

**ANALISIS DAN PERENCANAAN SISTEM DRAINASE
DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS LAMPUNG
(Studi Kasus Zona I : Fakultas Teknik, Fakultas Hukum, Fakultas Ekonomi
dan Bisnis, dan Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik)**

(Skripsi)

Oleh:

JAMALUDIN



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2018

ABSTRAK

ANALISIS DAN PERENCANAAN SISTEM DRAINASE DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS LAMPUNG (STUDI KASUS ZONA I : FAKULTAS TEKNIK, FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS, FAKULTAS ILMU SOSIAL DAN POLITIK, DAN FAKULTAS HUKUM)

Oleh

Jamaludin

Universitas Lampung sebagai salah satu universitas negeri pertama dan tertua di Provinsi Lampung merupakan salah satu universitas terbaik di regional Sumatera dan terus meningkatkan kualitas akademik nya, dengan Akreditasi A. Peningkatan fasilitas dan infrastruktur Universitas Lampung terus dilakukan, agar dapat meningkatkan kualitas akademik maupun non-akademik. Bentuk peningkatan kualitas non-akademik adalah penataan lingkungan salah satu nya perencanaan pembangunan sistem drainase. Hal ini dimaksudkan untuk menyelesaikan beberapa titik genangan banjir yang terjadi pada saat musim penghujan tiba karna belum optimalnya kondisi drainase eksisting di kawasan Universitas Lampung.

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini meliputi analisis hidrologi dan analisis hidrolika menggunakan aplikasi HEC-RAS 4.1.0. Analisis hidrologi bertujuan untuk menghitung debit rencana dengan menggunakan metode rasional dan permodelan dengan aplikasi HEC-RAS 4.1.0 bertujuan untuk mengetahui kapasitas tinggi muka air pada saluran eksisting. Sehingga dapat diketahui dimana posisi titik banjir dan perencanaan dimensi saluran yang baru. Berdasarkan hasil analisis, perlu adanya perencanaan drainase baru pada beberapa titik yang menunjukkan terjadinya limpasan dan genangan banjir di daerah Kantin Teknik Prasmanan. Perencanaan sumur resapan dan kolam retensi juga sangat di perlukan untuk mengatasi masalah banjir yang sering terjadi di kawasan fakultas teknik Universitas Lampung. Perlu dilakukan juga pemeliharaan saluran berupa normalisasi saluran, pemasangan kisi-kisi penahan sampah, dan pembersihan saluran secara periodik.

Kata kunci : hidrologi, hidrolika, HEC-RAS 4.1.0, drainase, sumur resapan, dan kolam retensi.

ABSTRACT

ANALYSIS AND PLANNING DRAINAGE SYSTEM IN ENVIRONMENTAL UNIVERSITY LAMPUNG (CASE STUDY ZONE I : FACULTY OF ENGINEERING , ECONOMIC AND BUSINESS SCHOOL BUSINESS S , FACULTY OF SOCIAL AND POLITICAL SCIENCE AND FACULTY OF LAW)

By

Jamaludin

University of Lampung as one of the first and oldest public university in Lampung Province is one of the best universities in the region of Sumatra and continuously improve the quality of its academic, with the Accreditation A. Enhancement and infrastructure facilities university of Lampung continue, so can improving the academic quality or non-academic. The form of non-academic quality improvement is the environmental arrangement of one of its plans development of drainage system. This is intended to solve some of the flooding puddles that occurred at the time rainy season arrives because not optimal condition of existing drainage in University of Lampung region . The analysis conducted in this research includes hydrology analysis and hydraulics analysis using HEC-RAS 4.1.0 application. Hydrology analysis aims to calculate the design discharge using rational methods and modeling with HEC-RAS 4.1.0 application aims to determine the capacity of the water level existing channel. So it can be known where the position of the flood point and planning the new channel dimensions. Based on the analysis, the need for planning new drainage at some point indicating the occurrence of run off and inundation at Kantin Teknik Prasmanan. Planning of absorption wells and retention ponds is also very needed to overcome the problem of frequent flooding in Faculty of Engineering. It is also necessary to maintain channel maintenance in the form of channel normalization, garbage retaining lattice installation, and periodic cleaning of channels.

Keywords :hydrology, hydraulics, HEC-RAS 4.1.0, drainage , absorption wells, and retention ponds.

**ANALISIS DAN PERENCANAAN SISTEM DRAINASE
DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS LAMPUNG
(STUDI KASUS ZONA I : FAKULTAS TEKNIK, FAKULTAS EKONOMI
DAN BISNIS, FAKULTAS ILMU SOSIAL DAN POLITIK DAN
FAKULTAS HUKUM)**

Oleh

JAMALUDIN

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

Judul Skripsi

**: ANALISIS DAN PERENCANAAN SISTEM
DRAINASE DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS
LAMPUNG (Studi Kasus Zona I : Fakultas
Teknik, Fakultas Hukum, Fakultas
Ekonomi dan Bisnis, dan Fakultas Ilmu
Sosial dan Ilmu Politik)**

Nama Mahasiswa

: Jamaludin

Nomor Pokok Mahasiswa : 1315011059

Jurusan

: Teknik Sipil

Fakultas

: Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Ofik Taufik Purwadi, S.T., M.T.
NIP 19700724 200003 1 002

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

2. Ketua Jurusan

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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: **Ofik Taufik Purwadi, S.T., M.T.**



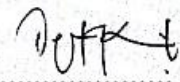
Sekretaris

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



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Dyah Indriana Kusumastuti, S.T., M.Sc.**



Dekan Fakultas Teknik

Prof. Dr. Suharno, M.Sc.
NIP 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **Maret 2018**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul ” *Analisis dan Perencanaan Sistem Drainase di Lingkungan Universitas Lampung (Studi kasus zona 1 : Fakultas Teknik, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Fakultas Ilmu Sosial dan Politik dan Fakultas Hukum).*” adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula, bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri dan sebagai bahan untuk disertasi yang berjudul “Model Pemanen Air Hujan Terpadu untuk Pengelolaan Sumber Daya Air (SDA) Berkelanjutan (Studi Kasus Pengelolaan SDA di Universitas Lampung).

Apabila pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung 10 April 2018

 
Jamaludin

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 16 Januari 1995, sebagai anak ketiga dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Kinhan HN dan Ibu Nila Sari.

