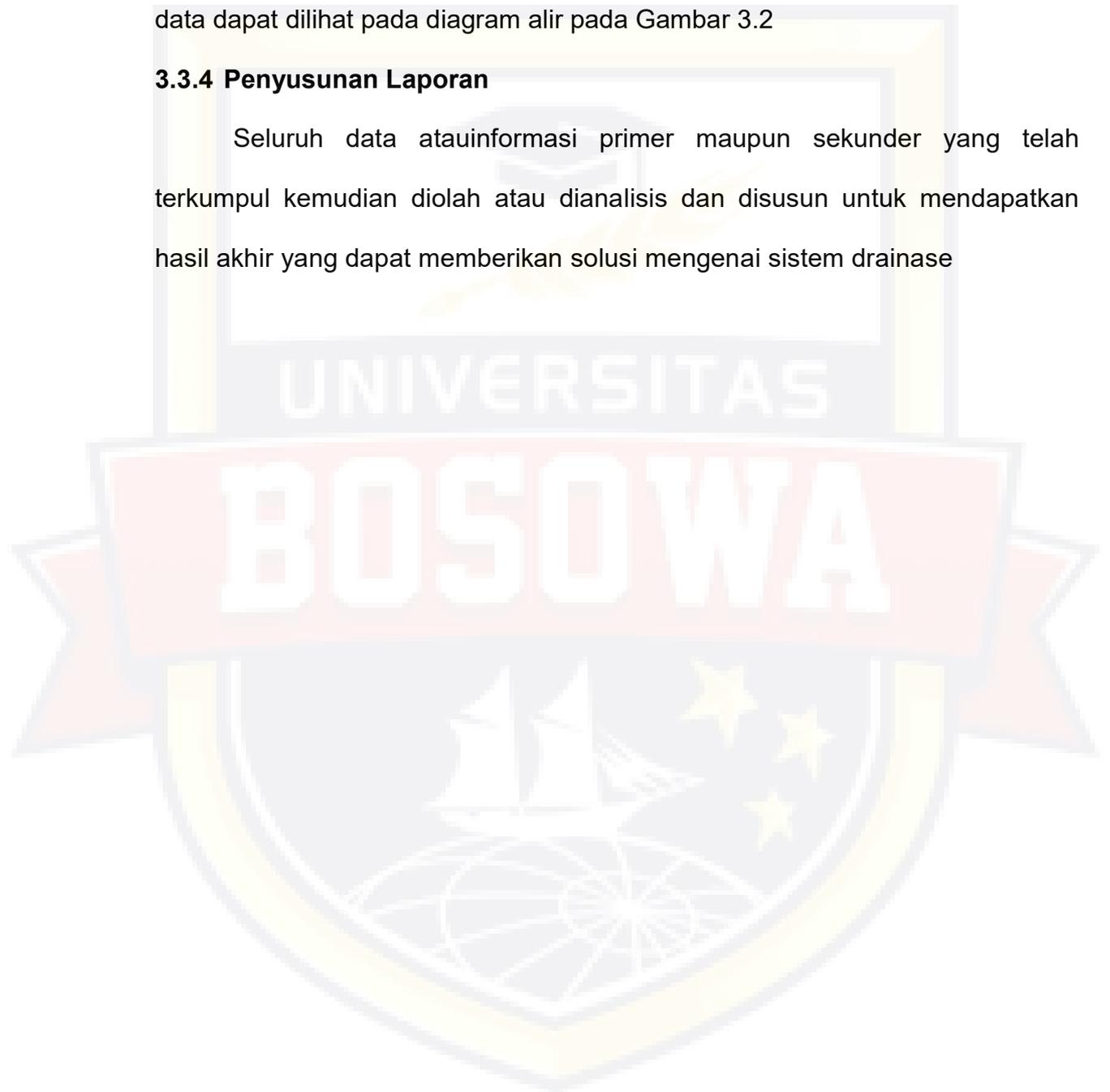
3.3.3 Mengolah Data

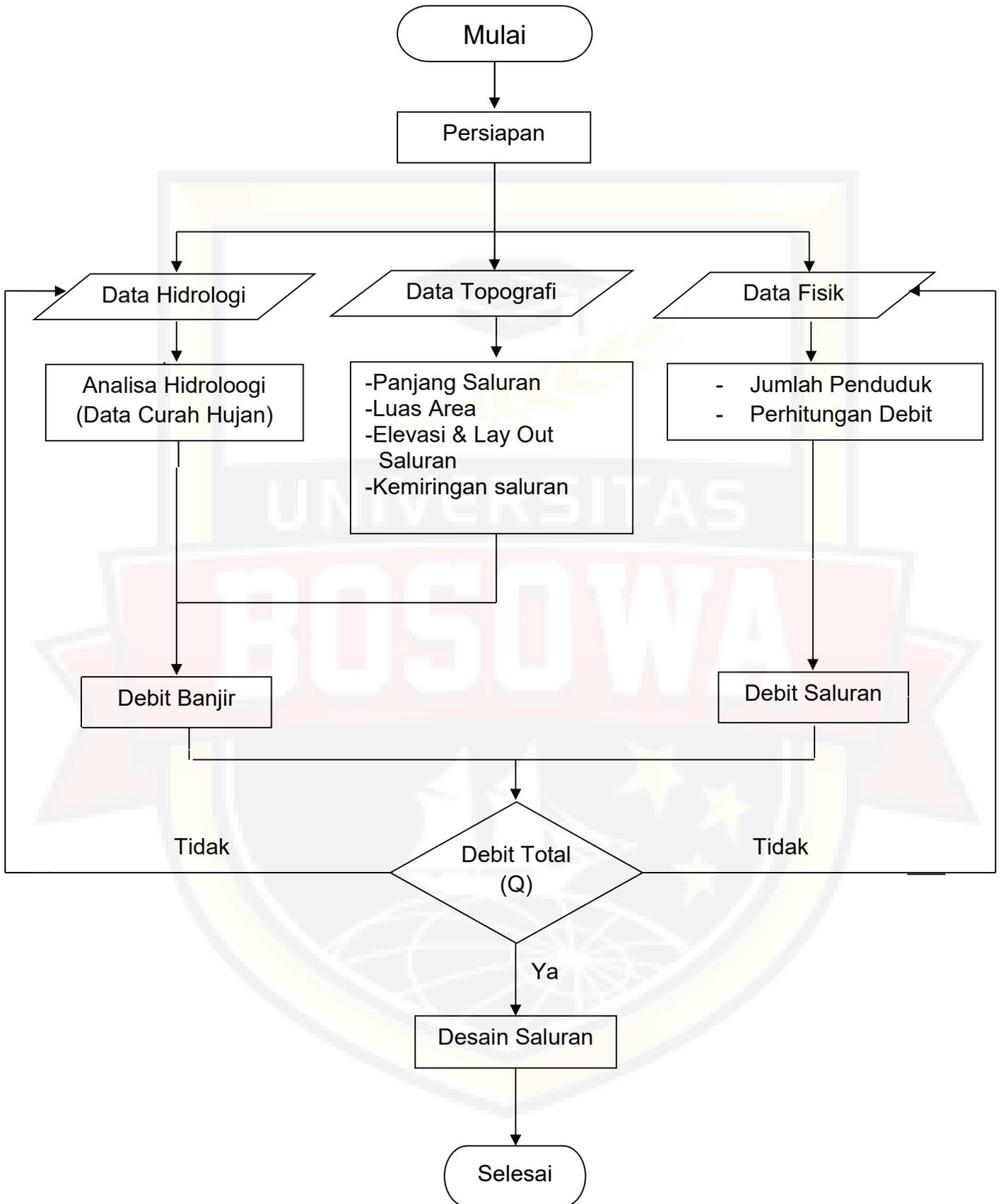
Setelah mendapatkan data yang diperlukan, langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut. Pada tahap mengolah atau menganalisis data dilakukan dengan menghitung data yang ada dengan rumus yang sesuai. Hasil dari suatu pengolahan data digunakan kembali sebagai data untuk

menganalisis yang lainnya dan berlanjut seterusnya sampai mendapatkan hasil akhir tentang kinerja saluran drainase tersebut. Adapun urutan dalam analisis data dapat dilihat pada diagram alir pada Gambar 3.2

3.3.4 Penyusunan Laporan

Seluruh data atau informasi primer maupun sekunder yang telah terkumpul kemudian diolah atau dianalisis dan disusun untuk mendapatkan hasil akhir yang dapat memberikan solusi mengenai sistem drainase





Gambar 3.2 Flow Chart Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Curah Hujan Harian Maksimum

4.1.1 Data Curah Hujan

Data curah hujan yang diperlukan adalah data curah hujan yang tercatat pada stasiun curah hujan terdekat yang berpengaruh terhadap aliran air pada Daerah Aliran Sungai yang bersangkutan. Data curah hujan tersebut diperoleh dari **Balai Besar Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Wilayah IV Makassar**.

Data hujan yang dipakai yaitu data curah hujan harian maksimum Stasiun Geofisika Gowadengan koordinat $05^{\circ}13'04.0''$ LS dan $119^{\circ}28'11.0''$ BT sepanjang 10 tahun (2005 s/d 2014).

Tabel IV-1 Data Curah Hujan Maksimum Harian Stasiun Geofisika Gowa dengan menggunakan satuan (mm)

BLN/THN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
2005	59	37	186	60	13	32	7	0	0	47	62	95
2006	74	174	98	144	39	50	0	0	0	0	20	138
2007	147	134	54	32	70	43	3	37	1	42	33	97
2008	84	195	108	42	62	17	8	3	4	64	42	80
2009	162	155	37	37	15	30	20	0	1	5	82	91
2010	111	88	75	59	84	26	52	19	86	50	62	75
2011	90	174	84	103	30	9	0	0	0	57	75	120
2012	61	109	76	44	56	28	21	0	10	7	37	66
2013	213	110	77	168	53	80	74	10	0	11	82	152
2014	115	88	54	62	53	80	74	10	0	11	82	152

Sumber : BMKG Wilayah IV Makassar 2015

Dengan melihat ketersediaan data hujan maka penentuan serial data hujan ditentukan dengan menggunakan *maximum annual series*. Data

hujan harian maksimum secara detail dapat dilihat pada Tabel IV-2 sebagai berikut.

