

**STUDI SYSTEM DRAINASE DI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG**

(Skripsi)

Oleh

RIKO BERLI ARDIAN



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

STUDY SYSTEM DRAINASE DIFAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

Oleh

RIKO BERLI ARDIAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana sistem drainase yang ada apakah sudah optimal dan bagaimana pula kapasitas saluran yang ada apakah masih memadai atau tidak .

Pada pelaksanaannya dilakukan analisis hidrologi dan hidrolika. Analisis hidrologi menggunakan data curah hujan maksimum setelah itu dilakukan pengukuran dispersi melalui perhitungan parameter statistik. Dilanjutkan dengan pemilihan jenis distribusi untuk mendapatkan cara mengolah data pengukuran curah hujan rencana dan perhitungan intensitas hujan. Analisis hidrolika berupa kapasitas debit drainase eksisting, setelah itu di buat sistem dan dimensi yang sesuai.

Hasil penelitian berdasarkan pengukuran dispersi diperoleh distribusi yang cocok adalah Distribusi Log Pearson III dan diperoleh nilai curah hujan rencana untuk kala ulang 2 tahun sebesar 101,7983739 mm Koefisien pengaliran pada DAS diperoleh sebesar 0,8961 dengan luas DAS 501,32 m². Nilai debit hujan untuk kala ulang 2 tahun dengan metode rasional diperoleh nilai 2,1172 m³/detik Nilai Q_{hujan} adalah 2,1172 m³/detik sedangkan nilai Q_{teoritis} adalah 0,0833 m³/detik. Karena Q_{hujan} lebih besar daripada Q_{teoritis} , dapat disimpulkan bahwa saluran drainase eksisting sudah tidak cukup lagi untuk menampung debit banjir yang ada.

Kata kunci : drainase, analisis hidrologi , analisis hidrolika , distribusi log pearson III, koefisien pengaliran, debit.

ABSTRACT

STUDY OF DRAINAGE SYSTEM IN THE FACULTY OF ENGINEERING UNIVERSITY LAMPUNG

By :

RIKO BERLI ARDIAN

This study was conducted to determine how the existing drainage system is already optimal and how the capacity of the existing channels are still adequate or not.

In practical analysis of hydrology and hydraulics. Hydrological analysis using the data after the maximum rainfall was measured dispersion through the calculation of statistical parameters. Followed by choosing the type of distribution to get a way to process data rainfall measurement and calculation of rainfall intensity plan. Analisis hydraulics drainage discharge capacity of the existing form, after it created the system and the appropriate dimensions.

The results based on measurements obtained dispersion suitable distribution is the distribution of Log Pearson III and precipitation values obtained plans for a return period of 2 years at 101.7983739 mm watershed drainage coefficient obtained at 0.8961 with a basin area 501.32 m². Values rain discharge for return period of 2 years with a rational method obtained value 2.1172 m³ / sec. Qhujan value is 2.1172 m³ / sec while the value Qteoritis is 0.0833 m³ / sec. Because Qhujan larger than Qteoritis, it can be concluded that the existing drainage channels is not enough anymore to accommodate the existing flood discharge.

Keywords: drainage, hydrology analysis, hydraulics analysis, distribution log Pearson III, drainage coefficient, discharge.

**STUDY SYSTEM DRAINASE DI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG**

Oleh

RIKO BERLI ARDIAN

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi : **STUDI SYSTEM DRAINASE DI FAKULTAS
TEKNIK UNIVERSITAS LAMPUNG**

Nama Mahasiswa : **Riko Berli Ardian**

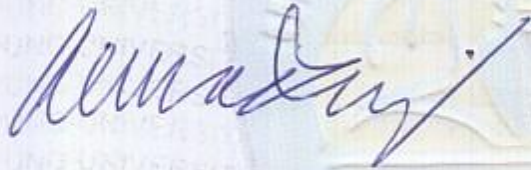
Nomor Pokok Mahasiswa : 1015011074

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.
NIP 19670514 199303 1 002



Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19700915 199503 1 006

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil



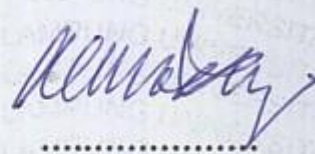
Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19700915 199503 1 006

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.**



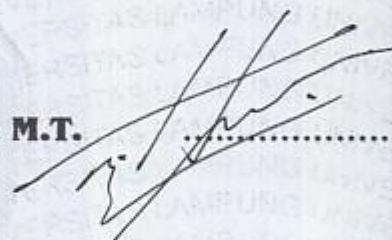
Sekretaris

: **Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.**



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Suharno, M.Sc.

NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **8 Agustus 2016**

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Skripsi dengan judul Study System Drainase di Fakultas Teknik Universitas Lampung adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 8 Agustus 2016

Pembuat Pernyataan



Riko Berli Ardian

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Lampung pada tanggal 6 Februari 1992, sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari Bapak Muhammad Zaldi dan Ibu Siti Ana.

Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) Dharma Wanita Bukit Kemuning diselesaikan pada tahun 1997, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SDN 3 Bukit

Kemuning pada tahun 2004, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan pada tahun 2007 di SMPN 17 Bandar Lampung, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMAN 4 Bandar Lampung pada tahun 2010. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tahun 2010 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Penulis telah melakukan Kerja Praktek (KP) pada Proyek Pembangunan Pondok Pesantren dan Masjid Darrul Fattah II selama 3 bulan. Penulis juga telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Karang Mulya, Kecamatan Way Serdang, Kabupaten Mesuji selama 30 hari pada periode Januari-Februari 2015. Penulis mengambil tugas akhir dengan judul Study System Drainase di Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Selama menjalani perkuliahan, penulis pernah menjadi Asisten Teknologi Bahan pada tahun 2014-2015. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) sebagai Ketua Divisi Kekayaan pada periode tahun 2012-2013.

MOTO

Jangan katakan pada Allah bahwa kita punya masalah, tapi katakan pada masalah bahwa kita punya Allah.

(Sultan Muhammad Al - Fatih)

Tugas kita bukanlah untuk berhasil, tugas kita ialah untuk mencoba, karena didalam mencoba kita menemukan dan belajar membangun kesempatan untuk berhasil.

(Mario Teguh)

Nyawamu itu tidak untuk dirimu sendiri.

(Seijuro Hiko)

Untuk mendapatkan kesuksesan, keberanian harus lebih besar daripada ketakutan.

“Ketakutan yang ada pada dirimu hanya akan menghambatmu saja”

(Riko Berli Ardian)

Persembahkan

Kupersembahkan karya kecilku ini kepada :

1. Ayah dan Bunda tercinta yang tak henti – hentinya memberikan semangat, motivasi, dukungan serta do'a dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Adikku, Andre Wijaya yang selalu menjadi kebanggaan dan penyemangatku.
3. Keluarga terbaikku : Ari Pratama, Sapto Nugroho, Mahendra Saputra, Meifra Wahyudi, Jimmy Citra, Anton, Rian Yulianto, Alvio rini dan kekasihku Eka Nur Anggraini serta Abang dan Mbak Senior Sipil yang selalu memberi cerita, motivasi, canda dan tawa kepada penulis yang selalu menjadi penyemangat penulis.
4. Teman-teman terbaikku : Maulana Rendri Yuda, Yodi Priambodo, M. Abi Berkah Nadi, Rizki Abadian Nur, serta rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Unila angkatan 2010 yang tidak mungkin penulis sebutkan satu per satu.
5. Teman-teman Angkatan 2011, adik-adik dari angkatan 2012, angkatan 2013 dan 2014 yang selalu memberi semangat kepada penulis.
6. Untuk dosen-dosen yang telah memberikan penulis ilmu yang sangat bermanfaat untuk kedepannya.