Pendidikan Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Negeri 2 Perumnas Way Halim Bandar Lampung pada tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan pada tahun 2010 di SMP Negeri 19 Bandar Lampung dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMA Negeri 3 Bandar Lampung pada tahun 2013. Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tahun 2013 melalui jalur Seleksi Undangan Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Penulis turut dalam organisasi kemahasiswaan yaitu Badan Eksekutif Mahasiswa sebagai anggota Eksekutif Muda pada periode 2014/2015 dan organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung pada tahun 2015/2016 sebagai anggota Departemen Usaha dan Karya. Penulis telah melakukan Kerja Praktek (KP) pada Proyek Pembangunan *Hotel Mercure* selama 3 bulan pada periode September-Desember 2016. Penulis juga telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari pada periode Juli-Agustus 2017 di Desa Kediri, Kecamatan Gadingrejo, Kabupaten Pringsewu.

MOTTO HIDUP

“Wahai orang-orang yang beriman jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu.

Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.

(Al-Baqarah [2] : 153)

“Bukankah Kami telah melapangkan untukmu dadamu?, dan Kami telah menghilangkan daripadamu bebanmu, yang memberatkan punggungmu? Dan Kami tinggikan bagimu sebutan (nama)mu, Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.”

(Q.S. Al-Insyirah: 1-8)

Fa-biayyi alaa'I Rabbi kuma tukadziban;

Maka, nikmat Tuhanmu yang manakah yang kamu dustakan?

(Q.S Ar-Rahman: 55)

Make It Your Journey

(JAMALUDIN)

Persembahan

Alhamdulillah, Puji syukur kepada Allah SWT atas karuniaNya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Ku persembahkan skripsi ini untuk:

Kedua orangtuaku, Ayah dan Ibu serta Saudara-saudaraku yang selalu memberi dukungan moril maupun materi. serta senantiasa mendoakanku untuk meraih kesuksesan. Semoga keluarga kita selalu dalam lindungan Allah SWT.

Saudara-saudaraku yang selalu mendoakan dan memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.

Semua guru-guru dan dosen-dosen yang telah mengajarkan banyak hal. Terima kasih untuk ilmu, pengetahuan dan pelajaran hidup yang sudah diberikan.

Teman spesialku, Sahabat-sahabatku, Rekan seperjuangan serta Teknik sipil angkatan 2013 yang selalu menemani dalam suka maupun duka serta selalu memberikan dukungan agar skripsi ini berjalan dengan baik.

SANWACANA

Segala puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi dengan judul “*Analisis dan Perencanaan Sistem Drainase di Lingkungan Universitas Lampung (Studi kasus zona 1 : Fakultas Teknik,Fakultas Ekonomi dan Bisnis,Fakultas Ilmu Sosial dan Politik dan Fakultas Hukum).*” merupakan salah satu syarat bagi penulis untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Suharno, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung;
2. Gatot Eko S, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung;
3. Ofik Taufik Purwadi,S.T.,M.T. selaku Pembimbing Akademik dan Pembimbing Utama atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, ide-ide dan saran serta kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;
4. Ir. Ahmad Zakaria,M.T.,Ph.D. selaku Pembimbing Kedua atas kesediaan memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini;

5. Dr. Dyah Indriana Kusumastuti,S.T.,M.Sc. selaku Penguji Utama yang telah memberikan kritik dan saran pemikiran dalam penyempurnaan skripsi;
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung;
7. Seluruh teknisi dan karyawan di Laboratorium Air, Fakultas Teknik, Universitas Lampung yang telah memberikan bantuan dan bimbingan selama penulis melakukan penelitian;
8. Orang tua tercinta, Ibu Nila Sari dan Bapak Kinhan HN yang sangat sabar dalam doanya dan pengertian dalam memberikan dukungan, nasehat dan motivasi dalam menyelesaikan perkuliahan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung;
9. Saudara-saudaraku tercinta yang turut memberikan semangat dalam menyelesaikan perkuliahan;
10. Teman seperjuangan Widi Tejakusuma, M Lutfi Y, Rahmad Effendi, Arief Rachmat, Herdi Handika, Ancha, Ismawan, Fikri Aulia yang telah berbagi cerita suka dan duka selama menjalani penelitian bersama;
11. Teman KP “Ena-Ena” Widi Tejakusuma, Kasri Patakom, Atreyu Alfarido, Renz (Oldebes Temy), Andre Joenathan dan Angela Chickita yang telah berbagi cerita suka dan duka selama menjalani perkuliahan;
12. Teman Spesial DEWISRI WULANDARI yang telah memberikan dukungan moril dan doa dalam menyelesaikan perkuliahan;

13. Saudara-saudara Teknik Sipil Universitas Lampung angkatan 2013 yang berjuang bersama serta berbagi kenangan, pengalaman dan membuat kesan yang tak terlupakan, terimakasih atas kebersamaan kalian;
14. Semua pihak yang telah membantu tanpa pamrih yang tidak dapat disebutkan secara keseluruhan satu per satu, semoga kita semua berhasil menggapai impian.

Akhir kata, Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi penulis berharap semoga skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Bandar Lampung, Maret 2018

Penulis

Jamaludin

DAFTAR ISI

Hal

DAFTAR GAMBAR.....	iii
--------------------	-----

DAFTAR TABEL	iv
--------------------	----

DAFTAR NOTASI	v
---------------------	---

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	2
C. Rumusan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Batasan Masalah	4
F. Manfaat Penelitian	5

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Umum	6
B. Dasar- dasar Kriteria Perencanaan Drainase.....	7
C. Analisis Hidrologi.....	7
D. Data Curah Hujan	8
E. Data Hujan yang Hilang.....	8
F. Metode Estimasi Data Hujan yang Hilang	9
1. Normal Ratio Method	10
2. Cara “Inversed Square Distance”	11
3. Rata-rata Aljabar	11
4. Metode Cuaca Kantor Amerika Serikat	11
G. Uji Konsistensi Data Hujan	12
1. Metode RAPS (Rescaled Adjust Partical Sums)	13
2. Metode Kurva Massa Ganda (Double Curve Analysis)	14
H. Analisis Hujan.....	16
I. Curah Hujan Maksimum Harian Rata-rata.....	17
J. Analisis Frekuensi	17

K. Waktu Konsentrasi.....	25
L. Intensitas Hujan	25
M. Analisis Debit Banjir Rencana.....	27
N. Penampang Saluran Terbuka.....	28
O. Penampang Saluran Drainase.....	29
P. Kecepatan Aliran Drainase.....	30
Q. Sumur Resapan	31
R. Program Hec-Ras	32

III. METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian.....	33
B. Data yang Digunakan.....	33
C. Alat-alat yang Digunakan	34
D. Langkah Pengerjaan	34
E. Diagram Alir Penelitian	37