Tabel IV-2 Data Curah Hujan Harian Maksimum

TAHUN	BULAN(mm)												CURAH HUJAN MAXRATA-RATA (mm)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2005	59	37	186	60	13	32	7	0	0	47	62	95	186
2006	74	174	98	144	39	50	0	0	0	0	20	138	174
2007	147	134	54	32	70	43	3	37	1	42	33	97	147
2008	84	195	108	42	62	17	8	3	4	64	42	80	195
2009	162	155	37	37	15	30	20	0	1	5	82	91	162
2010	111	88	75	59	84	26	52	19	86	50	62	75	111
2011	90	174	84	103	30	9	0	0	0	57	75	120	174
2012	61	109	76	44	56	28	21	0	10	7	37	66	109
2013	213	110	77	168	53	80	74	10	0	11	82	152	213
2014	115	88	54	62	53	80	74	10	0	11	82	152	152

Sumber : BMKG Wilayah IV Makassar 2015

4.1.2 Analisis Parameter Statistik

Secara umum, data hidrologi akan mengikuti distribusi normal, log normal, log pearson tipe III, gumbel dan sebagainya. Dengan mengetahui parameter statistic (skewness, kurtosis) dapat membantu untuk mengidentifikasi bentuk distribusi frekuensi. Penentuan parameter statistik tersebut antara lain:

Contoh perhitungan :

$$1) X = \frac{186+174+147+195+162+111+174+109+213+15}{10}$$

$$X = 162,3$$

$$2) (X_i - X) = 186 - 162,3 \\ = 23,70$$

$$3) (X_i - \bar{X})^2 = (186 - 162,3)^2$$

$$= 562,69$$

$$4) (X_i - \bar{X})^3 = (186 - 162,3)^3$$

$$= 13.312,05$$

$$5) (X_i - \bar{X})^4 = (186 - 162,3)^4$$

$$= 315.495,66$$

Untuk hasil perhitungan penentuan parameter statistik selanjutnya dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tabel IV-3 Perhitungan Untuk Penentuan Parameter Statistik

No	X _i	X	(X _i - X)	(X _i - X) ²	(X _i - X) ³	(X _i - X) ⁴
1	186	162,3	23,70	561,69	13.312,05	315.495,66
2	174	162,3	11,70	136,89	1.601,61	18.738,87
3	147	162,3	-15,30	234,09	-3.581,58	54.798,13
4	195	162,3	32,70	1.069,29	34.965,78	1.143.381,10
5	162	162,3	-0,30	0,09	-0,03	0,01
6	111	162,3	-51,30	2.631,69	-135.005,70	6.925.792,26
7	174	162,3	11,70	136,89	1.601,61	18.738,87
8	109	162,3	-53,30	2.840,89	-151.419,44	8.070.655,99
9	213	162,3	50,70	2.570,49	130.323,84	6.607.418,84
10	152	162,3	-10,30	106,09	-1.092,73	11.255,09
Σ	1,623			10.288,10	-109.294,56	23.166.274,82

Sumber : Hasil Perhitungan

$$\text{Rata - rata} = \bar{R}(\bar{x}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$= \frac{1}{10} \times 1623,00$$

$$= 162,3$$

$$\text{Simpangan baku (Sd)} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{10.288,10}{9}}$$

$$= [1.143,12]^{1/2}$$

$$= 33,81$$

$$\text{Koefisien Variasi (Cv)} = \frac{Sd}{\bar{x}}$$

$$= \frac{33,81}{162,30}$$

$$= 0,21$$

$$\text{Koefisien Skewness (Cs)} = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2) \times Sd^3}$$

$$= \frac{10 \times 109.294,56}{(10-1)(10-2) \times 33,81^3}$$

$$= 0,39$$

$$\text{Koefisien Ketajaman (Ck)} = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3) \times Sd^4}$$

$$= \frac{10^2 \times 23.166.274,82}{(10-1)(10-2)(10-3) \times 33,81^4}$$

$$= 3,52$$

Dari hasil analisis statistik di atas menunjukkan bahwa dari empat metode distribusi yang ada, Metode Log Normal dapat memenuhi persyaratan untuk menghitung curah hujan rencana untuk kawasan hulu Daerah Aliran Sungai pada proyek CitraGrand Galesong City dimana untuk syarat Metode Log Normal sendiri adalah $C_s > 0$, $C_k > 3,00$. Untuk

perbandingan hasil dari keempat distribusi sesuai dengan syaratnya masing – masing dapat dilihat pada table IV-4.

Tabel IV-4 Hasil Perbandingan Jenis – Jenis Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil Hitung	Kesimpulan
Distribusi Normal	Cs =0 ; Ck =3	Cs =0,39 ; Ck =3,52	Tidak dipilih
Distribusi Log Normal	Cs >0 ; Ck >3	Cs 0,39 >0; Ck 3,52 >3	Dipilih
Distribusi Gumbel	Cs =1,139 ; Ck =5,402	Cs =0,39 ; Ck =3,52	Tidak dipilih
Distribusi Log-Person III	Cs antara 0 – 0,9	Cs = 0,39	Tidak dipilih

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.3 Perhitungan Periode Ulang Distribusi Log Normal

Dari hasil analisa parameter statistik di atas, Metode yang terpilih dalam menghitung distribusi curah hujan yaitu Metode Log Normal. Rumus yang digunakan adalah rumus pada babII yang telah dibahas sebelumnya.

$$1) X = \text{Curah hujan maximum rata – rata}$$

$$2) Y = \text{Log } X$$

$$= \text{Log } 213$$

$$= 2,328$$

$$3) \bar{Y} = \frac{\sum Y}{n}$$

$$= \frac{22,010}{10} = 2,2010$$

$$4) (Y - \bar{Y}) = 2,328 - 2,2010$$

$$= 0,127$$

$$5) (Y - \bar{Y})^2 = (2,328 - 2,2010)^2$$

$$= 0,016$$

Selanjutnya hasil perhitungan periode ulang Distribusi Log Normal dapat dilihat pada table di bawah ini :

Tabel IV-5 Nilai-Nilai pada Persamaan Distribusi Log Normal

No	Tahun	X	Y=log X	(Y- \bar{Y})	(Y- \bar{Y}) ²
1	2013	213	2,328	0,127	0,016
2	2008	195	2,290	0,089	0,008
3	2005	186	2,270	0,068	0,005
4	2011	174	2,241	0,040	0,002
5	2006	174	2,241	0,040	0,002
6	2009	162	2,210	0,008	0,000
7	2014	152	2,182	-0,019	0,000
8	2007	147	2,167	-0,034	0,001
9	2010	111	2,045	-0,156	0,024
10	2012	109	2,037	-0,164	0,027
Jumlah			22,010	0,000	0,085

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari persamaan 2.24 serta harga variable reduksi Gauss untuk penentuan nilai KT dalam Tabel II-4 dapat dihitung ketinggian hujan dengan periode ulang tertentu, sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 1) \quad S_y &= \sqrt{\frac{\sum (Y-\bar{Y})^2}{(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{0,085}{(10-1)}} \\
 &= \sqrt{0,009} \\
 &= 0,097
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \ Y_2 &= \text{Log } X_2 = \bar{Y} + Kt \times S_y \\
 Y_2 &= \text{Log } X_2 = 2,20 + 0 \times 0,097 \\
 \text{Log } X_{Tr} &= 2,201
 \end{aligned}$$

$$X_{Tr} = 158,87 \text{ mm}$$

Selanjutnya hasil perhitungan dengan periode ulang yang lainnya dapat dilihat pada Tabel IV-7 di bawah ini:

Tabel IV-7 Hasil Perhitungan Data Hujan dengan Distribusi Log Normal

Periode Ulang	Y	KT	Sy	Y = Log X _{Tr}	X _{Tr} (mm)
T2	2,2010	0,00	0,097	2,201	158,87
T5	2,2010	0,84	0,097	2,282	191,63
T10	2,2010	1,28	0,097	2,325	211,40
T20	2,2010	1,64	0,097	2,360	229,08
T50	2,2010	2,05	0,097	2,400	251,03
T100	2,2010	2,33	0,097	2,427	267,22

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.4 Perhitungan Uji Smirnov - Kolmogorov

Hasil dari distribusi tersebut perlu diuji kecocokannya antara distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut.

$$\begin{aligned}
 1) \ P(x) &= m/(n+1) \\
 &= 1/(10+1) = 0,0909
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2) \ P(x <) &= M - P(x) \\
 &= 1 - 0,0909 = 0,9091
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3) \ Kt &= \frac{(Y - \bar{Y})}{S_y} \\
 &= \frac{0,127}{0,097} = 1,3138
 \end{aligned}$$

$$4) P(x) = m/(n-1)$$

$$= 1/(10-1) = 0,1111$$

$$5) P(x<) = M - P(x)$$

$$= 1 - 0,1111 = 0,8889$$

$$6) D = P(x<_3) - P(x<_6)$$

$$= 0,9091 - 0,8889 = 0,0202$$

Tabel IV-7 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorov

Xi	M	P(x) = m/(n+1)	P(x<)	Kt = $\frac{(Y-\bar{Y})}{S_y}$	P(x) = m/(n-1)	P(x<)	D
	1	2	3 = 1-2	4	5	6 = 1-5	7 = 3-6
213	1	0,0909	0,9091	1.3138	0,1111	0,8889	0,0202
195	2	0,1818	1,8182	0.9182	0,2222	1,7778	0,0404
186	3	0,2727	2,7273	0.7064	0,3333	2,6667	0,0606
174	4	0,3636	3,6364	0.4076	0,4444	3,5556	0,0808
174	5	0,4545	4,5455	0.4076	0,5556	4,4444	0,1010
162	6	0,5455	5,4545	0.0874	0,6667	5,3333	0,1212
152	7	0,6364	6,3636	-0.1981	0,7778	6,2222	0,1414
147	8	0,7273	7,2727	-0.3480	0,8889	7,1111	0,1616
111	9	0,8182	8,1818	-1.6067	1,0000	8,0000	0,1818
109	10	0,9091	9,0909	-1.6882	1,1111	8,8889	0,2020

Sumber : Hasil Perhitungan

Uji kecocokan menggunakan derajat kepercayaan 5% yang artinya hasil dari perhitungan tidak diterima atau diterima dengan kepercayaan 95%. Dari nilai banyaknya sampel data (n) = 10 dan nilai derajat kepercayaan (%) = 0,05 dengan menggunakan rumus interpolasi pada Tabel II-5 didapat nilai $D_o = 0,41$. Dapat dilihat nilai $D_{maks} = 0,2020 < D_o = 0,41$ sehingga hasil perhitungan distribusi dapat diterima.

4.1.5 Perhitungan Waktu Konsentrasi

Perhitungan selanjutnya mencari waktu konsentrasi dengan menggunakan persamaan 2.27. Untuk proyek CitraGrand Galesong City khususnya di Cluster 1 perhitungan waktu konsentrasinya akan terbagi menjadi 3 bagian. Dimana bagian pertama akan dihitung waktu konsentrasi untuk kavling no. 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10 dan kedua akan dihitung waktu konsentrasi untuk kavling no. 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 23a, 23b, 23c, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, serta yang terakhir adalah waktu konsentrasi untuk jalan paving.