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul Study System Saluran Drainase Fakultas Teknik Universitas Lampung. Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Atas terselesainya skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Suharno, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung dan sebagai Dosen Pembimbing 2 skripsi saya.
3. Bapak Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing 1 skripsi saya yang telah membimbing dalam proses penyusunan skripsi.
4. Bapak Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji skripsi saya atas bimbingannya dalam seminar skripsi.
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung atas ilmu dan pembelajaran yang telah diberikan selama masa perkuliahan.

6. Keluargaku tercinta terutama orang tuaku, M Zaldi, Siti Ana, adikku Andre Wijaya, keluarga besar M Djasin dan Sulitab, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa.
7. Emak macan dan teteh kantin yang telah memberikan asupan gizi selama penulis kuliah.
8. Abang – abang yang mengajarkan dan memotivasi penulis, Bang Tam, Wahyu, Zaki, Aqli, Bobo, Nay, Aziz. Serta Keluarga Besar HmI komisariat Teknik Unila.
9. Keluarga baruku Sapto, Jon, Meifra, Jimmy, Anton, Muber, Vio, Rindri Mutohir, Ari Pratama dan kekasihku Eka Nur Anggraini. Teknik Sipil Universitas Lampung khususnya angkatan 2010 Rekan seperjuanganku Abed, Yodi, Maul, Abi, Rifan, Aldani, Lidya, Pompei, dan yang lainnya., Bili, Babar, Fandu, Fadel, sulton dan teman – teman angkatan dari angkatan 2011 Ridho, Ubai, Kusnadi, Kimul, Komang dan lain lain, serta angkatan 2012 naufal, rio, taha, angkatan 2013, angkatan 2014 yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah mendukung dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semoga Tuhan memberkati kita semua.

Bandar Lampung, 8 Agustus 2016

Penulis

Riko Berli Ardian

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	1
1.3. Rumusan Masalah	2
1.4. Batasan Masalah	2
1.5. Tujuan Penelitian	3
1.6. Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Definisi Drainase.....	4
2.2. Analisis Hujan.....	5
2.2.1. Hujan Kawasan.....	6
2.2.2. Pemilihan Metode.....	9
2.2.3. Analisis Frekuensi dan Probabilitas Hujan.....	10
2.2.4. Analisis Debit Limpasan.....	19

2.3. Kriteria Hidrolis.....	24
2.3.1. Perkiraan Debit Limpasan Air Hujan.....	24
2.3.2. Waktu Konsentrasi (tc).....	25
2.3.3. Waktu Rayapan.....	27
2.3.4. Koefisien Pengaliran.....	28
2.3.5. Kecepatan Aliran.....	29
2.3.6. Kapasitas Saluran.....	32

III. METODE PENELITIAN

3.1. Pengumpulan Data Sekunder	33
3.2. Pengumpulan Data Primer	33
3.2.1 Survey Kondisi Drainase yang Ada	34
3.2.2 Survey Daerah Pengaliran Sungai atau Saluran.....	34
3.2.3 Survey Data Prasarana dan Fasilitas Kampus	34
3.2.4 Survey Rencana Pengembangan Kampus (jika ada).....	35
3.3. Analisis Data	35
3.3.1. Analisis Kondisi Sistem Drainase yang ada	35
3.3.2. Analisa Hidrologi	35
3.4. Evaluasi dan Perencanaan Drainase.....	37
3.4.1. Evaluasi Sistem Jaringan Drainase yang Telah Ada.....	37
3.4.2. Perencanaan Drainase	37

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Hidrologi	40
4.1.1. Data Curah Hujan.....	40
4.1.2. Curah Hujan Maksimum	40

4.1.3. Pengukuran Dispersi	41
4.1.4. Pemilihan Jenis Distribusi.....	43
4.1.5. Pengukuran Curah Hujan Rencana	44
4.1.6. Perhitungan Intensitas Hujan	46
4.1.7. Perhitungan Koefisien Pengaliran.....	46
4.1.8. Perhitungan Debit Hujan.....	47
4.2. Analisis Hidrolika	48
4.2.1. Kapasitas Debit Drainase Eksisting	48
4.2.2. Perencanaan Saluran Drainase Baru	50
4.2.3. Rencana Anggaran Biaya.....	51
4.2.4. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya.....	53

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan	54
5.2. Saran	55

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Syarat Pemilihan Distribusi	16
Tabel 2.2. Koefisien Pengaliran Secara Umum	29
Tabel 4.1. Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun PH 005 Sumberejo.....	41
Tabel 4.2. Parameter Statistik Curah Hujan.....	42
Tabel 4.3. Ketentuan Dalam Pemilihan Distribusi.....	43
Tabel 4.4. Perhitungan Metode Log Pearson III.....	44
Tabel 4.5. Perhitungan Curah Hujan Rencana.....	45
Tabel 4.6. Perhitungan Intensitas Hujan	46
Tabel 4.7. Perhitungan Koefisien Pengaliran.....	46
Tabel 4.8. Perhitungan Debit Hujan.....	47
Tabel 4.9. Rencana Anggaran Biaya.....	52
Tabel 4.10. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya.....	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1. <i>Flow Chart</i>	39
Gambar 4.1. Kondisi saluran drainase eksisting	48
Gambar 4.2. Ukuran <i>U-ditch</i>	50
Gambar 4.3. Perhitungan Debit Saluran <i>U-ditch</i>	51
Gambar Lampiran 1. Peta Situasi dan Kontur Fakultas Hukum, Fisip, Ekonomi dan Teknik Universitas Lampung	
Gambar Lampiran 2. Lay Out	
Gambar Lampiran 3. Situasi dan Potongan Memanjang Saluran A	
Gambar Lampiran 4. Situasi dan Potongan Memanjang Saluran B	
Gambar Lampiran 5. Situasi dan Potongan Memanjang Saluran C	
Gambar Lampiran 6. Potongan Melintang Saluran Ekonomi	
Gambar Lampiran 7. Potongan Melintang Saluran Teknik	
Gambar Lampiran 8. Potongan Melintang Saluran Ekonomi S2	
Gambar Lampiran 9. Luas DAS	
Gambar Lampiran 10. Perencanaan Saluran Drainase	
Gambar Lampiran 11. Detail Saluran (U-Ditch)	

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Drainase adalah istilah untuk tindakan teknis penanganan air kelebihan yang disebabkan oleh hujan, rembesan, kelebihan air irigasi, maupun air bangunan rumah tangga, dengan cara mengalirkan, menguras, membuang, meresapkan, serta usaha-usaha lainnya, dengan tujuan akhir untuk mengembalikan ataupun meningkatkan fungsi kawasan. Secara umum sistem drainase merupakan suatu rangkaian bangunan air yang berfungsi mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan.

1.2 Identifikasi Masalah

Universitas Lampung (Unila) merupakan salah satu perguruan tinggi negeri di Provinsi Lampung yang terletak di kecamatan Raja Basa. Keberadaan kampus ini diiringi dengan berkembangnya daerah pemukiman-pemukiman baru di sekitar kampus. Perkembangan kawasan kampus Unila khususnya fakultas teknik yang tidak diikuti dengan perkembangan sistem drainase yang memadai, sehingga mengakibatkan pada setiap musim penghujan terjadi genangan. Genangan sering terjadi dibagian badan jalan depan gedung E

Fakultas Teknik dan disamping mushola Fakultas Teknik, hal ini karena kurang baiknya sistem drainase yang ada dan tidak tersedianya kolam tampungan yang memadai.

Dari permasalahan di atas penulis tertarik untuk mengetahui bagaimana sistem drainase yang ada apakah sudah optimal dan bagaimana pula kapasitas saluran yang ada apakah masih memadai atau tidak .