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hidrologi	39
1. Data Curah Hujan	40
2. Curah Hujan Harian Maksimum	40
3. Uji Konsistensi data	42
4. Analisis Frekuensi dan Probabilitas Hujan	44
5. Pemilihan Jenis Distribusi	46
6. Uji Kesesuaian Distribusi	46
7. Perhitungan Curah Hujan Rencana	51
8. Analisis Intensitas Curah Hujan	53
9. Pola Distribusi Hujan	61
10. Perhitungan Intensitas Hujan	61
11. Koefisien Pengaliran	62
12. Perhitungan Debit Rencana	65
B. Analisis Kapasitas Saluran dengan Program HEC-RAS	67
C. Perencanaan Penampang Drainase	91
D. Sumur Resapan	94
E. Kolam Retensi	96
1. Perhitungan Kapasitas Kolam Retensi I (KTP)	98
2. Perhitungan Kapasitas Kolam Retensi II (Mushola)	98
F. Rancangan Anggaran Biaya	99

V. PENUTUP

A. Kesimpulan	102
B. Saran	104

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1. Nilai $Q/n^{0.5}$ dan $R/n^{0.5}$	14
Tabel 2.2. Syarat Metode Hujan Rata-rata Wilayah Berdasar Pos Hujan nya.....	16
Tabel 2.3. Syarat Metode Hujan Rata-rata Wilayah Berdasarkan Luas DPS	16
Tabel 2.4. Syarat Metode Hujan Rata-rata Wilayah Berdasarkan Topografi nya	17
Tabel 2.5. Fungsi Penampang Saluran Drainase.....	29
Tabel 2.6. Batas Kecepatan Aliran Berdasarkan Bahan Material.....	31
Tabel 4.1. Data Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Polinela	41
Tabel 4.2. Data Curah Hujan Harian Tahunan Maksimum	41
Tabel 4.3. Metode RAPS Stasiun Polinela Hujan Maksimum Tahunan.....	43
Tabel 4.4. Analisis Frekuensi dan Parameter Statistik Curah Hujan	44
Tabel 4.5. Persyaratan Jenis Distribusi Sesuai dengan Hasil Perhitungan	46
Tabel 4.6. Perhitungan Uji Chi-Kuadrat	48
Tabel 4.7. Nilai Delta Kritis untuk Uji Smirnov – Kolmogorov	49
Tabel 4.8. Perhitungan Uji Smirnov – Kolmogorov	50
Tabel 4.9. Perhitungan Metode Log Pearson III	51
Tabel 4.10. Perhitungan Curah Hujan Rencana	52
Tabel 4.11. Perhitungan Intensitas Hujan	53
Tabel 4.12. Perhitungan Intensitas Hujan	54
Tabel 4.13. Perhitungan Intensitas Hujan	54

Tabel 4.14. Perhitungan Intensitas Hujan	55
Tabel 4.15. Perhitungan Intensitas Hujan	55
Tabel 4.16. Perhitungan Intensitas Hujan	56
Tabel 4.17. Perhitungan Intensitas Hujan	56
Tabel 4.18. Perhitungan Intensitas Hujan	57
Tabel 4.19. Perhitungan Intensitas Hujan	57
Tabel 4.20. Perhitungan Intensitas Hujan	58
Tabel 4.21. Perhitungan Intensitas Hujan	59
Tabel 4.22. Perhitungan Intensitas Hujan	59
Tabel 4.23. Perhitungan Intensitas Hujan	60
Tabel 4.24. Perhitungan Intensitas Hujan	60
Tabel 4.25. Perhitungan Intensitas Hujan	61
Tabel 4.26. Perhitungan Intensitas Hujan Tiap Periode Kala Ulang	62
Tabel 4.27. Perhitungan Tata Guna Lahan.....	63
Tabel 4.28. Perhitungan Koefisien Aliran.....	63
Tabel 4.29. Luas Wilayah Bangunan Di Zona I.....	64
Tabel 4.30. Perhitungan Debit Rancangan Metode Rasional Waktu Konsentrasi.....	66
Tabel 4.31. Perhitungan Debit Rancangan Metode Rasional Durasi Hujan	67
Tabel 4.32. Perbandingan Kapasitas Eksisting dan Tinggi Muka air	88
Tabel 4.33. Perhitungan Penampang Drainase	91
Tabel 4.34. Tinggi Total Sumur Resapan yang Dibutuhkan	95
Tabel 4.35. Tabel Qmax dan Tc	96
Tabel 4.36. Rancangan Anggaran Biaya	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Lengkung Massa Ganda	15
Gambar 3.1.	Denah Lokasi Penelitian.....	37
Gambar 4.1.	Jaringan Drainase Zona I.....	54
Gambar 4.2.	Profil Muka Air Penampang Pada D1.....	68
Gambar 4.3.	Profil Muka Air Penampang Pada D2.....	69
Gambar 4.4.	Profil Muka Air Penampang Pada D3.....	69
Gambar 4.5.	Profil Muka Air Penampang Pada D4.....	70
Gambar 4.6.	Profil Muka Air Penampang Pada D10.....	70
Gambar 4.7.	Profil Muka Air Penampang Pada D11.....	71
Gambar 4.8.	Profil Muka Air Penampang Pada D14	71
Gambar 4.9.	Profil Muka Air Penampang Pada D5	72
Gambar 4.10.	Profil Muka Air Penampang Pada D6	72
Gambar 4.11.	Profil Muka Air Penampang Pada D7	73
Gambar 4.12.	Profil Muka Air Penampang Pada D12.....	73
Gambar 4.13.	Profil Muka Air Penampang Pada D13	74
Gambar 4.14.	Profil Muka Air Penampang Pada D18	74
Gambar 4.15.	Profil Muka Air Penampang Pada D9	75
Gambar 4.16.	Profil Muka Air Penampang Pada D30.....	75
Gambar 4.17.	Profil Muka Air Penampang Pada D31	76

Gambar 4.18. Profil Muka Air Penampang Pada D32	76
Gambar 4.19. Profil Muka Air Penampang Pada D33.....	77
Gambar 4.20. Profil Muka Air Penampang Pada D34	77
Gambar 4.21. Profil Muka Air Penampang Pada D35	78
Gambar 4.22. Profil Muka Air Penampang Pada D15	78
Gambar 4.23. Profil Muka Air Penampang Pada D16	79
Gambar 4.24. Profil Muka Air Penampang Pada D17	79
Gambar 4.25. Profil Muka Air Penampang Pada D36	80
Gambar 4.26. Profil Muka Air Penampang Pada D37	80
Gambar 4.27. Profil Muka Air Penampang Pada D37	81
Gambar 4.28. Profil Muka Air Penampang Pada D38	81
Gambar 4.29. Profil Muka Air Penampang Pada D39	82
Gambar 4.30. Profil Muka Air Penampang Pada D40	82
Gambar 4.31. Profil Muka Air Penampang Pada D29	83
Gambar 4.32. Profil Muka Air Penampang Pada D24	83
Gambar 4.33. Profil Muka Air Penampang Pada D23	84
Gambar 4.34. Profil Muka Air Penampang Pada D22	84
Gambar 4.35. Profil Muka Air Penampang Pada D21	85
Gambar 4.36. Profil Muka Air Penampang Pada D24	85
Gambar 4.37. Profil Muka Air Penampang Pada D27	86
Gambar 4.38. Profil Muka Air Penampang Pada D28	86
Gambar 4.39. Profil Muka Air Penampang Pada D29	87
Gambar 4.40. Profil Muka Air Penampang Pada D26	87
Gambar 4.41. Profil Muka Air Penampang Pada D25	88