1. Waktu Konsentrasi untuk kavling nomor 01, 02, 03, 05, 06, 07, 08, 09, 10

$$(tc) = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \quad S = \frac{1,05}{597,56} \rightarrow$$
$$= 0,0018$$

$$= \left(\frac{0,87 \times 0,598^2}{1000 \times 0,0018} \right)^{0,385}$$
$$= (0,01768)^{0,385}$$
$$= 0,51 \text{ Jam}$$

2. Waktu Konsentrasi untuk kavling nomor 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27

$$(tc) = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \quad S = \frac{2,11}{470} \rightarrow$$
$$= 0,0045$$

$$= \left(\frac{0,87 \times 0,470^2}{1000 \times 0,0045} \right)^{0,385}$$
$$= (0,04509)^{0,385} = 0,3 \text{ Jam}$$

3. Waktu konsentrasi jalan area Cluster 1

$$\begin{aligned} (t_c &= \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \quad S = \frac{2,38}{346,21} \\ &= 0,069 \\ &= \left(\frac{0,87 \times 0,346}{1000 \times 0,069} \right)^{0,385} \\ &= (0,01517)^{0,385} \\ &= 0,199 \text{ Jam} \end{aligned}$$

4.2 Analisa Intensitas Curah Hujan

Data curah hujan yang ada adalah data hujan maksimum harian rata-rata, sehingga dalam perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus mononobe sesuai dengan persamaan 2.26, lamanya hujan diasumsikan sama dengan nilai waktu konsentrasi yang telah dihitung.

1. Intensitas curah hujan untuk kavling nomor 01,02,03,05, 06,07,08,09,10

$$\begin{aligned} I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \\ &= \frac{159}{24} \times \left(\frac{24}{0,51} \right)^{2/3} \\ &= 86,394 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Periode ulang 5 sampai 100 tahun untuk kavling nomor 1 - 10 pada masing-masing durasi perhitungannya disajikan pada tabel IV-8 berikut.:

Tabel IV-8 Tabel Intensitas hujan untuk periode ulang T pada durasi t

No	PERIODE ULANG	R (mm)	Tc (jam)	I(mm/ jam)
1	T2	159	0,51	86,394
2	T5	192	0,51	104,207
3	T10	211	0,51	114,959
4	T20	229	0,51	124,576
5	T50	251	0,51	136,512
6	T100	267	0,51	145,314

Sumber : Hasil Perhitungan

2. Intensitas curah hujan untuk kavling nomor 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \\
 &= \frac{159}{24} \times \left(\frac{24}{0,3} \right)^{2/3} \\
 &= 123,082 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Periode ulang 5 sampai 100 tahun untuk kavling nomor 11–27 pada masing-masing durasi perhitungannya disajikan pada tabel IV-9 berikut.:

Tabel IV-9 Tabel Intensitas hujan untuk periode ulang T pada durasi t

NO	PERIODE ULANG	R (mm)	Tc(jam)	I(mm/ jam)
1	T2	159	0,3	123,082
2	T5	192	0,3	148,459
3	T10	211	0,3	163,777
4	T20	229	0,3	177,477
5	T50	251	0,3	194,482
6	T100	267	0,3	207,022

Sumber : Hasil Perhitungan

3. Intensitas curah hujan jalan beton area Cluster 1

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

$$= \frac{159}{24} \times \left(\frac{24}{0,199} \right)^{2/3}$$

$$= 161,845 \text{ mm/jam}$$

Periode ulang 5 sampai 100 tahun untuk jalan paving area Cluster 1 pada masing-masing durasi perhitungannya disajikan pada tabel IV-10 berikut.:

Tabel IV-10 Tabel Intensitas hujan untuk periode ulang T pada durasi t

No	PERIODE ULANG	R (mm)	Tc (jam)	I (mm/ jam)
1	T2	159	0,199	161,845
2	T5	192	0,199	195,215
3	T10	211	0,199	215,356
4	T20	229	0,199	233,372
5	T50	251	0,199	255,732
6	T100	267	0,199	272,221

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3 Analisa Debit Saluran

Luas area Perumahan Cluster 1 mencapai 38,261m², yang terdiri dari 5 pembagian untuk menentukan pemakaian dimensi drainase, yaitu sebagai berikut :

Tabel IV-11 Luasan Per Kavling Area Cluster 1

NO	NO KAVLING	LUAS AREA	SATUAN	PEMBAGIAN WILAYAH
1	No. 1	864	M ²	DRAINASE 1 6.616 M ²
2	NO. 2	700	M ²	
3	NO. 3	700	M ²	
4	No. 5	704	M ²	

5	No. 6	704	M ²	
6	No. 7	700	M ²	
7	No. 8	700	M ²	
8	No. 9	700	M ²	
9	No. 10	844	M ²	
10	No. 11	3.382	M ²	DRAINASE 2 8.176 M ²
11	No. 12	1.554	M ²	
12	No. 15	1.568	M ²	
13	No. 16	1.567	M ²	
14	No. 17	1.555	M ²	DRAINASE 3 16.507 M ²
15	No. 18	1.492	M ²	
16	No. 19	1.840	M ²	
17	No. 20	4.314	M ²	
18	No. 21	4.638	M ²	
19	No. 22	2.668	M ²	DRAINASE 4 7.067 M ²
20	No. 23	2.720	M ²	
21	No. 25	1.442	M ²	
22	No. 26	1.480	M ²	
23	No. 27	1.425	M ²	

Sumber : Hasil pengukuran lapangan

Setelah penentuan luasan per kavling, langkah selanjutnya adalah menghitung luasan atap rumah. Denah atap dan perhitungan luasan atap untuk 1 unit rumah akan ditunjukkan pada Tabel IV-12 di bawah ini :

Tabel IV-12 Perhitungan Luasan Atap

NO	No. ATAP	LUAS ATAP	SATUAN
1	Luasan Atap 1	6,59	M ²
2	Luasan Atap 2	17,06	M ²
3	Luasan Atap 3	21,29	M ²
4	Luasan Atap 4 :		M ²
	-Luasan atap 4a	3,01	
	-Luasan atap 4b	5,65	
5	Luasan Atap 5		M ²
	-Luasan atap 5a	2,13	
	-Luasan atap 5b	3,85	M ²
6	Luasan Atap 6	3,79	
7	Luasan Atap 7	9,22	M ²
8	Luasan Atap 8	24,70	M ²

9	Luasan Atap 9	8,69	M ²
10	Luasan Atap 10	2,17	M ²
11	Luasan Atap 11	2,17	M ²
12	Luasan Atap 12	4,18	M ²
Total Luasan		114,51	M²

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3.1 Perhitungan Debit Drainase Pertama (1)

4.3.1.1 Debit Curah Hujan

Contoh perhitungan untuk 9 unit rumah dengan nomor No. 01, No. 02, No.03, No.05, No. 06, No. 07, No.08, No. 09, dan No. 10

1. Mencari nilai koefisien aliran

$$\text{Luas total atap} = 114,51 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas 1 unit rumah} = 200 \text{ m}^2$$

$$\text{Jumlah rumah} = 9 \text{ unit}$$

$$\text{Luas total kavling 1} = 6.616 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas jalan beton} = 2.273 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas taman} = 5.979 \text{ m}^2$$

$$L_{\text{atap}} = L_{\text{total atap}} \times \text{Jumlah rumah} \times c$$

$$= 114,51 \text{ m}^2 \times 9 \text{ unit} \times 0,95$$

$$= 979,096 \text{ m}^2$$

$$L_{\text{jalan paving}} = (L_{\text{total atap}} - L_{\text{1 unit rumah}}) \times \text{Jumlah rumah} \times c$$

$$= (114,51 - 200 \text{ m}^2) \times 9 \text{ unit} \times 0,70$$

$$= 538,561 \text{ m}^2$$

$$L_{\text{open space}} = (L_{\text{total kavling 1}} - L_{\text{atap}} - L_{\text{jalan paving}}) \times c$$

$$= (6.616 \text{ m}^2 - 979,096 \text{ m}^2 - 538,561 \text{ m}^2) \times 0,60$$

$$= 2889,6 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} L_{\text{jalan beton}} &= 2.273 \text{ m}^2 \times 0,95 \\ &= 2159,073 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} L_{\text{taman}} &= 5.979 \text{ m}^2 \times 0,35 \\ &= 2.092,51 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Jadi, nilai koefisien gabungannya adalah :

$$\begin{aligned} C_{\text{gab.}} &= \frac{L_{\text{atap}} + L_{\text{jalan paving}} + L_{\text{open space}} + L_{\text{jalan beton}} + L_{\text{taman}}}{\text{Luas total kavling1}} \\ &= \frac{979,096 + 538,561 + 2.889,6 + 2.159,037 + 2092,51}{14.867} \\ &= 0,58 \end{aligned}$$

Tabel IV-13 Nilai Koefisien Aliran Seluruh Kawasan Perumahan Pertama

No	Komposisi	Luas	Nilai c	L x c
1	Atap	1.031	0,95	979,096
2	Jalan paving	769	0,70	538,561
3	Open space	4.816	0,60	2889,600
4	Jalan beton	2.273	0,95	2159,037
5	Taman	5.979	0,35	2092,510
Jumlah		14.867		8.658,803

Sumber : Hasil Perhitungan

2. Perhitungan debit hujan

Berikut contoh perhitungan untuk debit hujan dengan periode ulang

2 tahun:

$$C_{\text{gab}} = 0,58$$

$$I_{T50} = 136,512 \text{ mm/jam}$$

$$A = 6.616 \text{ m}^2 = 0,616 \text{ Ha}$$

$$Q_{h1} = 0,002778 \times C_{\text{gab}} \times I_{T50} \times A$$

$$= 0,002778 \times 0,58 \times 136,512 \times 0,616$$

$$= 0,146 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Hasil perhitungan debit hujan dengan periode ulang 2 – 100 tahun

bisa dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel IV-14 Debit Curah Hujan Pertama

No	Periode ulang	I	C	A	Qh
1	T2	86,394	0,58	0,6616	0,092
2	T5	104,207	0,58	0,6616	0,111
3	T10	114,959	0,58	0,6616	0,123
4	T20	124,576	0,58	0,6616	0,133
5	T50	136,512	0,58	0,6616	0,146
6	T100	145,314	0,58	0,6616	0,155

Sumber : Hasil Perhitungan

Periode ulang yang dipakai untuk kawasan Perumahan Citra Grand Galesong City area Cluster 1 adalah 50 tahun, sehingga nilai debit hujan

(Q_{h1}) untuk jalan perumahan adalah $0,146 \text{ m}^3/\text{dtk}$

4.3.1.2 Debit Air Kotor

Debit air kotor diperhitungkan sebagai berikut:

Debit air buangan tiap orang = 150 lt/orng/hari
 = $0,0017361111 \text{ lt/org/detik}$
 = $0,000001736 \text{ m}^3/\text{org/detik}$.

Pada saluran pada kavling nomor 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10

1. Jumlah rumah = 9 unit
2. Tipe rumah = 200
3. Banyaknya penghuni = 6 orang/rumah
4. Jumlah penghuni total = 54 orang
5. Debit air kotor (Q_{h1b}) = $80\% \times 54 \times 0,000001736$
 = $0,000093744 \text{ m}^3/\text{dtk}$.

4.3.1.3 Perhitungan Debit Komulatif

Debit total saluran drainase adalah penjumlahan dari debit air hujan dan debit air kotor dari rumah tangga.