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah diatas maka rumusan masalah dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi *existing* sistem drainase di Fakultas Teknik Universitas Lampung ?
2. Bagaimana dimensi saluran drainase yang sudah ada ?
3. Bagaimana sistem drainase yang baik di Fakultas Teknik Universitas Lampung ?

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian yang akan dilakukan dapat terfokus, maka masalah yang akan dibahas dibatasi menjadi beberapa hal, antara lain sebagai berikut :

1. *Inflow* yang digunakan dalam penelitian ini hanya berasal dari data curah hujan, tidak menggunakan *inflow* yang berasal dari air buangan bangunan.
2. Saluran yang akan direkomendasikan hanya saluran drainase di Fakultas Teknik, bukan saluran lokal dari setiap fakultas.

3. Data curah harian hujan yang dipergunakan adalah dari tahun 2006—2014 yang di dapat dari Stasiun Kemiling.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian atau perencanaan ini adalah :

1. Mengevaluasi sistem drainase yang ada di sekitar Fakultas Teknik.
2. Menganalisis penyebab terjadinya genangan pada tempat-tempat tertentu.
3. Merencanakan sistem jaringan drainase yang di Fakultas Teknik Universitas Lampung.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan alternatif perencanaan sistem drainase yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Memberikan referensi atau acuan untuk pengelolaan drainase secara keseluruhan di lingkungan Universitas Lampung.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Drainase

Menurut Suripin (2004) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalirkan air. 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. Drainase yaitu suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut (Suhardjo 1948:1).

Drainase merupakan sebuah sistem yang dibuat untuk menangani persoalan kelebihan air baik kelebihan air yang berada di atas permukaan tanah maupun air yang berada di bawah permukaan tanah. Kelebihan air dapat disebabkan oleh intensitas hujan yang tinggi atau akibat dari durasi hujan yang lama.

Secara umum drainase didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan pada suatu kawasan.

Air yang berlebihan pada suatu kawasan dapat diartikan sebagai banjir atau genangan. Banjir dan genangan yang terjadi di suatu lokasi diakibatkan antara lain oleh :

1. Perubahan tata guna lahan (*Land Use*) di daerah aliran sungai (DAS)
2. Pembuangan sampah
3. Erosi dan sedimentasi
4. Kawasan kumuh di sepanjang aliran sungai/drainase
5. Perencanaan sistem pengendalian banjir yang tidak tepat
6. Curah hujan
7. Pengaruh fisiografi/geofisik sungai
8. Kapasitas sungai dan drainase yang tidak memadai
9. Pengaruh air pasang
10. Penurunan tanah & rob (genangan akibat pasang air laut)
11. Drainase lahan
12. Bendung & bangunan air
13. Kerusakan bangunan pengendali banjir

(Kodoatie & Sugiyanto dalam Kodoatie & Sjarief, 2010).

2.2 Analisis Hujan

Hujan merupakan komponen masukan yang paling penting dalam proses analisis hidrologi, karena kedalaman curah hujan (*rainfall depth*) yang turun dalam suatu DAS akan dialihgramkan menjadi aliran di sungai, baik melalui

limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran antara (*interflow*, *sub-surface runoff*), maupun sebagai aliran air tanah (*groundwater flow*) (Harto,1993).

Untuk memperoleh besaran hujan yang dapat dianggap sebagai kedalaman hujan, diperlukan sejumlah stasiun hujan dengan pola penyebaran yang telah diatur oleh WMO (*World Metereological Organization*). Alat pengukur hujan terdiri dari dua jenis, yaitu alat ukur hujan biasa (*manual rain gauge*) dan alat ukur hujan otomatis (*automatic rain gauge*) (Harto, 1993).

2.2.1 Hujan Kawasan

Pengukuran hujan di stasiun-stasiun hujan merupakan titik (*point rainfall*), sedangkan informasi yang dibutuhkan dalam analisis adalah hujan yang terjadi dalam suatu DAS tertentu (*catchment rainfall*). Untuk memperkirakan hujan rata-rata DAS dapat dilakukan dengan beberapa metode sebagai berikut ini (Chow dan Maidment, 1988; Harto, 2000).

1. Metode Aritmatik

Metode ini merupakan perhitungan curah hujan wilayah dengan rata-rata aljabar curah hujan di dalam dan sekitar wilayah yang bersangkutan.

$$\bar{R} = \frac{R_1 + \dots + R_n}{n} \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

\bar{R}	=	hujan rata-rata DAS pada suatu hari (mm)
$R_1 \dots R_n$	=	hujan yang tercatat di stasiun n pada hari yang sama (mm)
n	=	jumlah stasiun hujan

Hasil perhitungan yang diperoleh dengan cara aritmatik ini hampir sama dengan cara lain apabila jumlah stasiun pengamatan cukup banyak dan tersebar merata di seluruh wilayah. Keuntungan perhitungan dengan cara ini adalah lebih obyektif.

2. Metode Poligon Thiessen

Metode ini digunakan apabila dalam suatu wilayah stasiun pengamatan curah hujannya tidak tersebar merata. Curah hujan rata-rata dihitung dengan mempertimbangkan pengaruh tiap-tiap stasiun pengamatan, yaitu dengan cara menggambar garis tegak lurus dan membagi dua sama panjang garis penghubung dari dua stasiun pengamatan. Curah hujan wilayah tersebut dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\bar{R} = \frac{R_1 \cdot A_1 + \dots + R_n \cdot A_n}{n} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana :

\bar{R}	=	hujan rata-rata DAS pada suatu hari (mm)
$R_1 \dots R_n$	=	hujan yang tercatat di stasiun n pada hari yang sama (mm)

n	=	jumlah stasiun hujan
$A_1 \dots A_n$	=	luas daerah hujan 1 sampai n (km^2)
A	=	luas total DAS (km^2)

Metode Poligon Thiessen ini akan memberikan hasil yang lebih teliti daripada cara aritmatik, akan tetapi penentuan stasiun pengamatan dan pemilihan ketinggian akan mempengaruhi ketelitian hasil. Metode ini termasuk memadai untuk menentukan curah hujan suatu wilayah, tetapi hasil yang baik akan ditentukan oleh sejauh mana penempatan stasiun pengamatan hujan mampu mewakili daerah pengamatan.

3. Metode Garis Isohyet

Metode ini dipandang lebih baik tetapi bersifat subjektif dan tergantung pada keahlian, pengalaman dan pengetahuan pemakai terhadap sifat curah hujan di wilayah setempat. Perhitungan dilakukan dengan menghitung luas wilayah yang dibatasi garis isohyets dengan planimeter. Curah hujan wilayah dihitung berdasarkan jumlah perkalian antara luas masing-masing bagian isohyets (A_n) dengan curah hujan dari setiap wilayah yang bersangkutan (R_n) kemudian dibagi luas total daerah tangkapan air (A). Secara matematik persamaan tersebut sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{\sum_0^n R_{n,n-1,t} \cdot A_{n,n-1}}{A} \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana :

\bar{R} = curah hujan rata-rata wilayah atau daerah

R_n = curah hujan di stasiun pengamatan ke-n

R_{n-1} = curah hujan di stasiun pengamatan ke-(n-1)

2.2.2 Pemilihan Metode

Menurut Suripin (2004) penentuan pemilihan metode untuk menghitung kedalaman hujan pada suatu DAS ditentukan dengan 3 (tiga) faktor sebagai berikut :

1. Jaring-jaring pos penakar hujan dalam DAS
2. Luas DAS
3. Topografi DAS

1. Jaring-jaring pos penakar hujan dalam DAS

Jumlah Pos Penakar Hujan Cukup	Metode Aritmatik, Isohyet, dan Thiesen
Jumlah Pos Penakar Hujan Terbatas	Metode Aritmatik dan Thiesen
Pos Penakar Hujan Tunggal	Metode Hujan Titik

2. Faktor Luas DAS

DAS besar (>5000 km ²)	Metode Isohyet
DAS sedang (500 – 5000 km ²)	Metode Thiesen
DAS kecil (<500 km ²)	Metode Aritmatik

3. Faktor Topografi DAS

Pegunungan	Metode Aritmatik
Dataran	MetodeThiesen
Berbukit dan Tidak Beraturan	Metode Isohyet

2.2.3 Analisis Frekuensi dan Probabilitas Hujan

a. Analisa Curah Hujan Maksimum

Curah hujan daerah dihitung dengan rerata biasa atau Arithmetic mean. Curah hujan maksimum didapatkan dengan mengambil data paling maksimum dalam tahun tertentu. Dalam studi ini menggunakan data curah hujan dari 1 pos penakar hujan yakni Stasiun Kemiling, karena hanya menggunakan 1 (satu) data curah stasiun pencatat hujan maka tidak menggunakan metode rerata.