Gambar 4.42. Titik Banjir D13, D12, D15 dan D16.....	90
Gambar 4.43. Profil Muka Air Penampang Pada D12.....	92
Gambar 4.44. Profil Muka Air Penampang Pada D13	92
Gambar 4.45. Profil Muka Air Penampang Pada D15	93
Gambar 4.46. Profil Muka Air Penampang Pada D16	93
Gambar 4.47. Grafik Hidrograf inflow Q_5 tahun.....	97

DAFTAR NOTASI

Rrt	= Curah Hujan Rata-rata
S	= Standar Deviasi
Cs	= Koefisien Kemencengan
Ck	= Koefisien Kurtosis
Cv	= Koefisien Variasi
α	= Derajat Kepercayaan
RT	= Hujan Rancangan
I	= Intensitas Hujan
m ²	= Meter Persegi
C	= Koefisien Aliran
A	= Luas
SNI	= Standar Nasional Indonesia
km ²	= Kilometer Persegi
Q	= Debit
cm	= Centimeter
h	= Tinggi Penampang
m ³	= Meter kubik
mm	= Milimeter
mm ²	= Milimeter persegi
V	= Kecepatan Aliran

R = Curah Hujan Maksimum

n = Jumlah stasiun

b = Lebar Dasar Saluran

DN = Drainase

Sk* = Simpangan Awal

|Sk*| = Simpangan Mutlak

Dy = Simpangan Rata-rata

Sk** = Nilai Konsistensi Data

|Sk**| = Nilai Konsistensi Data Mutlak

$\frac{Q}{\sqrt{n}}$ = Nilai Statistik Q

$\frac{R}{\sqrt{n}}$ = Nilai Statistik (Range)

Ei = Estimasi Frekuensi untuk Kelas i

β = Koefisien Pengurangan Luas Daerah Hujan

q = Intensitas Maksimum Jatuhnya Hujan Rata-rata

qn = Curah Hujan

DK = Derajat Kebebasan

Oi = *Observed* Frekuensi pada Kelas

IDF = *Intensity-Duration-Frequency Curve*

H = Tinggi Total Sumur Resapan

Do = Nilai Kritis

T = Lamanya Curah Hujan

DAS = Daerah Aliran Sungai

Dx = Data Tinggi Hujan Harian Maksimum di Stasiun x

d_i	= Data Tinggi Hujan Harian Maksimum di stasiun i
An_x	= Tinggi Hujan Rata-rata Tahunan di Stasiun x
An_i	= Tinggi Hujan Rata-rata Tahunan di Stasiun Sekitar x
H_x	= Curah Hujan yang Hilang
H_n	= Curah Hujan Bulanan di Pos ke-n
H_i	= Curah Hujan di Pos yang lain
L_i	= Jarak Pos Hujan yang lain Terhadap Pos Hujan yang Mempunyai Data Hilang
Y_z	= Data Hujan yang Diperbaiki
n	= Koefisien Kekasaran <i>Manning</i>
R	= Jari-jari Hidrolik
S	= Kemiringan Memanjang Saluran
K	= Permeabilitas Tanah
F	= Faktor Geometrik Sumur
R	= Radius sumur
T	= Durasi Aliran
t_c	= Waktu Konsentrasi
t_o	= <i>Inlet Time</i>
t_d	= <i>Conduit Time</i>
Y	= Data Hujan Hasil Pengamatan
$Tg\alpha$	= Kemiringan Sebelum ada Perubahan
$Tg\alpha_c$	= Kemiringan Setelah ada Perubahan
Y	= <i>Reduced Variate</i>
σ_n	= Simpangan Baku <i>Reduced Variate</i>

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Banjir adalah aliran air yang tingginya melebihi muka air normal, sehingga melimpas dari sungai atau saluran menyebabkan adanya genangan pada lahan di sisi sungai atau saluran. Aliran air limpasan tersebut semakin meninggi, melimpasi permukaan tanah yang biasanya tidak dilewati air (Bakornas PB: 2007). Ada 2 jenis peristiwa banjir, pertama peristiwa banjir/genangan di daerah yang biasanya tidak terjadi banjir dan banjir yang terjadi akibat saluran atau sungai tidak mampu mengalirkan debit yang ada.

Maka, manusia membuat sebuah sistem jaringan yang disebut Jaringan drainase untuk mengatasi permasalahan tersebut. Menurut Suripin (2004) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras atau membuang air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai rangkaian bangunan air dari suatu kawasan atau lahan. Drainase yaitu suatu cara pembuangan kelebihan air yang melimpas pada suatu daerah, serta penganggulan akibat yang ditimbulkan kelebihan air tersebut (Suhardjono 1948:1).

Namun kenyataannya banyak jaringan drainase yang kinerjanya bisa dinilai buruk dan keluar dari fungsi sebenarnya. Tingginya tingkat pembangunan di perkotaan membuat pembangunan dan perawatan drainase dipandang

sebelah mata. Drainase seakan dibangun dan dirawat seadanya menjadikan konstruksi jaringan drainase seakan-akan menjadi konstruksi yang tak perlu perhatian khusus. Kenyataannya drainase adalah aspek penting dalam pembangunan yang berkelanjutan dan kelihatannya sederhana namun bila drainase tidak didesain dan direncanakan dengan baik maka banyak hal berdampak ketika kinerja drainase tidak maksimal seperti halnya banjir yang akan merambat ke berbagai aspek-aspek seperti ekonomi, kesehatan, transportasi, pendidikan dan lainnya. Sehingga drainase seharusnya tidak lagi menjadi bangunan sekunder dalam perkembangan sebuah tata wilayah namun lebih dari itu harus didesain dan direncanakan dengan baik dan matang agar apapun yang dihasilkan maksimal.