Contoh perhitungan 1 untuk saluran pada kavling nomor 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10

1. Saluran = 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10
2. Saluran sebelumnya = -
3. Debit aliran air hujan (Q_{h1a}) = 0,146 m³/detik.
4. Debit aliran air kotor (Q_{h1b}) = 0,000093744 m³/detik
5. Debit total = $Q_{h1} + Q_{k1}$
= 0,146 + 0,000093744
= 0,146093744 m³/detik

4.3.2 Perhitungan Debit Drainase Kedua (2)

4.3.2.1 Debit Curah Hujan

Contoh perhitungan untuk 6 unit rumah dengan nomor No. 11, No. 12, No. 15, No. 16

1. Mencari nilai koefisien aliran

$$\text{Luas total atap} = 114,51 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas 1 unit rumah} = 200 \text{ m}^2$$

$$\text{Jumlah rumah} = 4 \text{ unit}$$

$$\text{Luas total kavling 2} = 8.071 \text{ m}^2$$

$$\text{Jalan beton} = 1.042 \text{ m}^2$$

$$\text{Latap} = L_{\text{total atap}} \times \text{Jumlah rumah} \times c$$

$$= 114,51 \text{ m}^2 \times 4 \text{ unit} \times 0,95$$

$$= 435,1541 \text{ m}^2$$

$$L_{\text{jalan paving}} = (L_{\text{1 unit rumah}} - L_{\text{total atap}}) \times \text{Jumlah rumah} \times c$$

$$= (200 \text{ m}^2 - 114,51) \times 4 \text{ unit} \times 0,70$$

$$= 239,360 \text{ m}^2$$

$$L_{\text{open space}} = (L_{\text{total kavling}} - L_{\text{atap}} - L_{\text{jalan paving}}) \times c$$

$$= (8.071 \text{ m}^2 - 687 \text{ m}^2 - 513 \text{ m}^2) \times 0,60$$

$$= 918,2 \text{ m}^2$$

$$L_{\text{jalan beton}} = 1.042 \text{ m}^2 \times 0,95$$

$$= 990,318 \text{ m}^2$$

Jadi, nilai koefisien gabungannya adalah :

$$C_{\text{gab.}} = \frac{L_{\text{atap}} + L_{\text{jalan paving}} + L_{\text{open space}} + L_{\text{jalan beton}}}{\text{Luas total kavling}_2}$$

$$= \frac{435,154 + 239,36 + 4362,6 + 667,119}{8.071}$$

$$= 0,65$$

Tabel IV-15 Nilai Koefisien Aliran Seluruh Kawasan Perumahan Kedua

No	Komposisi	Luas	Nilai c	L x c
1	Atap	687	0,95	652,731
2	Halaman	6.289	0,22	1383,561
3	Open space	1.200	0,60	720,000
4	Jalan beton	789	0,95	749,550
Jumlah		8.773		5.704,233

Sumber : Hasil Perhitungan

2. Perhitungan debit hujan

Berikut contoh perhitungan untuk debit hujan dengan periode ulang 2 tahun:

$$C_{\text{gab}} = 0,65$$

$$I_{T50} = 194,482 \text{ mm/jam}$$

$$A = 8.701 \text{ m}^2 = 0,8701\text{Ha}$$

$$Qh_2 = 0,002778 \times C_{gab} \times I_{T50} \times A$$

$$= 0,002778 \times 0,65 \times 194,482 \times 0,8701$$

$$= 0,283 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Hasil perhitungan debit hujan dengan periode ulang 2 – 100 tahun

bisa dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel IV-16 Debit Curah Hujan Kedua

No	Periode ulang	I	C	A	Qh
1	T2	123,082	0,65	8.071	0,179
2	T5	148,459	0,65	8.071	0,216
3	T10	163,777	0,65	8.071	0,239
4	T20	177,477	0,65	8.071	0,259
5	T50	194,482	0,65	8.071	0,283
6	T100	207,022	0,65	8.071	0,302

Sumber : Hasil Perhitungan

Periode ulang yang dipakai untuk kawasan Perumahan Citra Grand Galesong City area Cluster 1 adalah 50 tahun, sehingga nilai debit hujan (QH) untuk jalan perumahan adalah 0,283 m³/dtk.

4.3.2.2 Debit Air Kotor

Debit air kotor diperhitungkan sebagai berikut:

$$\text{Debit air buangan tiap orang} = 150 \text{ lt/orng/hari}$$

$$= 0,0017361111 \text{ lt/org/detik}$$

$$= 0,000001736 \text{ m}^3/\text{org/detik.}$$

Pada saluran kavling pada nomor 11, 12, 15, 16

$$1. \text{ Jumlah rumah} = 4 \text{ unit}$$

$$2. \text{ Tipe rumah} = 200$$

$$3. \text{ Banyaknya penghuni} = 6 \text{ orang/rumah}$$

$$4. \text{ Jumlah penghuni total} = 24 \text{ orang}$$

$$\begin{aligned}
 5. \text{ Debit air kotor (} Q_{k2} \text{)} &= 80\% \times 24 \times 0,000001736 \\
 &= 0,000033331 \text{ m}^3/\text{dtk}.
 \end{aligned}$$

4.3.2.3 Perhitungan Debit Komulatif

Debit total saluran drainase adalah penjumlahan dari debit air hujan dan debit air kotor dari rumah tangga.

Contoh perhitungan 1 untuk saluran kavling pada nomor 11,12,15,16

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Saluran} &= 11, 12, 15, 16 \\
 2. \text{ Saluran sebelumnya} &= - \\
 3. \text{ Debit aliran air hujan}(Q_{h2}) &= 0,283 \text{ m}^3/\text{detik}. \\
 4. \text{ Debit aliran air kotor}(Q_{k2}) &= 0,000033331 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 5. \text{ Debit total} &= Q_{h2} + Q_{k2} \\
 &= 0,283 + 0,000033331 \\
 &= 0,283033331 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

4.3.3 Perhitungan Debit Drainase Ketiga (3)

4.3.3.1 Debit Curah Hujan

Contoh perhitungan untuk 6 unit rumah dengan nomor No.17, No.18, No.19, No.202, No.21, No.22

1. Mencari nilai koefisien aliran

$$\text{Luas total atap} = 114,51 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas 1 unit rumah} = 200 \text{ m}^2$$

$$\text{Jumlah rumah} = 6 \text{ unit}$$

$$\text{Luas total kavling 3} = 16.507 \text{ m}^2$$

$$\text{Jalan beton} = 1.042 \text{ m}^2$$

$$L_{\text{atap}} = L_{\text{total atap}} \times \text{Jumlah rumah} \times c$$

$$= 114,51 \text{ m}^2 \times 6 \text{ unit} \times 0,95$$

$$= 652,731 \text{ m}^2$$

$$L_{\text{jalan paving}} = (L_{\text{1 unit rumah}} - L_{\text{total atap}}) \times \text{Jumlah rumah} \times c$$

$$= (200 \text{ m}^2 - 114,51) \times 6 \text{ unit} \times 0,70$$

$$= 1.513,141 \text{ m}^2$$

$$L_{\text{open space}} = (L_{\text{total kavling 1}} - L_{\text{atap}} - L_{\text{jalan paving}}) \times c$$

$$= (8.176 \text{ m}^2 - 687 \text{ m}^2 - 513) \times 0,60$$

$$= 9.184,2 \text{ m}^2$$

$$L_{\text{jalan beton}} = 1.042 \text{ m}^2 \times 0,95$$

$$= 990,318 \text{ m}^2$$

Jadi, nilai koefisien gabungannya adalah :

$$C_{\text{gab.}} = \frac{L_{\text{atap}} + L_{\text{jalan paving}} + L_{\text{open space}} + L_{\text{jalan beton}}}{\text{Luas total kavling 3}}$$

$$= \frac{652,731 + 1.513,141 + 9.184,2 + 990,318}{17.549}$$

$$= 0,64$$

Tabel IV-17 Nilai Koefisien Aliran Seluruh Kawasan Perumahan Ketiga

No	Komposisi	Luas	Nilai c	L x c
1	Atap	687	0,95	652,731
2	Jalan paving	513	0,70	359,040
3	Open space	15.307	0,60	9184,200
4	Jalan beton	1.042	0,95	990,318
Jumlah		17.549		11.186,289

Sumber : Hasil Perhitungan

2. Perhitungan debit hujan

Berikut contoh perhitungan untuk debit hujan dengan periode ulang 2 tahun:

$$C_{gab} = 0,64$$

$$I_{T50} = 194,482 \text{ mm/jam}$$

$$A = 16.507 \text{ m}^2 = 0,16507 \text{ Ha}$$

$$\begin{aligned} Q_{h3} &= (0,002778 \times C_{gab} \times I_{T50} \times A) + Q_{h2} \\ &= (0,002778 \times 0,64 \times 194,482 \times 0,16507) + 0,283 \\ &= 1,138 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan debit hujan dengan periode ulang 2 – 100 tahun

bisa dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel IV-17 Debit Curah Hujan Ketiga

No	Periode ulang	I	C	A
T2	123,082	0,64	16.507	0,541
T5	148,459	0,64	16.507	0,868
T10	163,777	0,64	16.507	0,958
T20	177,477	0,64	16.507	1,038
T50	194,482	0,64	16.507	1,138
T100	207,022	0,64	16.507	1,211

Sumber : Hasil Perhitungan

Periode ulang yang dipakai untuk kawasan Perumahan Citra Grand

Galesong City area Cluster 1 adalah 50 tahun, sehingga nilai debit hujan

(QH) untuk jalan perumahan adalah 1,138 m³/dtk

4.3.3.2 Debit Air Kotor

Debit air kotor diperhitungkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Debit air buangan tiap orang} &= 150 \text{ lt/orng/hari} \\ &= 0,0017361111 \text{ lt/org/detik} \\ &= 0,000001736 \text{ m}^3/\text{org/detik.} \end{aligned}$$

Pada saluran kavling pada nomor 17, 18, 19, 20, 21, 22

$$1. \text{ Jumlah rumah} = 6 \text{ unit}$$

- 2. Tipe rumah = 200
- 3. Banyaknya penghuni = 6 orang/rumah
- 4. Jumlah penghuni total = 36 orang
- 5. Debit air kotor (Q_{3b}) = $80\% \times 36 \times 0,000001736$
= $0,000049997 \text{ m}^3/\text{dtk}$.

4.3.3.3 Perhitungan Debit Kumulatif

Debit total saluran drainase adalah penjumlahan dari debit air hujan dan debit air kotor dari rumah tangga.