Untuk mendapatkan curah hujan digunakan dengan cara analisis frekuensi. Terdapat beberapa metode analisis frekuensi. Dalam studi ini dipergunakan metode Distribusi Gumbel, Distribusi Log Pearson Tipe III, dan Log Normal.

1. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$X_{Tr} = \bar{X} + S_x (0,78 y - 0,45) \dots \dots \dots (2.4)$$

dengan :

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

$$Y = -\text{Ln} \left(-\text{Ln} \left(\frac{T-1}{T} \right) \right)$$

dimana :

X_{Tr} = Curah hujan dengan kata ulang Tr tahun (mm)

X = Curah hujan maksimum rerata

S_x = Simpangan baku

y = Perubahan reduksi

n = Jumlah data

X_i = Data curah hujan (mm)

T = Kata ulang dalam tahun

Bentuk lain dari persamaan Gumbel adalah :

$$X_{Tr} = \bar{X} + S_x \cdot K \dots \dots \dots (2.5)$$

dengan :

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

dimana :

K = Konstanta

Y_t = Reduksi sebagai dari fungsi probabilitas

$Y_n \& S_n$ = Besaran fungsi dari jumlah data

2. Distribusi Log Pearson Type III

Analisis frekuensi dengan metode Log Pearson Type III adalah sebagai berikut :

$$\log x = \log \bar{x} + G.S \dots \dots \dots (2.6)$$

Standar deviasi, dengan persamaan :

$$S = \frac{\frac{1}{n} \sum_1^n (\log x_i - \overline{\log x})^2}{n-1} \dots \dots \dots (2.7)$$

Koefisien kepencengan (skewness) dengan persamaan :

$$C_s = \frac{n \sum_1^n (\log x_i - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots \dots \dots (2.8)$$

Koefisien kepuncakan (kurtosis) dengan persamaan :

$$C_k = \frac{n^2 \sum_1^n (\log x_i - \overline{\log x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \dots \dots \dots (2.9)$$

Keragaman sampel (variasi), dengan persamaan :

$$C_v = \frac{S}{\log x_i} \dots \dots \dots (2.10)$$

Logaritma x dengan persamaan :

$$\log x = \overline{\log x} + G.S \dots \dots \dots (2.11)$$

Antilog x

$$x = \text{anti log } x \dots \dots \dots (2.12)$$

dimana :

$\overline{\log x}$ = Logaritma debit atau curah hujan

$\overline{\log x}$ = Logaritma rerata dari debit atau curah hujan

\bar{x}_i	=	Logaritma debit atau curah hujan tahun ke-i
G	=	Konstanta Log Pearson Type III berdasarkan koefisien kepengangan
S_1	=	Simpangan baku
Cs	=	Koefisien kepengangan
Ck	=	Koefisien kurtosis
Cv	=	Keragaman sampel (variasi)
n	=	Jumlah data

3. Distribusi Log Normal

Cara analisis metode Log Normal persamaannya sama seperti dengan Log Pearson Type III, dengan nilai koefisien asimetris $Cs = 0$. Persamaan distribusi Log Normal adalah sebagai berikut :

$$\ln x = \bar{\ln x} + Z.S \dots \dots \dots (2.13)$$

Dengan z diambil dari tabel Log Pearson Type III dengan nilai $Cs = 0$, sedangkan simpangan baku dihitung dengan rumus berikut :

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

b. Uji Kesesuaian Distribusi

Pemeriksaan uji kesesuaian distribusi ini dimaksudkan untuk menentukan apakah data curah hujan harian maksimum tersebut benar-benar sesuai dengan distribusi teoritis yang dipakai. Pengujian kesesuaian distribusi yang akan dipakai adalah Smirnov-Kolmogorov dan Chi-Kuadrat (*Chi-Square*).

1. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kesesuaian Smirnov-Kolmogorov ini digunakan untuk menguji simpangan secara mendatar. Uji ini dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- 1) Data curah hujan diurutkan dari kecil ke besar
- 2) Menghitung besarnya harga probabilitas dengan persamaan Weibull sebagai berikut :

$$P(x) = \frac{m}{(n+1)} \times 100\% \dots \dots \dots (2.15)$$

dimana :

P = Probabilitas (%)

m = Nomor urut data

n = Jumlah data

- 3) Hitung nilai peluang teoritis
- 4) Hitung fungsi $f(t)$ dengan rumus :

$$f(t) = \frac{(x - \bar{x})}{S_x} \dots \dots \dots (2.16)$$

- 5) Berdasarkan nilai $f(t)$ tentukan luas daerah kurva distribusi normal $P'(x)$
- 6) Hitung $P'(x <)$ dengan rumus, $P'(x <) = 1 - P'(x)$
- 7) Hitung nilai ΔH_{it} dengan rumus $\Delta H_{it} = P'(x <) - P(x <)$

2. Uji Chi-Kuadrat

Uji Kesesuaian Chi-Kuadrat merupakan suatu ukuran mengenai perbedaan yang terdapat antara frekuensi yang diamati dan yang diharapkan. Uji ini digunakan untuk menguji simpangan secara tegak lurus, yang ditentukan dengan rumus :

$$x^2_{Hit} = \frac{\sum(o_i - e_i)^2}{e_i} \dots\dots\dots(2.17)$$

dimana :

x^2_{Hit} = Parameter Chi-kuadrat terhitung

e_i = Frekuensi teoritis

o_i = Frekuensi pengamatan

Dihitung parameter-parameter statistik C_s = Koef. kepengengan, C_k = Koef. kurtosis, dan C_v = koef. keseragaman.

Tabel 2.1 Syarat pemilihan distribusi

No.	Sebaran	Syarat
1.	Normal	$C_s = 0$
2.	Log Normal	$C_s = 3 C_v$
3.	Gumbel	$C_s = 1,1396$ $C_k = 5,4002$
4.	Bila tidak ada yang memenuhi syarat digunakan sebaran Log Pearson Type III	

Sumber : Sistem Drainase Perkotaan, Suripin.

Apabila dari uji sebaran data masuk di dalam salah satu syarat tersebut di atas maka metode tersebut yang akan digunakan.

c. Analisa Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah perbandingan antara besarnya curah hujan dengan waktu (dinyatakan dalam satuan mm/jam). Kegunaan dari perhitungan intensitas hujan ini adalah untuk perhitungan hidrograf debit banjir rencana. Terdapat banyak rumus untuk menghitung intensitas hujan dalam durasi dan kala tertentu. Rumus-rumus empiris yang dapat digunakan untuk menghitung intensitas hujan sebagai berikut.