Sistem penanggulangan banjir pun tidak serta-merta hanya drainase namun banyak bangunan-bangunan pelengkap yang dapat membantu kinerja drainase untuk mengatasi limpasan air yang mengalir permukaan akibat rusaknya peresapan di tanah. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum no.12 Tahun 2014 pasal 1 menyebutkan berbagai sarana-prasarana pelengkap drainase dan salah satunya sumur resapan. Hal ini menegaskan bahwa dalam penanggulangan banjir dan perencanaan sebuah tata wilayah dibutuhkan sebuah sistem jaringan drainase dan sistem penanggulangan banjir yang terintegrasi dengan baik antar satu dan lainnya.

B. Identifikasi Masalah

Pada penelitian ini masalah yang muncul adalah kondisi drainase pada lingkungan kampus Universitas Lampung. Universitas Lampung merupakan sebuah perguruan tinggi negeri di Provinsi Lampung. Dengan diraihnya

akreditasi A dan masuknya Universitas Lampung dalam 18 Universitas terbaik versi Kemenristekdikti menjadikan perguruan tinggi kebanggaan masyarakat Lampung terus berbenah dalam bentuk fasilitas-fasilitas penunjang mutu pendidikan. Perkembangan kawasan Universitas Lampung khususnya di daerah Fakultas Teknik sampai Fakultas Hukum tidak dibarengi dengan sistem drainase yang memadai, sehingga pada saat musim penghujan mengakibatkan genangan-genangan di beberapa titik dan terparah adalah genangan di seberang Kantin Prasmanan Teknik Unila yang cukup tinggi.

Oleh karena itu, dengan permasalahan tersebut perlu sebuah tindakan untuk mengatasi buruknya kinerja drainase di daerah tersebut. Salah satunya adalah redesain sistem drainase, pendesainan sumur resapan dan pembuatan kolam retensi sebagai bangunan pelengkap sistem penganggulangan banjir yang teintegrasi baik.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah diatas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana arah aliran drainase eksisting di daerah Zona I ?
2. Bagaimana desain kapasitas drainase eksisting di daerah Zona I ?
3. Bagaimana besar luapan air yang terjadi saat pada saat banjir ?
4. Bagaimana desain saluran dengan debit rencana ?
5. Bagaimana desain sumur resapan di daerah Zona I sehingga dapat membantu kinerja drainase untuk mengatasi limpasan air yang ada ?

6. Bagaimana desain kolam retensi di daerah Zona I sehingga dapat mengatasi limpasan air yang ada ?
7. Bagaimana menghitung besar biaya yang dibutuhkan ?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Mengetahui arah aliran drainase eksisting di Universitas Lampung.
- b. Mengetahui kapasitas drainase eksisting di lingkungan Universitas Lampung.
- c. Mengetahui besar luapan air yang terjadi pada saat banjir.
- d. Mendesain saluran drainase sesuai dengan debit rencana.
- e. Mendesain sumur resapan yang sesuai dengan debit limpasan di zona penelitian.
- f. Mendesain kolam retensi sesuai dengan debit limpasan di zona penelitian.
- g. Mengetahui besar biaya yang dibutuhkan.

E. Batasan Masalah

- a. Saluran yang dianalisis adalah saluran di daerah Fakultas Teknik, Fakultas Hukum, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, dan Fakultas Ilmu Sosial dan Politik.
- b. Sumur resapan yang dibuat hanya pada daerah Fakultas Teknik, Fakultas Hukum, Fakultas Ekonomi dan Bisnis.

- c. Desain penampang drainase, sumur resapan dan kolam retensi yang dianalisis sesuai tata kaidah perhitungan hidrologi dan hidrolika yang berlaku.
- d. Debit banjir rencana kala ulang 5 tahun dengan metode yaitu rasional.
- e. Gambar *shop drawing* hasil analisis desain penampang drainase dan sumur resapan dengan program AUTOCAD.
- f. Rancangan anggaran biaya yang dianalisis untuk saluran drainase.

F. Manfaat Penelitian

- a. Sebagai bahan evaluasi sistem drainase di Lingkungan Universitas Lampung.
- b. Memberikan desain penampang drainase yang baru kepada civitas akademik Universitas Lampung agar menjadi masukan dan pertimbangan yang bisa langsung dikerjakan yang berkesinambungan dengan Masterplan Universitas Lampung.
- c. Memberikan masukan dalam pemanfaatan limpasan air berdasarkan *best management practice* (BMP) yaitu sumur resapan dan memberikan desain dimensi sumur resapan tersebut.
- d. Menjadi bahan pembelajaran dan referensi untuk penelitian selanjutnya terutama dalam bidang perencanaan drainase perkotaan dan sumur resapan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Umum

Infrastruktur air perkotaan meliputi tiga sistem yaitu sistem air bersih (*urban water supply*), sistem sanitasi (*waste water*) dan sistem drainase air hujan (*storm water system*). Ketiga sistem tersebut saling terkait, sehingga idealnya dikelola secara integrasi. Hal ini sangat penting untuk mengoptimalkan pemanfaatan sumberdaya dan fasilitas, menghindari ketumpang-tindihan tugas dan tanggung jawab, serta keberlanjutan pemanfaatan sumberdaya air.

Sistem air bersih meliputi pengadaan (*acquisition*), pengolahan (*treatment*), dan pengiriman/pendistribusian (*delivery*) air bersih ke pelanggan baik domestik, komersil, industri, maupun sosial. Sistem sanitasi dimulai dari titik keluarnya sistem air bersih. Sistem pengumpul mengambil air buangan domestik, komersil, industri dan kebutuhan umum. Ada dua istilah yang banyak dipakai untuk mendiskripsikan sistem air buangan (*waste water system*) yaitu, “*wastewater*” dan “*sewage*”. Secara umum sistem drainase 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).

B. Dasar-Dasar Kriteria Perencanaan Drainase

Tujuan perencanaan ini adalah untuk mengalirkan genangan air sesaat yang terjadi pada musim hujan serta dapat mengalirkan air kotor hasil buangan dari rumah tangga. Kelebihan air atau genangan air sesaat terjadi karena keseimbangan air pada daerah tertentu terganggu. Disebabkan oleh air yang masuk dalam daerah tertentu lebih besar dari air keluar.

Kriteria dalam perencanaan dan perancangan drainase perkotaan yang umum (Suripin, 2004) yaitu :

1. Perencanaan drainase haruslah sedemikian rupa sehingga fungsi fasilitas drainase sebagai penampung, pembagi dan pembuang air dapat sepenuhnya berdaya guna dan berhasil guna.
2. Pemilihan dimensi drainase harus diperkirakan keamanan dan keekonomisannya
3. Perencanaan drainase haruslah mempertimbangkan pula segi kemudahan dan nilai ekonomis dari pemeliharaan sistem drainase.

C. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi (Suripin, 2004). Fenomena hidrologi sebagai mana telah dijelaskan di bagian sebelumnya adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi. Fenomena hidrologi seperti besarnya curah hujan, temperature, penguapan, lama penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air, akan selalu berubah menurut waktu. Untuk

suatu tujuan tertentu data-data hidrologi dapat dikumpulkan, dihitung, disajikan, dan ditafsirkan dalam beberapa prosedur tertentu.

D. Data Curah Hujan

Data curah hujan merupakan data berupa jumlah besaran hujan dalam satuan tinggi (mm) yang jatuh ke permukaan tanah yang terakumulatif dalam periode waktu tertentu.

E. Data Hujan Yang Hilang

Data yang ideal adalah data yang untuk dan sesuai dengan apa yang dibutuhkan. Tetapi dalam praktek sangat sering dijumpai data yang tidak lengkap (*incomplete record*) hal ini dapat disebabkan beberapa hal, antara lain yaitu kerusakan alat, kelalaian petugas, penggantian alat, bencana (pengrusakan) dan sebagainya. Keadaan tersebut menyebabkan pada bagian-bagian tertentu dari data runtut waktu terdapat data yang kosong (*missing record*). Dalam memperkirakan besarnya data yang hilang, harus diperhatikan pula pola penyebaran hujan pada stasiun yang bersangkutan maupun stasiun-stasiun sekitarnya.

Keadaan data hujan hilang ini untuk kepentingan tertentu dapat mengganggu. Misalnya pada suatu saat terjadi banjir, sedangkan data hujan pada satu atau beberapa stasiun pada saat yang bersamaan tidak tersedia (karena berbagai sebab). Keadaan demikian tidak terasa merugikan bila data tersebut tidak tercatat pada saat yang dipandang tidak penting.

Menurut Soewarno (2000) dalam bukunya “Hidrologi Operasional Jilid Kesatu”, analisis hidrologi memang tidak selalu diperlukan pengisian data yang kosong atau hilang. Misal terdapat data kosong pada musim kemarau sedang analisis data hidrologi tersebut menghitung debit banjir musim penghujan maka dipandang tidak perlu melengkapi data pada periode kosong musim kemarau tersebut, tetapi bila untuk analisis kekeringan maka data kosong pada musim kemarau tersebut harus diusahakan untuk melengkapi.

Data hujan yang hilang dapat diestimasi apabila di sekitarnya ada stasiun penakar hujan (minimal 2 stasiun) yang lengkap datanya atau stasiun penakar yang datanya hilang diketahui hujan rata-rata tahunannya. (Montarjih, 2010)

Menghadapi keadaan ini, terdapat dua langkah yang dapat dilakukan yaitu :

1. Membiarkan saja data yang hilang tersebut, karena dengan cara apapun data tersebut tidak akan diketahui dengan tepat.
2. Bila dipertimbangkan bahwa data tersebut mutlak diperlukan maka perkiraan data tersebut dapat dilakukan dengan cara-cara yang dikenal

F. Metode Estimasi Data Hujan yang Hilang

Beberapa metode yang dapat digunakan menurut buku “Mengenal Dasar–dasar Hidrologi” halaman 190-191 oleh Ir. Joyce Martha dan Ir. Wanny Adidarma, Dipl. HE. yaitu *Normal Ratio Method*, cara *“Inversed Square Distance”* dan cara rata–rata aljabar. Sedangkan menurut Soewarno dalam bukunya “Hidrologi Operasional Jilid Kesatu” halaman 202, ada 3 metode yang digunakan untuk memperkirakan data hujan periode kosong diantaranya

rata-rata aritmatik (*arithmetical average*), perbandingan normal (*normal ratio*), dan kantor Cuaca Nasional Amerika Serikat (*US.National Weather service*).

Ada kesamaan metode perhitungan dari buku “Hidrologi Operasional Jilid Kesatu” dengan buku “Mengenal Dasar-dasar Hidrologi”, yaitu Metode rata-rata aritmatik dengan rata-rata aljabar, dan *Normal Ratio Method* dengan perbandingan normal (*normal ratio*) yang terdapat di buku Soewarno.

1. Normal Ratio Method

Linsley, Kohler dan Paulhus (1958) menyarankan satu metode yang disebut “*Normal Ratio Method*”, syaratnya adalah perbedaan curah hujan normal tahunan dari pos X yang hilang datanya dengan pos sekelilingnya > 10% sebagai berikut :

$$D_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n d_i \frac{An_x}{An_i} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan :

D_x = Data tinggi hujan harian maksimum di stasiun x

n = Jumlah stasiun di sekitar x untuk mencari data di x

d_i = Data tinggi hujan harian maksimum di stasiun i

An_x = Tinggi hujan rata-rata tahunan di stasiun x

An_i = Tinggi hujan rata-rata tahunan di stasiun sekitar x

2. Cara “Inversed Square Distance”

Persamaan yang digunakan dalam cara “*Inversed Square Distance*” adalah :

$$P_x = \frac{\frac{1}{(dXA)^2} P_A + \frac{1}{(dXB)^2} P_B + \frac{1}{(dXC)^2} P_C}{\frac{1}{(dXA)^2} + \frac{1}{(dXB)^2} + \frac{1}{(dXC)^2}} \dots\dots\dots(2)$$

Dengan :

P_x = Tinggi hujan yang dipertanyakan

P_A, P_B, P_C = Tinggi hujan pada stasiun disekitarnya

dXA, dXB, dXC = Jarak stasiun X terhadap masing – masing stasiun
A,B,C

3. Rata-rata Aljabar

Syaratnya adalah perbedaan curah hujan normal tahunan dari pos X yang hilang datanya dengan pos sekelilingnya > 10% sebagai berikut :

$$H_x = \frac{1}{n} (H_a + H_b + H_c + \dots + H_n) \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

H_x : Curah Hujan yang hilang

H_a, H_b, H_c : Curah hujan bulanan di pos A, B dan C

H_n : Curah hujan bulanan di pos ke-n

4. Metode Kantor Cuaca Amerika Serikat

Metode ini memerlukan data dari 4 (empat) pos hujan sebagai pos indeks (*index station*) yaitu misalnya pos hujan A, B, C dan D yang berlokasi disekeliling pos hujan X yang diperkirakan data hujannya.

Bila pos indeks itu lokasinya berada disetiap kuadran dari garis yang menghubungkan utara-selatan dan timur-barat melalui titik pusat di pos hujan X. Persamaannya adalah:

$$H_x = \left[\sum i(H_i / L_i^2) \right] / \left[\sum i(1 / L_i^2) \right] \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

H_x : Curah hujan yang hilang.

H_i : Curah hujan di pos yang lain .

L_i : Jarak pos hujan yang lain terhadap pos hujan yang mempunyai data hilang.