Contoh perhitungan 1 untuk saluran kavling pada nomor 17, 18, 19, 20, 21, 22

- 1. Saluran = 17, 18, 19, 20, 21, 22
- 2. Saluran sebelumnya = 11, 12, 15, 16
- 3. Debit aliran air hujan (Q_{h3a}) = $0,283 + 0,854$
= $1,138 \text{ m}^3/\text{detik}$.
- 4. Debit aliran air kotor (Q_{h3b}) = $0,000033331 + 0,000049997$
= $0,000083328 \text{ m}^3/\text{detik}$
- 5. Debit total = $Q_{h3} + Q_{k3b}$
= $1,138 + 0,000083328$
= $1,138083328 \text{ m}^3/\text{detik}$

4.3.4 Perhitungan Debit Drainase Keempat (4)

4.3.4.1 Debit Curah Hujan

Contoh perhitungan untuk 4 unit rumah dengan nomor No.23, No.25, No.26, No.27

1. Mencari nilai koefisien aliran

$$\text{Luas total atap} = 114,51 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas 1 unit rumah} = 200 \text{ m}^2$$

$$\text{Jumlah rumah} = 4 \text{ unit}$$

$$\text{Luas total kavling 4} = 7.067 \text{ m}^2$$

$$\text{Jalan beton} = 528 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Latap} &= \text{Ltotal atap} \times \text{Jumlah rumah} \times c \\ &= 114,51 \text{ m}^2 \times 4 \text{ unit} \times 0,95 \\ &= 435,154 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ljalan paving} &= (\text{L1 unit rumah} - \text{Ltotal atap}) \times \text{Jumlah rumah} \times c \\ &= (200 \text{ m}^2 - 114,51) \times 4 \text{ unit} \times 0,70 \\ &= 239,372 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lopen space} &= (\text{Ltotal kavling 1} - \text{Latap} - \text{Ljalan paving}) \times c \\ &= (7.067 \text{ m}^2 - 458 \text{ m}^2 - 342) \times 0,60 \\ &= 3.760,19 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ljalan beton} &= 528 \text{ m}^2 \times 0,95 \\ &= 501,6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Jadi, nilai koefisien gabungannya adalah :

$$C_{gab.} = \frac{\text{Latap} + \text{Ljala paving} + \text{Lopen space} + \text{Ljalan beton}}{\text{Luas total kavling}}$$

$$= \frac{435,154 + 239,372 + 3.760,19 + 50,6}{7.595}$$

$$= 0,65$$

Tabel IV-19 Nilai Koefisien Aliran Seluruh Kawasan Perumahan Keempat

No	Komposisi	Luas	Nilai c	L x c
1	Atap	458	0,95	435,154
2	Halaman	342	0,70	239,372
	Open space	6.267	0,60	3760,190
3	Jalan beton	528	0,95	501,600
Jumlah		7.595		4.936,316

Sumber : Hasil Perhitungan

2. Perhitungan debit hujan

Berikut contoh perhitungan untuk debit hujan dengan periode ulang 2 tahun:

$$C_{gab} = 0,65$$

$$I_{T50} = 194,482 \text{ mm/jam}$$

$$A = 7.067 \text{ m}^2 = 0,7067 \text{ Ha}$$

$$Q_{h4} = 0,002778 \times C_{gab} \times I_{T50} \times A$$

$$= 0,002778 \times 0,65 \times 194,482 \times 0,7067$$

$$= 0,157 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Hasil perhitungan debit hujan dengan periode ulang 2 – 100 tahun

bisa dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel IV-20 Debit Curah Hujan Keempat

No	Periode ulang	I	C	A	Qh
1	T2	123,082	0,65	7.067	0,985
2	T5	148,459	0,65	7.067	1,404
3	T10	163,777	0,65	7.067	1,549
4	T20	177,477	0,65	7.067	1,679
5	T50	194,482	0,65	7.067	1,840
6	T100	207,022	0,65	7.067	1,958

Sumber : Hasil Perhitungan

Periode ulang yang dipakai untuk kawasan Perumahan Citra Grand Galesong City area Cluster 1 adalah 50 tahun, sehingga nilai debit hujan (Q_{h4}) untuk jalan perumahan adalah $1,840 \text{ m}^3/\text{dtk}$.

4.3.4.2 Debit Air Kotor

Debit air kotor diperhitungkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Debit air buangan tiap orang} &= 150 \text{ lt/orng/hari} \\ &= 0,0017361111 \text{ lt/org/detik} \\ &= 0,000001736 \text{ m}^3/\text{org/detik.} \end{aligned}$$

Pada saluran kavling pada nomor 23, 23a, 23b, 23c

1. Jumlah rumah = 4 unit
2. Tipe rumah = 200
3. Banyaknya penghuni = 6 orang/rumah
4. Jumlah penghuni total = 24 orang
5. Debit air kotor (Q_{k4}) = $80\% \times 24 \times 0,000001736$
= $0,000033331 \text{ m}^3/\text{dtk}$.

4.3.4.3 Pehitungan Debit Komulatif

Debit total saluran drainase adalah penjumlahan dari debit air hujan dan debit air kotor dari rumah tangga.

Contoh perhitungan 1 untuk saluran kavling pada nomor 23, 25, 26, 27

1. Saluran = 23, 25, 26, 27
2. Saluran sebelumnya = 1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,12,15,16,17,
18,19,20,21,22,23,25,26,27
3. Debit aliran air hujan(Q_{h4}) = $0,146 + 0,283 + 0,854 + 0,248 + 0,309$
= $1,84\text{m}^3/\text{detik}$.
4. Debit aliran air kotor(Q_{k4}) = $0,000093744 + 0,000033331 +$
 $0,000049997 + 0,000033331$
= $0,000210405\text{m}^3/\text{detik}$
5. Debit total = $Q_{h4} + Q_{k4}$
= $1,84 + 0,000210405$
= $1,840210405\text{ m}^3/\text{detik}$

4.3.5. Perhitungan Debit Jalan Perumahan

Debit Curah Hujan

1. Mencari nilai koefisien aliran

$$\text{Luas Jalan} = 4.571,39, c = 0,95$$

$$\begin{aligned} L_{\text{jalan}} &= 4.571,39 \times 0,95 \\ &= 4.324,82\text{m}^2 \end{aligned}$$

Jadi, nilai koefisien gabungannya adalah :

$$\begin{aligned} C_{\text{gab.}} &= \frac{4.571,39}{4.324,82} \\ &= 0,95 \end{aligned}$$

Tabel IV-21 Nilai Koefisien Aliran Seluruh Kawasan Perumahan

No	Komposisi	Luas	Nilai c	L x c
1	Jalan Beton	4.571,39	0,95	4.324,82
Jumlah		4.571,39		4.324,82

Sumber: Hasil Perhitungan

2. Perhitungan debit hujan

Berikut contoh perhitungan untuk debit hujan dengan periode ulang 5 tahun:

$$C = 0,95$$

$$I_{T50} = 256 \text{ mm/jam}$$

$$A = 4.571,39 \text{ m}^2 = 0,4571 \text{ Ha}$$

$$Q_{h5} = 0,002778 \times C \times I_{T2} \times A$$

$$= 0,002778 \times 0,95 \times 256 \times 0,4571 = 0,309 \text{ m}^3/\text{dtK}$$

Hasil perhitungan debit hujan dengan periode ulang 2 – 100 tahun

bisa dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel IV-22 Debit Curah Hujan

No	Periode ulang	I	C	A	Qh
1	T2	162	0,9500	4571,39	0,195
2	T5	195	0,9500	4571,39	0,236
3	T10	215	0,9500	4571,39	0,260
4	T20	233	0,9500	4571,39	0,282
5	T50	256	0,9500	4571,39	0,309
6	T100	272	0,9500	4571,39	0,328

Sumber : Hasil Perhitungan

Periode ulang yang dipakai untuk kawasan Perumahan Citra Grand

Galesong City area Cluster 1 adalah 50 tahun, sehingga nilai debit hujan

(QH) untuk jalan perumahan adalah $0,309 \text{ m}^3/\text{dtk}$

4.4 Perhitungan Dimensi Saluran

Perhitungan dimensi saluran menggunakan metode saluran tertutup yang berbentuk lingkaran atau biasa juga disebut gorong – gorong. Dengan mengetahui debit aliran pada tiap potongan saluran drainase, maka dapat diketahui dimensi saluran (saluran tertutup).

Tabel IV-23 Debit Saluran Cluster 1 untuk periode ulang 2 tahun

No	Pembagian Saluran	Debit (m ³ /dtk)
1.	Drainase Pertama	0,146 m ³ /dtk
2.	Drainase Kedua	0,283 m ³ /dtk
3.	Drainase Ketiga	1,138 m ³ /dtk
4.	Drainase Keempat	1,840 m ³ /dtk
5.	Drainase Jalan Perumahan	0,309 m ³ /dtk

Sumber : Hasil Perhitungan

4.4.1 Perhitungan Dimensi Drainase Pertama (1)

Penentuan Dimensi menggunakan Rumus Chezy dan Rumus Hazen William sesuai dengan persamaan 2.33 dan persamaan 2.34

$$Q_{h1} = 0,146 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

1. Rumus Chezy

$$Q = V \cdot A$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{0,146}{\pi D^2}$$

$$= \frac{0,146 \cdot 4}{3,14 D^2}$$

$$= \frac{0,185}{D^2}$$

2. Rumus Hazen Williams

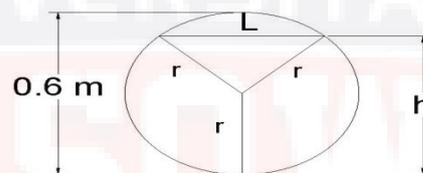
$$V = 0,354 C_H D^{0,63} |^{0,54}$$

$$\frac{0,146}{D^2} = 0,354 \times 130 \times D^{0,63} (0,0018)^{0,54}$$

$$0,185 = 1,497 \times D^{0,63} \times D^2$$

$$D^{2,63} = 0,1239 \text{ m}$$

$$D = 0,452 \text{ m} \approx 0,5 \text{ m}$$



Gambar 4.1 Penampang Drainase Pertama

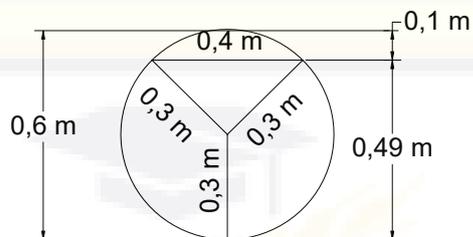
Dengan didapatkannya diameter drainase akhir 0,6 m, maka tinggi jagaan dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Jagaan (w)} &= D - h \\ &= 0,6 - (0,81 D) \\ &= 0,6 - 0,486 \\ &= 0,114 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi L dapat ditentukan dengan cara :

$$\begin{aligned} \text{Lebar Penampang Air di atas (L)} &= 2 \times \sqrt{r^2 - (h - r)^2} \\ &= 2 \times \sqrt{0,3^2 - (0,486 - 0,3)^2} \\ &= 2 \times \sqrt{0,09 - 0,035} \\ &= 2 \times 0,2 \text{ m} = 0,4 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi dapat digambarkan dimensi penampang drainase akhir adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1 Penampang Drainase Pertama