1) Rumus Mononobe

Jika curah hujan yang ada adalah data curah hujan harian, maka untuk menghitung intensitas hujan dapat digunakan metode

Mononobe (Joerson Loebis, 1992), yang dinyatakan dengan persamaan :

$$I = \frac{R_T}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots\dots\dots(2.18)$$

dimana :

R_T = hujan harian dengan kala ulang tertentu (mm)

t = waktu puncak banjir (jam) yang dapat dicari dengan

rumus :

$$t = \frac{L}{V} \dots\dots\dots(2.19)$$

dimana :

L = panjang sungai di daerah pengaliran (km)

V = kecepatan hambat banjir (km/jam) yang dapat dicari

dengan rumus :

$$V = 72 \left(\frac{H}{0,9L} \right)^{0,6} \dots\dots\dots(2.20)$$

dimana :

H = beda elevasi titik terjauh pada daerah pengaliran

dengan elevasi titik control (km)

2) Metode Talbott

Apabila di lapangan terdapat data hujan jam-jaman, maka intensitas curah hujan dapat dihitung dengan metode Talbott (Joerson Loebis, 1992), dengan persamaan sebagai berikut :

$$I = \frac{a}{t+b} \dots\dots\dots(2.21)$$

dimana :

$$a = \frac{\sum_{i=0}^n (I.t) \sum_{i=0}^n (I)^2 - \sum_{i=0}^n (I^2.t) \sum_{i=0}^n (I)}{\sum_{i=0}^n (I)^2 - \sum_{i=0}^n (I) \sum_{i=0}^n (I)}$$

$$b = \frac{\sum_{i=0}^n (I.t) \sum_{i=0}^n (I) - n \sum_{i=0}^n (I^2.t)}{n \sum_{i=0}^n (I)^2 - \sum_{i=0}^n (I) \sum_{i=0}^n (I)}$$

3) Sherman

Rumus ini mungkin cocok untuk jangka waktu curah hujan yang lamanya lebih dari 2 jam.

$$I = \frac{a}{t^n} \dots\dots\dots(2.22)$$

dimana :

$$\log(a) = \frac{(\log I).[(\log t)^2] - (\log I.\log t).(\log t)}{n[(\log t)^2] - (\log t)^2}$$

$$n = \frac{(\log I).[(\log t)^2] - n(\log I.\log t)}{n[(\log t)^2] - (\log t)^2}$$

4) Ishiguro

$$I = \frac{a}{t^{n+b}} \dots\dots\dots(2.23)$$

dimana :

$$a = \frac{(I.t^{0,5})(I^2) - (I^2.t^{0,5})(I)}{n(I^2) - (I)^2}$$

$$b = \frac{(I)(I.t^{0,5}) - n(I^2.t^{0,5})}{n(I^2) - (I)^2}$$

d. Kurva IDF (*Intensity Duration Frequency*)

Intensitas curah hujan umumnya dihubungkan dengan kejadian dan lamanya (*duration*) hujan turun, yang disebut *Intensity Duration Frequency* (IDF). Oleh karena itu diperlukan data curah hujan jangka pendek misal 5 menit, 30 menit, 60 menit, dan jam-jaman. Data curah hujan jangka pendek ini hanya didapatkan dari data pengamatan Curah Hujan Otomatik dari kertas diagram yang terdapat pada peralatan tersebut. Seandainya data curah hujan yang ada hanya Curah Hujan Harian, maka oleh Dr. Mononobe dirumuskan Intensitas Curah Hujannya.

2.2.4 Analisis Debit Limpasan

Salah satu penyebab terjadinya genangan-ganangan air hujan pada suatu kawasan adalah volume limpasan air hujan tidak ditampung oleh saluran drainase yang ada, atau intensitas curah hujan yang terjadi melebihi dengan intensitas curah hujan yang digunakan dalam perencanaan drainase yang ada.

Faktor-faktor yang mempengaruhi limpasan :

- a. Karakteristik hujan, yang meliputi intensitas curah hujan, durasi hujan, dan distribusi curah hujan
- b. Karakteristik DAS, yang meliputi luas dan bentuk DAS, tofografi, dan tata guna lahan.

Para ahli peneliti hidrologi dalam perhitungan aliran permukaan menggunakan metode empirik diantaranya adalah metode sebagai berikut :

1. Metode Rational

Perhitungan debit banjir dengan metode rational diberikan sebagai persamaan yang merupakan fungsi dari koefisien pengaliran, intensitas hujan, dan luas daerah pengaliran dengan rumusan sebagai berikut :

$$Q = \frac{C.I.A}{3,6} \dots\dots\dots(2.24)$$

dimana :

Q = debit puncak banjir ($m^3/detik$)

C = koefisien pengaliran

A = luas daerah pengaliran (km^2)

I = intensitas hujan (mm/jam) yang dapat dicari dengan

rumus :

$$I = \frac{R_T}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots\dots\dots(2.25)$$

dimana :

R_T = hujan harian dengan kala ulang tertentu (mm)

t = waktu puncak banjir (jam) yang dapat dicari dengan

rumus :

$$t = \frac{L}{V} \dots\dots\dots(2.26)$$

dimana :

L = panjang sungai di daerah pengaliran (km)

V = kecepatan hambat banjir (km/jam) yang dapat dicari

dengan rumus :

$$V = 72 \left(\frac{H}{0,9L} \right)^{0,6} \dots\dots\dots(2.27)$$

dimana :

H = beda elevasi titik terjauh pada daerah pengaliran
dengan elevasi titik control (km)

2. Metode Haspers

Perhitungan debit banjir dengan metode rational sebagai fungsi dari koefisien pengaliran, distribusi hujan, intensitas curah hujan =, dal luas daerah pengaliran dirumuskan sebagai :

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot A \cdot q \dots\dots\dots(2.28)$$

dimana :

Q = debit puncak banjir (m³/detik)

α = koefisien pengaliran

β = koefisien distribusi curah hujan

A = luas daerah pengaliran (km²)

q = intensitas curah hujan (mm/jam)

dimana :

$$\alpha = \frac{1+0,012 \cdot A^{0,7}}{1+0,075 \cdot A^{0,7}} \dots\dots\dots(2.29)$$

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t+3,7 \cdot 10^{-0,4t} A^{0,75}}{t^2+15} \cdot \frac{1}{12} \dots\dots\dots(2.30)$$

dimana :

t = waktu puncak banjir (jam)

$$t = 0,1 \cdot L^{0,8} \cdot i^{-0,3} \dots\dots\dots(2.31)$$

dimana :

L = panjang sungai (km)

i = kemiringan rata-rata daerah pengaliran

$$q = \frac{r}{3,6t} \dots\dots\dots(2.32)$$

dimana :

$$r = \frac{t \cdot R_T}{t+1 - 0,008(260 - R_T)(2-t)^2} \quad \text{untuk } t \leq 2 \text{ jam}$$

$$r = \frac{t \cdot R_T}{t-1} \quad \text{untuk } 2 < t \leq 19 \text{ jam}$$

$$r = 0,708 \cdot R_T \cdot (t + 1) \quad \text{untuk } t > 19 \text{ jam}$$

Perhitungan intensitas menurut Hasper menggunakan rumus-rumus berikut :

$$I = \frac{R}{t/60} \dots\dots\dots(2.33)$$

dimana :

$$R = \sqrt{\frac{11300 \cdot t}{t+3,12} \left[\frac{X}{100} \right]} \quad \text{untuk hujan yang berdurasi } 1 < t \leq 24 \text{ jam}$$

$$R = \sqrt{\frac{11300 \cdot t}{t+3,12} \left[\frac{R_i}{100} \right]} \quad \text{untuk hujan berdurasi } 0 < t \leq 1 \text{ jam}$$

$$R_i = X_i \frac{1218.t+54}{X_t.(1-t)+1272.t}$$

3. Metode Van Breen

Penurunan rumus yang dilakukan oleh Van Breen didasarkan atas anggapan bahwa lamanya durasi hujan yang ada di P. Jawa terkonsentrasi selama 4 jam, dengan hujan efektif sebesar 90% hujan total selama 24 jam. Persamaan tersebut adalah :

$$I = \frac{90\%.R_{24}}{4} \dots\dots\dots(2.34)$$

dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

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

Dengan persamaan di atas dapat dibuat suatu kurva intensitas durasi hujan dimana Van Breen mengambil kota Jakarta sebagai kurva basis bentuk kurva IDF. Kurva ini dapat memberikan kecenderungan bentuk kurva untuk daerah-daerah lain di Indonesia pada umumnya. Berdasarkan pada kurva pola Van Breen kota Jakarta, besarnya intensitas hujan dapat didekati dengan persamaan :

$$I_T = \frac{54.R_T+0,007.R_T^2}{tc+0,31.R_T} \dots\dots\dots(2.35)$$

dimana :