4.4.2 Perhitungan Dimensi Drainase Kedua (2)

Penentuan Dimensi menggunakan Rumus Chezy dan Rumus

Hazen Williamssesuai dengan persamaan 2.33 dan persamaan 2.34

$$Q_{h1a} = 0,283 \text{ m}^3/\text{dk}$$

1. Rumus Chezy

$$Q = V \cdot A$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{0,283}{\pi D^4}$$

$$= \frac{0,283 \cdot 4}{3,14 D^2}$$

$$= \frac{0,361}{D^2}$$

2. Rumus Hazen Williams

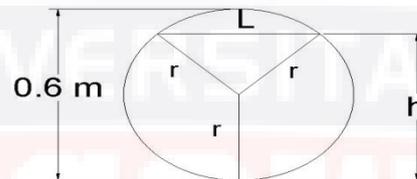
$$V = 0,354 C_H D^{0,63} |^{0,54}$$

$$\frac{0,361}{D^2} = 0,354 \times 130 \times D^{0,63} (0,0045)^{0,54}$$

$$0,361 = 2,177 \times D^{0,63} \times D^2$$

$$D^{2,63} = 0,1453 \text{ m}$$

$$D = 0,48 \text{ m} \quad D = 0,6 \text{ m}$$



Gambar 4.3 Penampang Drainase Kedua

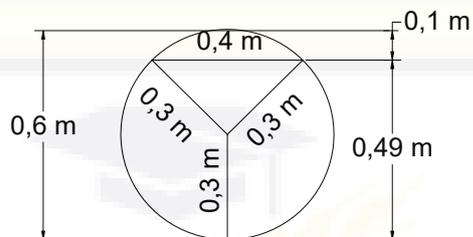
Dengan didapatkannya diameter drainase akhir 0,6 m, maka tinggi jagaan dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Jagaan (w)} &= D - h \\ &= 0,6 - (0,81 D) \\ &= 0,6 - 0,486 \\ &= 0,114 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi L dapat ditentukan dengan cara :

$$\begin{aligned} \text{Lebar Penampang Air di atas (L)} &= 2 \times \sqrt{r^2 - (h - r)^2} \\ &= 2 \times \sqrt{0,3^2 - (0,486 - 0,3)^2} \\ &= 2 \times \sqrt{0,09 - 0,035} \\ &= 2 \times 0,2 \text{ m} = 0,4 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi dapat digambarkan dimensi penampang drainase akhir adalah sebagai berikut :



Gambar 4.4 Penampang Drainase Kedua

4.4.3 Perhitungan Dimensi Drainase Ketiga (3)

Penentuan Dimensi menggunakan Rumus Chezy dan Rumus

Hazen Williamssesuai dengan persamaan 2.32 dan persamaan 2.33

$$Q_{h3a} = 1,138 \text{ m}^3/\text{detik.}$$

1. Rumus Chezy

$$Q = V \cdot A$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{1,138}{\pi D^2}$$

$$= \frac{1,138 * 4}{3,14 D^2}$$

$$= \frac{1,449}{D^2}$$

2. Rumus Hazen Williams

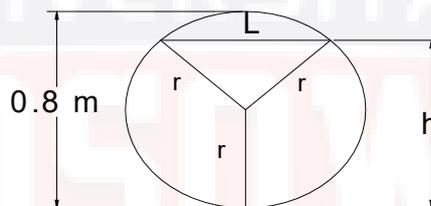
$$V = 0,354 C_H D^{0,63} |^{0,54}$$

$$\frac{1,449}{D^2} = 0,354 \times 130 \times D^{0,63} (0,0045)^{0,54}$$

$$1,449 = 2,485 \times D^{0,63} \times D^2$$

$$D^{2,63} = 0,5833 \text{ m}$$

$$D = 0,79 \text{ m} \rightarrow D = 0,8 \text{ m}$$



Gambar 4.5 Penampang Drainase Ketiga

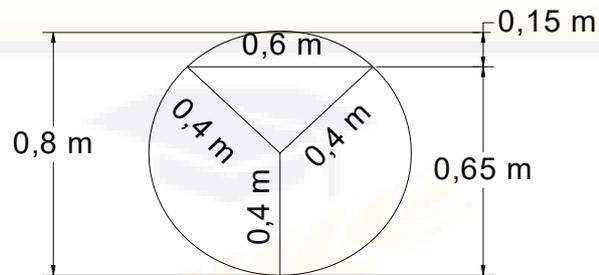
Dengan didapatkannya diameter drainase akhir 0,6 m, maka tinggi jagaan dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Jagaan (w)} &= D - h \\ &= 0,8 - (0,81 D) \\ &= 0,8 - 0,648 \\ &= 0,152 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi L dapat ditentukan dengan cara :

$$\begin{aligned} \text{Lebar Penampang Air di atas (L)} &= 2 \times \sqrt{r^2 - (h - r)^2} \\ &= 2 \times \sqrt{0,4^2 - (0,648 - 0,4)^2} \\ &= 2 \times \sqrt{0,16 - 0,062} \\ &= 2 \times 0,3 \text{ m} = 0,6 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi dapat digambarkan dimensi penampang drainase akhir adalah sebagai berikut :



Gambar 4.6 Penampang Drainase Ketiga

4.4.4 Perhitungan Dimensi Drainase Keempat (4)

Penentuan Dimensi menggunakan Rumus Chezy dan Rumus Hazen Williamssesuai dengan persamaan 2.32 dan persamaan 2.33

$$Q_{h4a} = 1,840 \text{ m}^3/\text{detik.}$$

1. Rumus Chezy

$$Q = V \cdot A$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{1,840}{\pi D^4}$$

$$= \frac{1,840 \cdot 4}{3,14 D^2}$$

$$= \frac{2,344}{D^2}$$

2. Rumus Hazen Williams

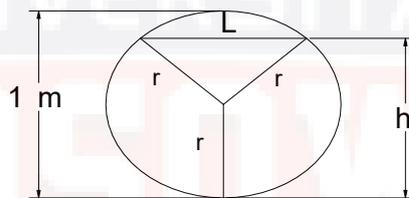
$$V = 0,354 C_H D^{0,63} |^{0,54}$$

$$\frac{2,344}{D^2} = 0,354 \times 130 \times D^{0,63} (0,0045)^{0,54}$$

$$2,344 = 2,485 \times D^{0,63} \times D^2$$

$$D^{2,63} = 0,9433 \text{ m}$$

$$D = 0,978 \text{ m} \rightarrow D = 1 \text{ m}$$



Gambar 4.7 Penampang Drainase Keempat

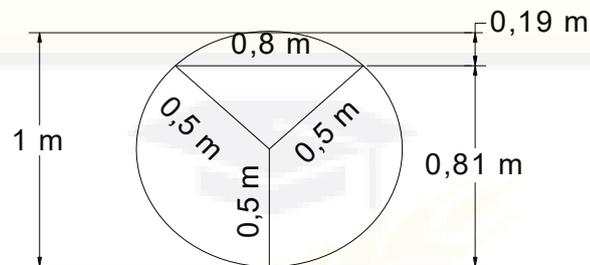
Dengan didaptkannya diameter drainase akhir 0,6 m, maka tinggi jagaan dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Jagaan (w)} &= D - h \\ &= 1 - (0,81 D) \\ &= 1 - 0,81 \\ &= 0,19 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi L dapat ditentukan dengan cara :

$$\begin{aligned} \text{Lebar Penampang Air di atas (L)} &= 2 \times \sqrt{r^2 - (h - r)^2} \\ &= 2 \times \sqrt{0,5^2 - (0,81 - 0,5)^2} \\ &= 2 \times \sqrt{0,5 - 0,096} \\ &= 2 \times 0,4 \text{ m} = 0,8 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi dapat digambarkan dimensi penampang drainase akhir adalah sebagai berikut :



Gambar 4.8 Ukuran Penampang Drainase Keempat

4.4.5 Perhitungan Dimensi Drainase Jalan

Penentuan Dimensi menggunakan Rumus Chezy dan Rumus

Hazen Williamssesuai dengan persamaan 2.32 dan persamaan 2.33

$$Q_h = 0,309 \text{ m}^3/\text{detik.}$$

1. Rumus Chezy

$$Q = V \cdot A$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{0,309}{\pi D^2}$$

$$= \frac{0,309 \cdot 4}{3,14 D^2}$$

$$= \frac{0,393}{D^2}$$

1. Rumus Hazen Williams

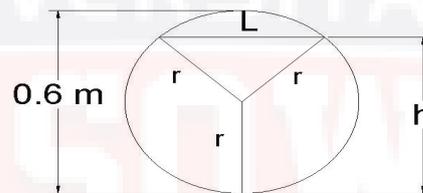
$$V = 0,354 C_H D^{0,63} |^{0,54}$$

$$\frac{0,393}{D^2} = 0,354 \times 130 \times D^{0,63} (0,0069)^{0,54}$$

$$0,393 = 3,126 \times D^{0,63} \times D^2$$

$$D^{2,63} = 0,1257 \text{ m}$$

$$D = 0,45 \text{ m} \approx 0,6 \text{ m}$$



Gambar 4.9 Penampang Drainase Jalan

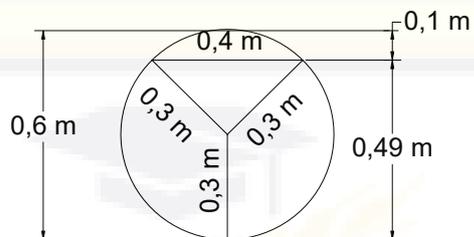
Dengan didaptkannya diameter drainase akhir 0,6 m, maka tinggi jagaan dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Tinggi Jagaan (w)} &= D - h \\ &= 0,6 - (0,81 D) \\ &= 0,6 - 0,486 \\ &= 0,114 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi L dapat ditentukan dengan cara :

$$\begin{aligned} \text{Lebar Penampang Air di atas (L)} &= 2 \times \sqrt{r^2 - (h - r)^2} \\ &= 2 \times \sqrt{0,3^2 - (0,486 - 0,3)^2} \\ &= 2 \times \sqrt{0,09 - 0,035} \\ &= 2 \times 0,2 \text{ m} = 0,4 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi dapat digambarkan dimensi penampang drainase akhir adalah sebagai berikut :



Gambar 4.10 Penampang Drainase Jalan

UNIVERSITAS

BOSOWA



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Saluran yang digunakan untuk pembangunan perumahan di proyek Citra Grand Galesong City khususnya Cluster 1 adalah yang berbentuk gorong – gorong.

Dari hasil perhitungan debit dan dimensi yang dihitung dapat dikatakan aman untuk digunakan pada perumahan Citra Grand Galesong City khususnya pada Cluster 1 karena hasil perhitungan telah dihitung berdasarkan data curah hujan dan luas daerah yang didapat dari kantor PT. CiputraTangguh Mandiri yang sudah sesuai dengan kondisi lapangan. Berikut hasil debit rencana dan dimensi yang telah dihitung dalam laporan tugas akhir :

1. Dari Data analisis Distribusi Log Normal untuk curah hujan dan air limbah rumah tangga di dapatkan data debit sebagai berikut :
 - a. Jumlah debit yang diterima oleh drainase pertama (1) adalah
0,146 m³/detik
 - b. Jumlah debit yang diterima oleh drainase kedua (2) adalah
0,283 m³/detik
 - c. Jumlah debit yang diterima oleh drainase ketiga (3) adalah
1,138 m³/detik

d. Jumlah debit yang diterima oleh drainase keempat (4) adalah 1,840 m³/detik

e. Jumlah debit yang diterima oleh drainase jalan adalah 0,309 m³/detik

2. Dengan data debit didapatkan hasil perhitungan dimensi penampang saluran drainase Cluster 1 sebagai berikut :

a. Dimensi drainase pertama (1) adalah 0,452 m ≈ 0,6 m

b. Dimensi drainase kedua (2) adalah 0,48 m ≈ 0,6 m

c. Dimensi drainase ketiga (3) adalah 0,79 m ≈ 0,8 m

d. Dimensi drainase keempat (4) adalah 0,978 m ≈ 0,1 m

e. Dimensi drainase jalan adalah 0,4 m ≈ 1 m

Untuk dimensi gorong- gorong dibulatkan sesuai dengan gorong – gorong cetakan dari pabrik (Ø40, Ø60, Ø80, Ø100)

5.2 Saran

1. Pembangunan Sistem Drainase pada perumahan harus memperhatikan fungsi drainase sebagai prasarana yang didasarkan pada konsep berwawasan lingkungan.

2. Pelaksanaan saluran drainase sebagai fasilitas umum harus didahulukan sebelum membangun rumah agar tidak terjadi banjir atau dilakukan secara bersamaan.

3. Dalam perencanaan drainase, sangat penting untuk memperhatikan lay out dan kontur agar tidak terjadi kesalahan dalam perencanaan.



DAFTAR PUSTAKA

Soewarno. 1995. *Hidrologi Jilid 1. Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*, Nova, Bandung.

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Andi, Yogyakarta.

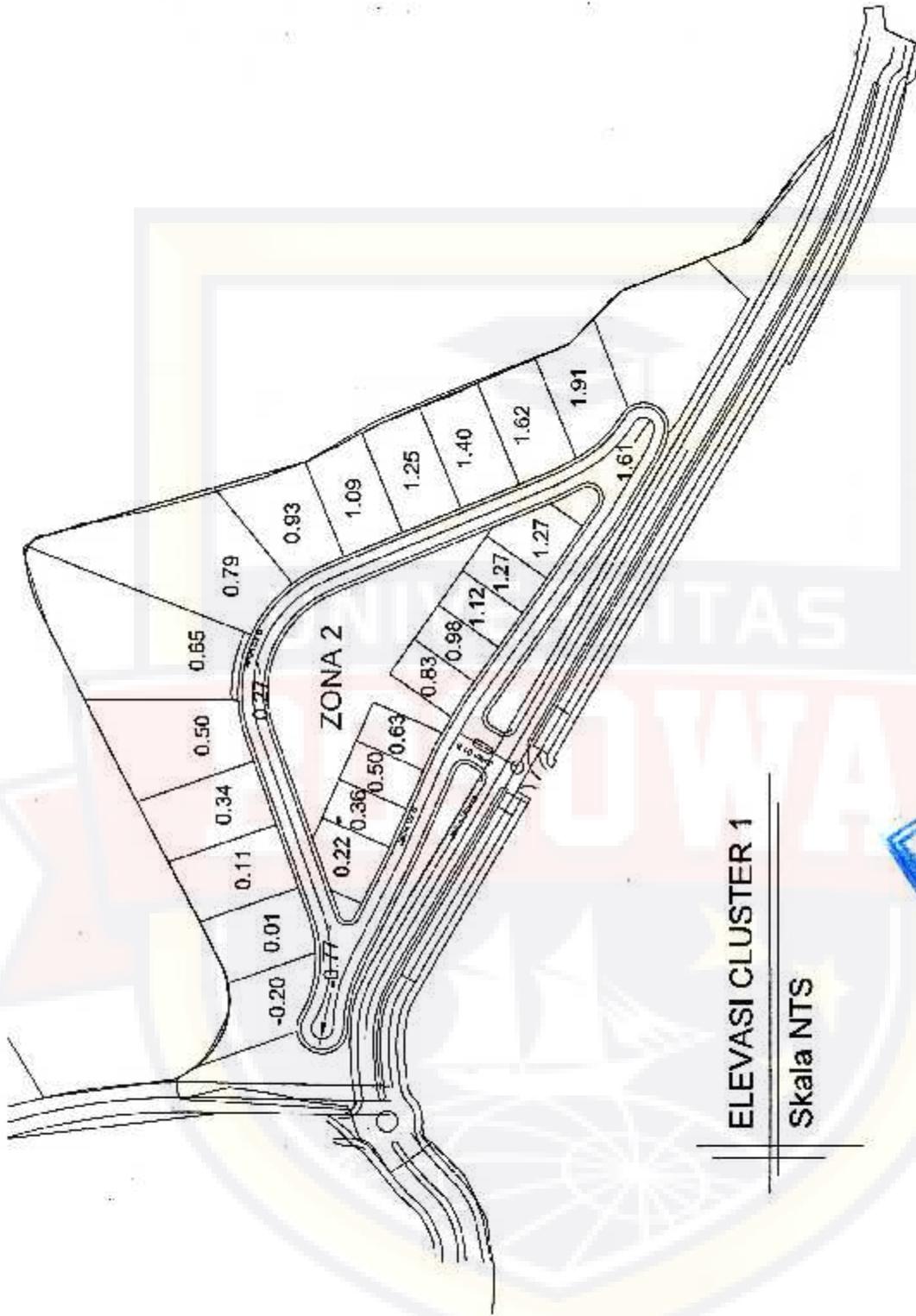
Triatmodjo, Bambang. 2009. *Hidrologi Terapan*, Beta Offset, Yogyakarta.

Wilson, E.M. dan Marjuki, Asnawi. 1993. *Hidrologi Teknik*, Erlangga, Jakarta.

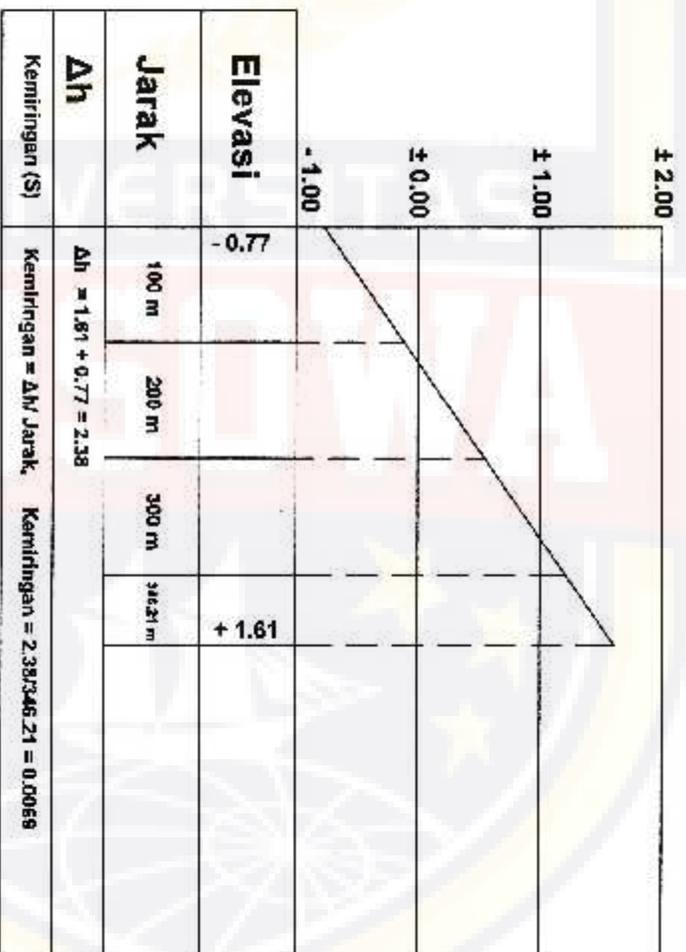
Departemen Pekerjaan Umum. Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Unit Hidrologi.

Bahan Ajar Perencanaan Drainase. 2012. Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar.

Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidraulika II*, Beta Offset, Yogyakarta.



 <p>UNIVERSITAS BOSOWA</p>	 <p>CITRA GRAND GALISONG CITY Grand Galisong City area Cluster 1 Kabupaten Gowa</p>	<p>DIREKTUR: KANTOR MANAJEMEN PERENCANAAN</p> <p><i>[Signature]</i> KASUBDIREKTUR PERENCANAAN</p>	<p>PEKERJA: KANTOR PERENCANAAN</p> <p><i>[Signature]</i> KASUBDIREKTUR PERENCANAAN</p>	<p>PEKERJA: KANTOR PERENCANAAN</p> <p><i>[Signature]</i> KASUBDIREKTUR PERENCANAAN</p>	<p>PEKERJA: KANTOR PERENCANAAN</p> <p><i>[Signature]</i> KASUBDIREKTUR PERENCANAAN</p>	<p>WIDHI, S.K.P.T. Shanti Sistem Drainase Pada Perumahan Citra Grand Galisong City area Cluster 1 Kabupaten Gowa</p> <p>YOLANDA ELIZABETH TUKAN (46 13 041 139)</p>
---	--	---	--	--	--	--



KEMIRINGAN DRAINASE (Jalan Lurus)
Skala NTS

 UNIVERSITAS BOSOWA	 CITRA GRAND GALESONG CITY <small>REDEVELOPMENT AND URBAN QUALITY The City of Opportunity</small>	Disetujui:  NARTILA JURIGAN MASTITIAH TUKAN, S.T.M. <small>SAKTIKUSUMAHARJITRULU</small>	Disetujui:  ZULHANNANI <small>L.020000230000118</small>	Diperiksa:  YOLANDA ELIZABETH TUKAN <small>L.020000230000118</small>	JUDUL SKRIPSI: Studi Sistem Drainase Pada Perumahan Citra Grand Galesong City area Cluster 1 Kabupaten Gowa YOLANDA ELIZABETH TUKAN (45 13 041 129)
---	--	---	---	--	---

DATA CURAH HUJAN MAKSIMUM HARIAN
STASIUN GEOFISIKA GOWA

KOORDINAT : 05° 13' 04.0" LS 119° 28' 11.0" BT
 Tinggi : 28 m

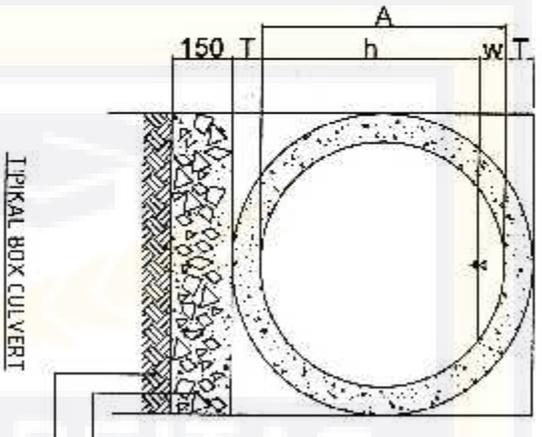
Thn	JAN	FEB	MAR	APR	MEL	JUN	JUL	AGUST	SEP	OKT	NOP	DES
2005	59	37	186	60	13	32	7	0	0	47	62	95
2006	74	174	98	144	39	50	0	0	0	0	20	138
2007	147	134	54	32	70	43	3	37	1	42	33	97
2008	84	195	108	42	62	17	8	3	4	64	42	80
2009	162	155	37	37	15	30	20	0	1	5	82	91
2010	111	88	75	59	84	26	52	19	86	50	62	75
2011	90	174	84	103	30	9	0	0	0	57	75	120
2012	61	109	76	44	56	28	21	0	10	7	37	66
2013	213	110	77	168	53	30	74	10	0	11	82	152
2014	115	88	54	62	53	80	74	10	0	11	82	152