I_T = Intensitas hujan (mm/jam) pada PUH T pada waktu konsentrasi t_c

t_c = Waktu konsentrasi (menit)

R_T = Curah hujan harian maksimum PUH T (mm/24 jam)

2.3 Kriteria Hidrolis

2.3.1 Perkiraan Debit Limpasan Air Hujan

Dalam memperhitungkan debit banjir dengan luas daerah yang fleksibel (luas dan sempit) dapat menggunakan metode rumus rasional (Sosdarsono, 1987), yaitu :

$$Q = (1/3,6) F \cdot r \cdot A \dots\dots\dots(2.36)$$

dimana :

Q = Debit banjir maksimum

F = koefisien limpasan

r = Intensitas hujan rata-rata selama waktu tiba banjir (mm/jam)

A = Daerah pengaliran

Modifikasi rumus tersebut menjadi :

$$Q = (1/360) \cdot C_s \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(2.37)$$

$$Q = (1/360) \cdot C_s \cdot (\sum C_i \cdot A_i) \dots\dots\dots(2.38)$$

dimana :

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

C_s = Koefisien penampungan (*storage*)

C = Koefisien pengaliran

A = Luas daerah pengaliran (Ha)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

2.3.2 Waktu Konsentrasi (t_c)

Waktu konsentrasi ialah waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir dari titik terjauh dalam DPS menuju suatu titik atau profil melintang saluran tertentu yang ditinjau. Dalam drainase perkotaan pada umumnya, t_c terdiri dari penjumlahan 2 komponen, yaitu t_o dan t_d . Persamaan untuk menentukan waktu konsentrasi adalah :

$$t_c = t_o + t_d \dots\dots\dots(2.41)$$

dimana :

t_c = waktu konsentrasi (jam)

t_o = *inlet time*, waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir di permukaan tanah dari titik terjauh ke saluran terdekat (jam)

t_d = *conduit time*, waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir di dalam saluran sampai ke tempat pengukuran.

Waktu konsentrasi besarnya sangat bervariasi dan dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut :

- a. Luas daerah pengaliran
- b. Panjang saluran drainase
- c. Kemiringan dasar saluran
- d. Debit dan kecepatan aliran

Perhitungan waktu konsentrasi (t_c) untuk pertemuan 2 saluran atau lebih dapat menggunakan persamaan Snaider adalah sebagai berikut :

$$t_c = \frac{\sum t_{c_i} \cdot C_i \cdot A_e \cdot L_i}{C_i \cdot A_e \cdot L_i} \dots\dots\dots(2.42)$$

dimana :

t_c = waktu konsentrasi untuk pertemuan (menit)

t_{c_i} = waktu konsentrasi untuk masing-masing saluran (menit)

C_i = angka pengaliran

A_e = Luas limpasan masing-masing saluran (Ha)

L_i = Panjang masing-masing saluran (m)

Harga panjang saluran hasil pertemuan dapat digunakan dengan persamaan :

$$L_e = \frac{\sum L_i \cdot t_{c_i} \cdot C_i \cdot A_e \cdot q_i}{t_{c_i} \cdot C_i \cdot A_e \cdot q_i} \dots\dots\dots(2.43)$$

dimana :

L_e = panjang ekivalen (m)

L_i = panjang masing-masing saluran (m)

t_{c_i} = waktu konsentrasi untuk masing-masing saluran (menit)

C_i = angka pengaliran

A_e = Luas limpasan masing-masing saluran (Ha)

Waktu kesetimbangan (*time to equilibrium*, t_c), menunjukkan bahwa air hujan yang merayap diatas permukaan tanah dan mengalir pada

saluran telah bergabung secara bersamaan, dapat dikatakan sebagai waktu durasi hujan :

$$T_e = R^{1,92}/1.11R \dots\dots\dots(2.44)$$

dimana :

t_e = waktu durasi hujan

R = Tinggi hujan harian maksimum

2.3.3 Waktu Rayapan

Waktu yang diperlukan untuk titik air yang terjauh dalam DPS mengalir pada permukaan tanah menuju alur saluran permulaan yang terdekat (waktu rayapan). Persamaan waktu rayapan dibagi menjadi :

Untuk daerah dengan tali air sepanjang $\leq 300m$

$$t_o = \frac{6,33(nLo)^{0,6}}{(Co.Ie)^{0,4}(So)^{0,3}} \dots\dots\dots(2.46)$$

dimana :

t_o = waktu merayap di permukaan tanah (menit)

n = angka kekasaran manning

L_o = panjang rayapan

C_o = koefisien limpasan permukaan tempat air merayap

I_e = Intensitas hujan (mm/jam), dimana $t_c=t_e$

S_o = kemiringan tanah rayapan (m/m)

Untuk daerah pengaliran air permukaan dengan panjang rayapan (tali air) $\geq 300m$

(misal di genting, jalan raya, lapangan terbang, lapangan tennis)

$$t_o = \frac{108.n.L_o^{1/3}}{S^{1/5}} \dots\dots\dots(2.47)$$

dimana :

S = kemiringan rata-rata medan limpasan (%)

2.3.4 Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran (*runoff coefficient*) adalah perbandingan antara jumlah air yang mengalir atau melintas di atas permukaan tanah (*surface runoff*) dengan jumlah air hujan yang jatuh dari atmosfer. Nilai koefisien pengaliran berkisar antara 0 sampai 1 dan bergantung dari jenis tanah, jenis vegetasi, karakteristik tataguna lahan dan konstruksi yang ada di permukaan tanah seperti jalan aspal, atap bangunan, dan lain-lain sehingga air hujan tidak dapat sampai secara langsung menyentuh permukaan tanah. Kejadian itu mengakibatkan air hujan tidak dapat berinfiltrasi sehingga akan menghasilkan limpasan permukaan hampir 100%. Rumus untuk menentukan koefisien pengaliran sebagai berikut :

$$C = \frac{Q}{R} \dots\dots\dots(2.49)$$

dimana :

C = koefisien pengaliran

Q = jumlah limpasan

R = jumlah curah hujan

Besarnya koefisien pengaliran (C) untuk daerah pemukiman secara umum dapat dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2.2 Koefisien Pengaliran (C) Secara Umum

Type Daerah Aliran	Kondisi	Koefisien Aliran (C)
Rerumputan	Tanah pasir, datar, 2%	0,05 – 0,10
	Tanah pasir, rata-rata, 2–7%	0,10 – 0,15
	Tanah pasir, curam, 7%	0,15 – 0,20
	Tanah gemuk, datar, 2%	0,13 – 0,17
	Tanah gemuk, rata-rata, 2–7%	0,18 – 0,22
	Tanah gemuk, curam, 7%	0,25 – 0,35
Bisnis	Daerah kota lama	0,75 – 0,95
	Daerah pinggiran	0,50 – 0,70
Perumahan	Daerah “ <i>Single Family</i> ”	0,30 – 0,50
	“ <i>Multi Unit</i> ” terpisah-pisah	0,40 – 0,60
	Suburban	0,25 – 0,40
	Daerah rumah apartemen	0,50 – 0,70
Industri	Daerah ringan	0,50 – 0,80
	Daerah berat	0,60 – 0,90
Pertamanan, kuburan		0,10 – 0,25
Tempat bermain		0,20 – 0,35
Halaman kereta api		0,20 – 0,40
Jalan	Beraspal	0,70 – 0,95
	Beton	0,80 – 0,95
	Batu	0,70 – 0,85
Atap		0,70 – 0,95

Sumber : Wesli, *Drainase Perkotaan*, 2008

2.3.5 Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran dalam saluran tidak merata. Ada beberapa faktor yang mengakibatkan pembagian yang tidak merata, diantaranya adalah gesekan sepanjang dinding saluran, bentuk penampang yang tidak lazim, kekasaran saluran, dan adanya tekanan-tekanan. Kecepatan maksimum dalam saluran biasanya terjadi di bawah permukaan bebas sedalam 0,05 sampai 0,25 kali kedalaman.