Keterangan :
 Curah hujan dalam milimeter

Makassar, 26 Agustus 2015
 KEPALA SUB BIDANG MANAJEMEN DATA

DR. H. SRI MURNIATI
 NIP. 19620201 198203 2 001

Nama Saluran	DIMENSI DALAM METER (m)				Debit m ³ /dtk
	A	h	w	T	
Drainase Pertama	0.50	0.49	0.11	0.10	0.146
Drainase Kedua	0.50	0.49	0.11	0.10	0.283
Drainase Ketiga	0.80	0.65	0.15	0.12	1.138
Drainase Keempat	1.00	0.81	0.15	0.15	1.840
Drainase Jalan Perumahan	0.60	0.49	0.11	0.10	0.309



SPEKIFIKASI:
 METODE PEMBUATAN : CETAK KERANG DENGAN GETARAN FREKUENSI TINGGI
 BUBUNYI BETON : <-3%
 BAJA TULANGAN : HARU DRAIN DEFORMEC WIRE (HDDWI)
 -TEGANGAN LELEH 4500 Kg/cm²
 -TEGANGAN TARIK 5004 Kg/cm²
 SEMUA DIMENSI DALAM METER KEJUJAU DISEBUT KHUSUS

DETAIL DRAINASE
 Skala NTS



 UNIVERSITAS BOSOWA	 CITRA GRAND GALESONG CITY <small>Grand at Galesong The City of Opportunity</small>	Disetujui:  NATIA RIZKA KAWILAN TEKNIK SIPIL	Disetujui:  GOWA	Di Revisi:  KAWILAN TEKNIK SIPIL	Diperiksa:  KAWILAN TEKNIK SIPIL	ADOK... SEPTIEN Manajer Sistem Drainase Pada Perumahan Citra Grand Galesong City area Cluster 1 Kabupaten Gowa
		ANDA ELIZABETH TUKAN KAWILAN TEKNIK SIPIL	ANDA ELIZABETH TUKAN KAWILAN TEKNIK SIPIL	ANDA ELIZABETH TUKAN KAWILAN TEKNIK SIPIL	ANDA ELIZABETH TUKAN KAWILAN TEKNIK SIPIL	ANDA ELIZABETH TUKAN KAWILAN TEKNIK SIPIL



UNIVERSITAS BOSOWA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 Telp. (0411) 452901-452789

Fax. (0411) 424568 Website : www.uni-45.ac.id

MAKASSAR - INDONESIA

NAMA : YOLANDA ELISABETH TUKAN
NIM : 45 13 041 139
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
DOSEN PEMBIMBING : 1. Ir. Burhanuddin Badrun, MSP
2. Ir. Amiruddin Rana, MT
TUGAS AKHIR : " *STUDI SISTEM DRAINASE PERUMAHAN CITRA GRAND
GALESONG CITY AREA CLUSTER 1 KABUPATEN GOWA* "

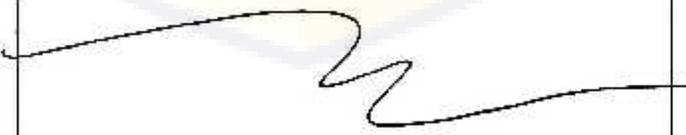
NO	TANGGAL	URAIAN	TTD
		<p><i>Siang untuk di cek pada setiap tahun.</i></p> <p><i>Muzon</i></p>	



UNIVERSITAS BOSOWA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 Telp. (0411) 452901-452789
Fax. (0411) 424568 Website : www.univ45.ac.id
MAKASSAR - INDONESIA

NAMA : YOLANDA ELISABETH TUKAN
NIM : 45 13 041 139
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
DOSEN PEMBIMBING : 1. Ir. Burhanuddin Badrun, MSP
2. Ir. Amiruddin Rana, MT
TUGAS AKHIR : "STUDI SISTEM DRAINASE PERUMAHAN CITRA GRAND
GALESONG CITY AREA CLUSTER 1 KABUPATEN GOWA"

NO	TANGGAL	URAIAN	ITD
W	18/01/2017	Kesiimpulan di Kosi Bungi ? ? Menyusul dari latar = Belakang Monev? 	



UNIVERSITAS BOSOWA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 Telp. (0411) 452901-452789

Fax. (0411) 424568 Website : www.univ45.ac.id

MAKASSAR - INDONESIA

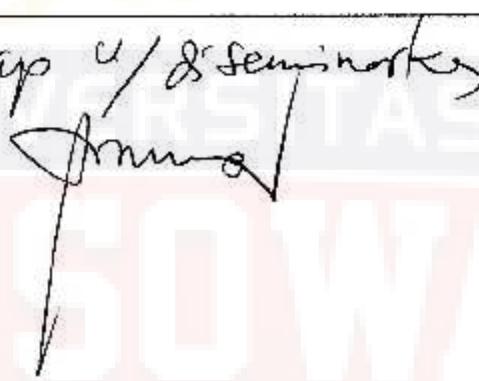
NAMA : YOLANDA ELISABETH TUKAN
NIM : 45 13 041 139
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
DOSEN PEMBIMBING : 1. Ir. Burhanuddin Badrun, MSP
2. Ir. Amiruddin Rana, MT
TUGAS AKHIR : "STUDI SISTEM DRAINASE PERUMAHAN CITRA GRAND
GALESONG CITY AREA CLUSTER 1 KABUPATEN
GOWA"

NO	TANGGAL	URAIAN	TTD
	9/1/2017	Siap untuk di ujias Tuty	



UNIVERSITAS BOSOWA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 Telp. (0411) 452901-452789.
Fax. (0411) 424568 Website : www.univ45.ac.id
MAKASSAR - INDONESIA

NAMA : YOLANDA E TUKAN
NIM : 45 13 041 139
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
DOSEN PEMBIMBING : 1. Ir. Burhanuddin Badrun, MSP
2. Ir. Amiruddin Rana, MT
TUGAS AKHIR : "STUDI SISTEM DRAINASE PERUMAHAN CITRA GRAND
GALESONG AREA CLUSTER 1 KABUPATEN GOWA"

NO	TANGGAL	URAIAN	TTD
	02/11/2016	Siap u/ & seminar 	

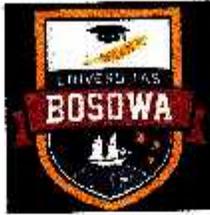


UNIVERSITAS BOSOWA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 Telp. (0411) 452901-452789
Fax. (0411) 424568 Website : www.univ45.ac.id
MAKASSAR - INDONESIA

NAMA : YOLANDA ELISABETH TUKAN
NIM : 45 13 041 139
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
DOSEN PEMBIMBING : 1. Ir. Burhanuddin Badrun, MSP
2. Ir. Amiruddin Rana, MT
TUGAS AKHIR : " STUDI SISTEM DRAINASE PADA
PERUMAHAN CITRA GRAND GALESONG CITY AREA
CLUSTER 1 KABUPATEN GOWA "

NO	TANGGAL	URAIAN	TTD
06		<ul style="list-style-type: none">- Perbaiki Sampul, sesuaikan dengan syarat penulisan- Tulisan direragamkan semua Arial, font 12, Spasi 2- Perbaiki Daftar isi- Gambar diperjelas- Tabel - tabel diperbaiki- Perhatikan satuan - satuan perhitungan	



UNIVERSITAS BOSOWA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL

Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 Telp. (0411) 452901-452789
Fax. (0411) 424568 Website : www.univ45.ac.id
MAKASSAR - INDONESIA

NAMA : YOLANDA ELIZABETH TUKAN
NIM : 45 13 041 139
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
DOSEN PEMBIMBING : 1. Ir. Burhanuddin Badrun, M.SP
2. Ir. Ameruddin Rana, MT
TUGAS AKHIR : "STUDI SISTEM DRAINASE PERUMAHAN
CITRA GRAND GALESONG CITY"

NO	TANGGAL	URAIAN	TTD
		<ul style="list-style-type: none">- Tambahkan teori fungsi Drainase- Beri pengertian apa itu Coefisien (C)- Jelaskan metode Drainase apa yang dipakai segi empat atau bulat- Lanjutkan kesimpulan dan saran- Tuliskan sumber perhitungan luas perumahan drainase yg dipakai	



UNIVERSITAS BOSOWA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
Jln. Urip Sumoharjo Km. 4 Telp. (0411) 452901-452789
Fax. (0411) 424568 Website : www.univ45.ac.id
MAKASSAR - INDONESIA

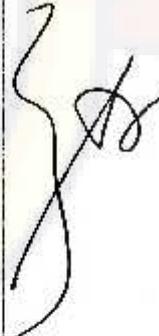
NAMA : YOLANDA ELISABETH T

NIM : 45 13 041 139

JURUSAN : TEKNIK SIPIL

DOSEN PEMBIMBING : I. Ir. Amiruddin Rana, MT

TUGAS AKHIR : "STUDI SISTEM DRAINASE PERUMAHAN CITRA GRAND
GALESONG CITY AREA CLUSTER 1 KABUPATEN GOWA"

NO	TANGGAL	URAIAN	TTD
04	26/1/2016	<ul style="list-style-type: none">- Perbandingan kualitas (model Amerika)- Pendanaan Rancangan rumah Kapital.- Gambar disetujui.- Buat Sempul	
05	24/5/2016	<ul style="list-style-type: none">- Tambahan Abstrak.- Perhitungan sistimatis Hari - Guna - detail- Tambahan Daftar Pustaka.	



UNIVERSITAS "45" BOSOWA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL

Jl. Urip Sumoharjo Km. 4 Telp. (0411) 452901-452789
Fax. (0411) 424568 Website : www.univ45.ac.id
MAKASSAR - INDONESIA



NAMA : YOLANDA ELISABETH TUKAN
NIM : 45 13 041 139
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
DOSEN PEMBIMBING : I. Ir. Amiruddin Rana, MT

TUGAS AKHIR : "STUDI SISTEM DRAINASE PADA PERUMAHAN
CITRA GRAND GALESONG CITY AREA CLUSTER 1
KABUPATEN GOWA"

NO	TANGGAL	URAIAN	TTD
01	31/11/2015	- Penulisan Draft Analisis masalah pada perumahan Penulisan atau cori sekripsi yg bertugas dg bsm	
02	11/12/2015	- Perbaiki susunan Draft penelitian - Lengkapi petunjuk penelitian dan isi dari bab I, agar maksudnya jelas	
03	8/12/2015	- Lengkapi Daftar isi - Tambah penelitian yang mukher penelitian - Penomoran Rumus - Rumus mengunakan angka Kapital dan - Seajar batas akhir tulisan - Tabel-tabel dg beri pendaharan sama dg angka Romawi (II-2) - Nomor Halaman Konsisten	