Dalam aplikasi hidrolika pada perencanaan saluran, ada dua hal yang bisa dijadikan pertimbangan terkait kecepatan aliran yaitu :

1. Kecepatan maksimum aliran agar ditentukan tidak lebih besar dari kecepatan maksimum yang diijinkan sehingga tidak terjadi kerusakan konstruksi saluran.
2. Kecepatan minimum aliran agar ditentukan tidak lebih kecil dari pada kecepatan minimum yang diijinkan sehingga tidak terjadi pengendapan dan pertumbuhan tanaman air.

Beberapa rumus yang umum digunakan untuk menghitung besarnya kecepatan aliran diantaranya adalah :

a) *Chezy* (untuk aliran tetap yang seragam)

$$V = C \sqrt{R \cdot I} \dots\dots\dots(2.50)$$

dimana :

V = kecepatan rata-rata (m/detik)

C = koefisien *Chezy*

R = Jari-jari hidrolis

I = Kemiringan dari permukaan air atau dari gradient energi atau dari dasar saluran, garis-garisnya sejajar untuk aliran mantap yang merata.

b) *Manning*

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots(2.51)$$

dimana :

V = kecepatan rata-rata (m/detik)

n = koefisien *Manning*

- R = Jari-jari hidrolis
- I = Kemiringan dari permukaan air atau dari gradient energi atau dari dasar saluran, garis-garisnya sejajar untuk aliran mantap yang merata.

c) *Strickler*

$$V = k_s \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \dots\dots\dots (2.52)$$

$$k_s = 26 \left(\frac{R}{d_{35}} \right)^{1/6} \dots\dots\dots (2.53)$$

dimana:

- V = Kecepatan rata-rata (m/detik)
- k_s = Koefisien Strickler
- d₃₅ = Diameter yang berhubungan dengan 35% berat aterial dengan diameter yang lebih besar
- R = Jari-jari hidrolis
- I = Kemiringan dari permukaan air atau dari gradient energi atau dari dasar saluran garis-garisnya sejajar untuk aliran mantap yang merata

2.3.6 Kapasitas Saluran

Untuk menghitung kapasitas saluran, dipergunakan persamaan kontinuitas dan rumus *Manning*:

$$Q = A.v \dots\dots\dots(2.54)$$

dimana:

Q = Debit pengaliran

v = Kecepatan rata-rata dalam saluran (m/detik)

A = Luas penampang basah (m²)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder diperoleh dari instansi yang terkait diantaranya adalah sebagai berikut :

a. Data Hidrologi

- Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan dari stasiun Kemiling, data yang dipakai data curah hujan dari tahun 2006 – 2014.
- Informasi banjir diambil dengan cara wawancara.

b. Data penunjang lainnya seperti Peta wilayah Kampus Universitas Lampung.

3.2 Pengumpulan Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung di lapangan, data tersebut antara lain adalah :

1. Data keadaan saluran drainase, baik drainase primer, sekunder maupun saluran lokal.
2. Data daerah pengairan sungai atau saluran meliputi topografi, morfologi, dan tata guna lahan.

3. Data prasarana dan fasilitas Kampus Unila yang telah ada.
4. Data rencana pengembangan kampus (jika ada).

3.2.1 Survei Kondisi Drainase yang Ada

Dalam pelaksanaan survei kondisis *existing* drainase yang ada akan data hal-hal sebagai berikut :

1. Sistem drainase utama dan drainase lokal
2. Dimensi saluran drainase yang ada
3. Sistem drainase retensi maupun drainase resapan yang ada
4. Bangunan-bangunan pelengkap yang ada

3.2.2 Survei Daerah Pengaliran Sungai atau Saluran

Pada tahap survei daerah pengaliran sungai data primer yang akan diambil adalah sebagai berikut :

- Survei topografi
- Survei sungai morfologi
- Tata guna lahan

3.2.3 Survei Data Prasarana dan Fasilitas Kampus

Survei ini meliputi :

1. Sistem jaringan jalan, yang akan digunakan untuk sistem drainase jalan.
2. Bangunan Gedung, yang akan digunakan untuk sistem drainase lokal atau drainase resapan.

3. Ruang terbuka hijau yang akan digunakan sebagai daerah resapan.

3.2.4 Survei Rencana Pengembangan Kampus (jika ada)

Pada tahap ini disamping dilakukan pengumpulan data sekunder dari pihak yang terkait, akan dilakukan survei lapangan dimana akan direncanakan pengembangan kampus dan jenis-jenis fasilitas yang akan dibangun.

3.3 Analisa Data

3.3.1 Analisa Kondisi Sistem Drainase yang Ada

Dalam analisa kondisi existing sistem jaringan drainase akan di evaluasi pada tingkat makro yaitu jaringan drainase primer dan sekunder yang berdasarkan konsep, kriteria serta mempunyai tujuan dan prinsip dasar untuk penanganan dan pengendalian masalah genangan dan banjir kawasan.

3.3.2 Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi mencakup :

- a. Curah Hujan Maksimum

Dalam studi ini dipergunakan metode Distribusi Gumbel dan Log Pearson Type III. Dan untuk mengetahui metode mana yang layak digunakan untuk perencanaan selanjutnya, akan

dilakukan beberapa pengujian antara lain dengan melihat nilai C_k (Koefisien Kurtosis) dan C_s (Koefisien Skewnes) sesuai dengan yang telah disyaratkan pada Tabel 2.1. Jika dengan pengujian ini masih belum dapat ditentukan metode yang layak dipakai, maka dilakukan pengujian selanjutnya yaitu Chi Kudrat atau Smirnov Kolmogorov.

b. Intensitas Curah Hujan

Metode yang akan digunakan untuk menghitung Intensitas Hujan adalah Rumus Mononobe (Loebis 1992) dan Metode Talbott, Sherman dan Isiguro. Dari ketiga metode penghitungan intensitas hujan tersebut akan dipilih metode perhitungan intensitas hujan tersebut akan dipilih metode yang memiliki selisih terkecil terhadap nilai intensitas hujan awal. Nilai intensitas hujan terpakai tersebut nantinya akan digunakan sebagai data untuk membuat kurva IDF. Dari kurva IDF dapat diamati sebaran intensitas hujan menurut kala ulang. Analisis IDF dilakukan untuk memperkirakan debit aliran puncak berdasarkan data hujan titik (satu stasiun pencatat hujan). Data yang digunakan adalah data hujan dengan intensitas tinggi yang terjadi dalam waktu singkat.

3.4 Evaluasi dan Perencanaan Drainase

Sistem drainase di kawasan Universitas Lampung khususnya fakultas teknik sudah terbentuk, baik drainase permukaan maupun retensi, oleh karena itu jaringan yang ada masih layak atau tidak sehingga perlu evaluasi jika masih layak akan dipertahankan, tetapi jika sudah tidak layak akan di desain ulang.

3.4.1 Evaluasi Sistem Jaringan Drainase yang Telah Ada

Sebelum melakukan evaluasi sistem drainase yang ada, dilakukan pembagian zonasi sistem drainase yang ada. Pembagian zona sistem drainase berkaitan dengan sistem drainase yang akan direncanakan. Pembagian zonasi akan mengikuti pola sistem drainase alam (persungaian) karena sistem drainase merupakan main drain dari zona drainase yang ada di Kawasan kampus. Sedangkan pembagian wilayah pembebanan drainase sesuai dengan arah aliran drainase yang ada.

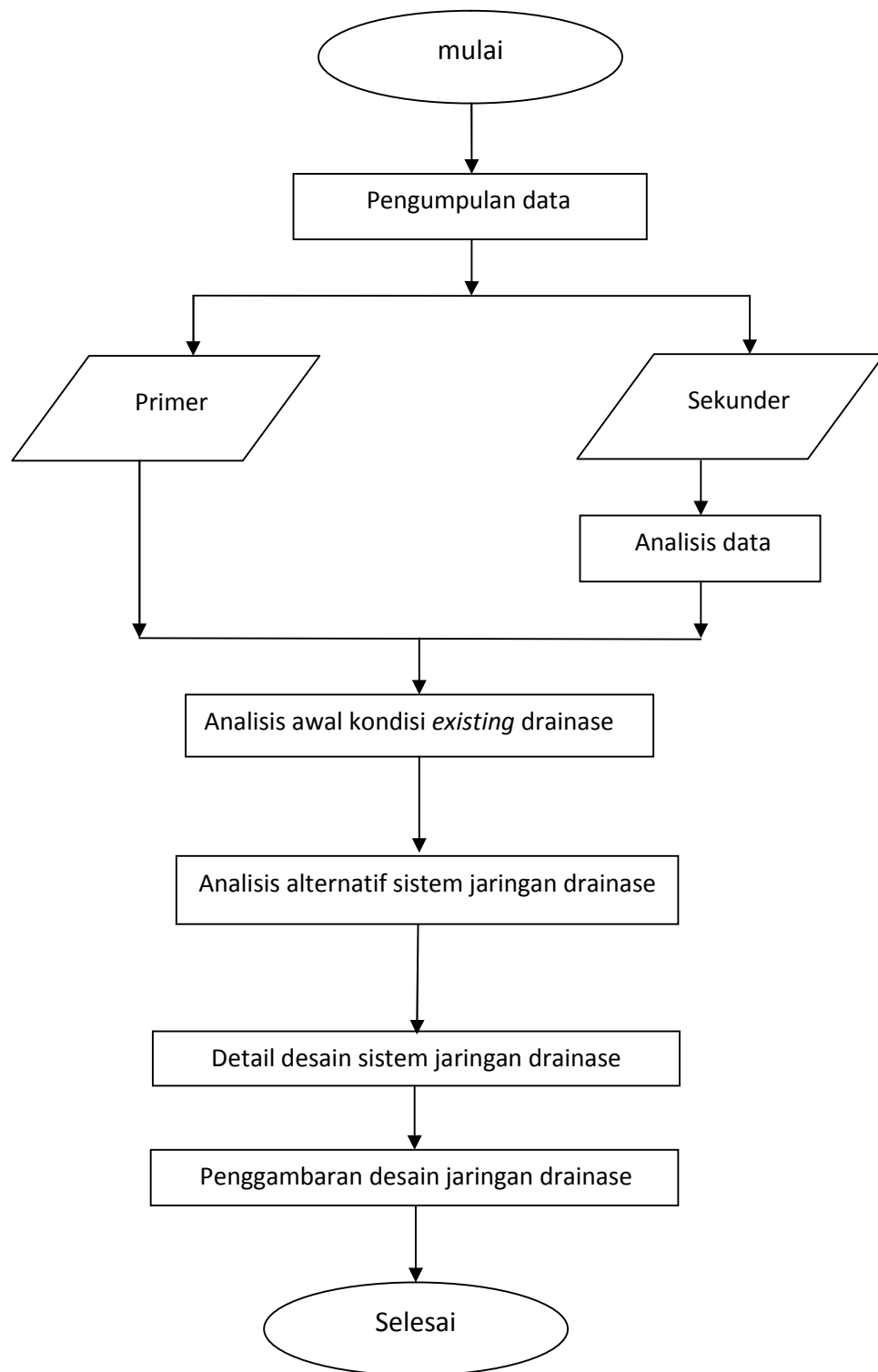
3.4.2 Perencanaan Drainase

Dalam penyusunan skripsi ini akan direncanakan 1 (satu) model drainase yaitu sistem perencanaan drainase permukaan yang sudah tidak sesuai lagi, dan kolam retensi.

a. Sistem Drainase Permukaan

Detail desain sistem drainase permukaan kampus Universitas Lampung meliputi :

1. Penghitungan luasan setiap zona setelah dikurangi dengan luasan bangunan yang ada pada zona tersebut.
2. Menghitung debit yang dihasilkan.
3. Menentukan tipe saluran dan mengukur panjang saluran.
4. Melakukan perhitungan untuk menentukan dimensi yang efektif sesuai debit yang ada untuk masing-masing tipe saluran.



Gambar 1. Flow Chart

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan pengolahan data, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan pengukuran dispersi diperoleh distribusi yang cocok adalah Distribusi Log Pearson III dan diperoleh nilai curah hujan rencana untuk kala ulang 2 tahun sebesar 101,7983739 mm. Dengan durasi hujan diperkirakan selama 3 jam diperoleh nilai intensitas hujan dengan rumus Mononobe untuk kala ulang 2 tahun sebesar 16,9663 mm/jam. Koefisien pengaliran pada DAS diperoleh sebesar 0,8961 dengan luas DAS 501,32 m². Nilai debit hujan untuk kala ulang 2 tahun dengan metode rasional diperoleh nilai 2,1172 m³/detik.
2. Nilai Q_{hujan} adalah 2,1172 m³/detik sedangkan nilai Q_{teoritis} adalah 0,0833 m³/detik. Karena Q_{hujan} lebih besar daripada Q_{teoritis} , dapat disimpulkan bahwa saluran drainase eksisting sudah tidak cukup lagi untuk menampung debit banjir yang ada.
3. Saluran drainase direncanakan menggunakan tipe freecast atau disebut U-ditch dengan dimensi 600 x 1500 yang dapat menampung debit sebesar 2,56 m³/detik. Perencanaan menggunakan aplikasi AutoCAD versi 2014.

Rencana anggaran biaya yang diperlukan untuk membuat saluran drainase kampus teknik Universitas Lampung sebesar Rp. 468.547.567.92

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan penulis berdasarkan pembahasan dan pengolahan data yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Data hujan yang digunakan sebaiknya data hujan jam-jaman sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat.
2. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut mengenai dampak pembuatan saluran drainase yang baru ini secara sosial dan ekonomi.
3. Perlunya dilakukan suvey ulang harga bahan bangunan dan harga U-ditch itu sendiri ketika pembangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum, 1980, *Cara Menghitung Design Flood*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta. 51 hlm.
- Harto, Sri. 2004. Analisis Hidrologi. Gramedia Pustaka Utama. Yogyakarta
- Joesron Loebis, 1992, *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air*, Departemen Pekerjaan Umum.
- Kodoatie dan Sjarief. 2010. Tata Ruang Air
- Lakitan, B. 2002, *Dasar-dasar klimatologi*, RajaGrafindo Persada, Jakarta. 174 hlm.
- Mulyono. 2011. Evaluasi dan Perencanaan Sistem Drainase yang Berwawasan Lingkungan Kampus Universitas Lampung.
- Suhardjono, 1984, Drainase, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Malang.
- Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. ANDI, Yogyakarta. 384 hlm.