G. Uji Konsistensi Data Hujan

Menurut Soewarno dalam bukunya “Hidrologi Operasional Jilid Kesatu”, data hujan yang diperlukan untuk analisis disarankan minimal 30 tahun data runtut waktu. Data itu harus tidak mengandung kesalahan dan harus dicek sebelum digunakan untuk analisis hidrologi lebih lanjut. Agar tidak mengandung kesalahan (*error*) dan harus tidak mengandung data kosong (*missing record*). Oleh karena itu harus dilakukan pengecekan kualitas data (*data quality control*). Beberapa kesalahan yang mungkin terjadi dapat disebabkan oleh faktor manusia, alat dan faktor lokasi. Bila terjadi kesalahan maka data itu dapat disebut tidak konsisten (*inconsistency*). Uji konsistensi (*consistency test*) berarti menguji kebenaran data. Data hujan disebut konsisten (*consistent*) berarti data yang terukur dan dihitung adalah teliti dan benar serata sesuai dengan fenomena saat hujan itu terjadi.

Dua cara untuk menguji konsistensi data hujan dengan menggunakan analisis kurva masa ganda (*double mass curve analysis*) dan RAPS (*Rescaled Adjusted Partical Sums*). Pengujian tersebut dapat diketahui apakah terjadi perubahan lingkungan atau perubahan cara menakar. Jika hasil uji menyatakan data hujan di suatu stasiun konsisten berarti pada daerah pengaruh sistem tersebut tidak terjadi perubahan lingkungan dan tidak terjadi perubahan cara menakar selama pencatatan data tersebut dan sebaliknya.

Ketelitian hasil perhitungan dalam ramalan hidrologi sangat diperlukan, yang tergantung dari konsistensi data itu sendiri. Dalam suatu rangkaian data pengamatan hujan, dapat timbul non-homogenitas dan ketidaksesuaian, yang dapat mengakibatkan penyimpangan dalam perhitungan.

Non-homogenitas ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain:

- a. Perubahan letak stasiun.
- b. Perubahan system pendataan.
- c. Perubahan iklim.
- d. Perubahan dalam lingkungan sekitar.

1. Metode RAPS (Rescaled Adjusted Partical Sums)

Pengujian menggunakan data hujan tahunan rata-rata dari stasiun hujan itu sendiri yaitu dengan uji kumulatif penyimpangan kuadratnya dengan reratanya. Syaratnya adalah stasiun hujan yang berpengaruh harus berjumlah ≤ 2 (*Standalone Station*).

Tabel 2.1 Nilai $Q/n^{0.5}$ dan $R/n^{0.5}$

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	1.10	1.22	1.42	1.34	1.43	1.60
30	1.12	1.24	1.48	1.40	1.50	1.70
40	1.14	1.27	1.52	1.44	1.55	1.78
100	1.17	1.29	1.55	1.50	1.62	1.85
	1.22	1.36	1.63	1.62	1.75	2.00

Sumber: Harto, 1993: 168

2. Metode Kurva Massa Ganda (*Double Curve Analysis*)

Uji konsistensi ini dapat diselidiki dengan cara membandingkan curah hujan tahunan kumulatif dari stasiun yang diteliti dengan harga kumulatif curah hujan rata-rata dari suatu jaringan stasiun dasar yang bersesuaian. Pada umumnya, metode ini disusun dengan urutan kronologis mundur dan dimulai dari tahun yang terakhir atau data yang terbaru hingga data terakhir.

Jika data hujan tidak konsisten karena perubahan atau gangguan lingkungan di sekitar tempat penakar hujan dipasang, misalnya, penakar hujan terlindung oleh pohon, terletak berdekatan dengan gedung tinggi, perubahan penakaran dan pencatatan, pemindahan letak penakar dan sebagainya, memungkinkan terjadi penyimpangan terhadap *trend* semula. Hal ini dapat diselidiki dengan menggunakan lengkung massa ganda.

Kalau tidak ada perubahan terhadap lingkungan maka akan diperoleh garis ABC berupa garis lurus dan tidak terjadi patahan arah garis, maka data hujan tersebut adalah konsisten. Tetapi apabila pada tahun tertentu terjadi perubahan lingkungan, didapat garis patah ABC'.

Penyimpangan tiba-tiba dari garis semula menunjukkan adanya perubahan tersebut, yang bukan disebabkan oleh perubahan iklim atau keadaan hidrologis yang dapat menyebabkan adanya perubahan *trend*. Sehingga data hujan tersebut dapat dikatakan tidak konsisten dan harus dilakukan koreksi. Apabila data hujan tersebut tidak konsisten, maka dapat dilakukan koreksi dengan menggunakan rumus::

$$Y_z = Fk \times Y \dots\dots\dots(5)$$

$$Fk =$$

$$\frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_0} \dots\dots\dots(6)$$

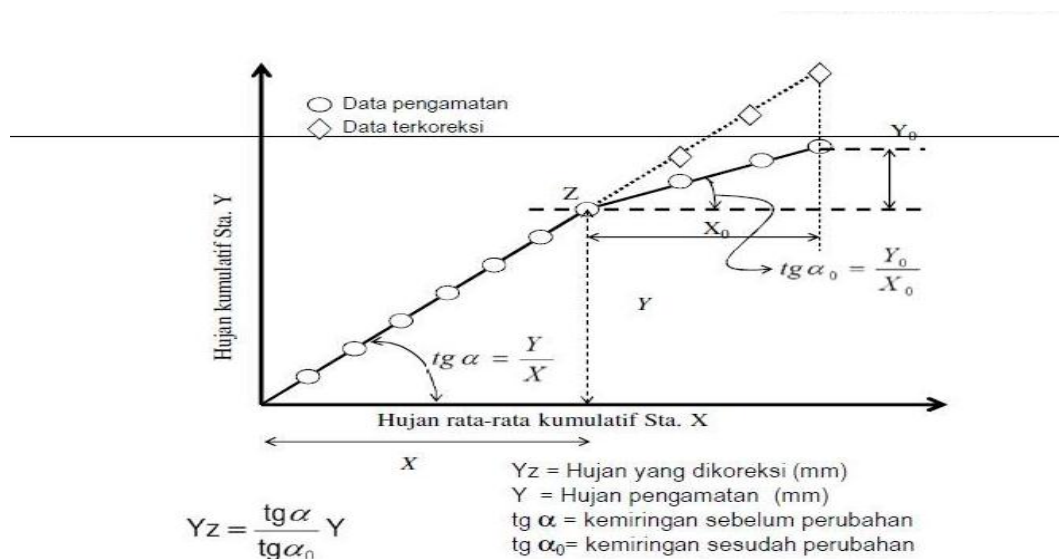
Keterangan:

Y_z : Data hujan yang diperbaiki, mm

Y : Data hujan hasil pengamatan, mm

$Tg \alpha$: Kemiringan sebelum ada perubahan

$Tg \alpha_0$: Kemiringan setelah ada perubahan



Gambar 2.1. Lengkung Massa Ganda

Sumber: Materi Kuliah Hidrologi Teknik Dasar

Keterangan:

- Pola yang terjadi berupa garis lurus dan tidak terjadi patahan arah garis itu, maka data hujan pos X adalah konsisten.
- Pola yang terjadi berupa garis lurus dan terjadi patahan arah garis itu, maka data hujan pos X adalah tidak konsisten dan harus dilakukan koreksi

H. Analisis Hujan

Hujan merupakan komponen yang amat penting dalam analisis hidrologi pada perancangan debit untuk menentukan dimensi saluran drainase. Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat (*space*), maka untuk kawasan sangat luas tidak bisa diwakili satu titik pos pengukuran. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa pos pengukuran hujan yang ada disekitar kawasan tersebut. Ada 3 macam cara yang umum dipakai dalam menghitung hujan rata-rata kawasan: (1) rata-rata aljabar, (2) poligon thiessen dan (3) isohyet.

Tabel 2.2 Syarat metode hujan rata-rata wilayah berdasarkan pos hujannya

Jumlah pos cukup	Isohyet, Thiessen, Aritmatik
Jumlah pos hujan terbatas	Thiessen, Aritmatik
Pos hujan tunggal	Metode Hujan Titik

Tabel 2.3 Syarat metode hujan rata-rata wilayah berdasarkan luas DPS

DPS besar > 5000 Km ²	Isohyet
----------------------------------	---------

DPS sedang (500 – 5000 Km ²)	Thiessen
DPS kecil < 500 Km ²	Aritmatik, Thiessen

Tabel 2.4 Syarat metode hujan rata-rata wilayah berdasarkan topografinya.

Berbukit , pegunungan dan tidak beraturan	Isohyet
Dataran	Thiessen, Aritmatik

I. Curah Hujan Maksimum Harian Rata-rata

Curah hujan diperlukan untuk menentukan besarnya intensitas yang digunakan sebagai prediksi timbulnya aliran permukaan wilayah. Curah hujan yang digunakan dalam analisis adalah curah hujan harian maksimum rata-rata dalam satu tahun yang telah dihitung. Perhitungan data hujan maksimum harian rata-rata harus dilakukan secara benar untuk analisis frekuensi data hujan.

J. Analisis Frekuensi

Analisis frekuensi digunakan untuk menetapkan besaran hujan atau debit dengan kala ulang tertentu. Analisis frekuensi dapat dilakukan untuk seri data yang diperoleh dari rekaman data baik data hujan/debit, dan didasarkan pada sifat statistik data yang tersedia untuk memperoleh probabilitas besaran hujan/debit di masa yang akan datang (diandaikan bahwa sifat statistik tidak berubah/sama).

Amin (2010) mengatakan bahwa tahapan analisis frekuensi hujan dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Menyiapkan data hujan yang sudah dipilih berdasarkan metode pemilihan data terbaik menurut ketersediaan data.
2. Data diurutkan dari kecil ke besar (atau sebaliknya).
3. Hitung besaran statistik data yang bersangkutan ($\bar{X}$, s, Cv, Cs, Ck)

Dalam analisis frekuensi distribusi probabilitas teoritik yang cocok untuk data yang ada ditentukan berdasarkan parameter-parameter statistika seperti nilai rerata, standar deviasi, koefisien asimetri, koefisien variasi dan koefisien kurtosis.

Adapun rumus-rumus parameter statistika tersebut antara lain sebagai berikut ini:

- a. Nilai rerata ($\bar{X}$)

Nilai rerata merupakan nilai yang dianggap cukup representative dalam suatu distribusi. Nilai rata-rata tersebut dianggap sebagai nilai sentral dan dapat dipergunakan untuk pengukuran sebuah distribusi.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \dots\dots\dots(7)$$

- b. Simpangan baku (*standard deviation*) (S)

Umumnya ukuran dispersi yang paling banyak digunakan adalah deviasi standar (*standard deviation*). Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata-rata maka nilai deviasi standar (S) akan besar pula, akan tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata maka (S) akan kecil.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots(8)$$

c. Koefisien asimetri (*skewness*) (C_s)

Kemencengan (*skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan (*asymmetry*) dari suatu bentuk distribusi. Apabila suatu kurva frekuensi dari suatu distribusi mempunyai ekor memanjang ke kanan atau ke kiri terhadap titik pusat maksimum maka kurva tersebut tidak akan berbentuk simetri, keadaan itu disebut menceng ke kanan atau ke kiri. Pengukuran kemencengan adalah mengukur seberapa besar suatu kurva frekuensi dari suatu distribusi tidak simetri.

Kurva distribusi yang bentuknya simetri maka nilai $CS = 0.00$, kurva distribusi yang bentuknya menceng ke kanan maka CS lebih besar nol, sedangkan yang bentuknya menceng ke kiri maka CS kurang dari nol.

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \dots\dots\dots(9)$$

d. Koefisien variasi (C_v)

Koefisien variasi (*variation coefficient*) adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi.

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \dots\dots\dots(10)$$

e. Koefisien kurtosis (C_k)

Pengukuran kurtosis dimaksudkan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal.

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \dots\dots\dots (11)$$

dengan :

X_i = varian yang berupa hujan atau data debit

$\bar{X}$ = rerata data hujan atau debit

n = jumlah data yang dianalisis

S = simpangan baku

C_s = koefisien asimetri

C_v = koefisien variasi

C_k = koefisien kurtosis

4. Pemilihan jenis sebaran (distribusi).

Setelah parameter statistik diketahui, maka distribusi yang cocok untuk digunakan dalam analisis frekuensi dapat ditentukan. Distribusi probabilitas yang sering dipakai dalam analisis hidrologi yaitu distribusi Normal, Log Normal, Gumbel dan Log Pearson III. Sifat-sifat khas dari setiap macam distribusi frekuensi sebagai berikut (Jayadi, 2000) :

a. Distribusi Normal

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

Ciri khas distribusi Normal adalah :

1. Skewness (C_s) $\approx 0,00$
2. Kurtosis (C_k) $= 3,00$
3. Probabilitas $X \leq (\bar{X} - S)$ $= 15,87\%$
4. Probabilitas $X \leq \bar{X}$ $= 50,00\%$
5. Probabilitas $X \leq (\bar{X} + S)$ $= 84,4\%$

b. Distribusi Log Normal

Distribusi log normal merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu dengan mengubah nilai varian X menjadi nilai logaritmik varian X . Secara matematis distribusi log normal ditulis sebagai berikut:

$$P(X) = \frac{1}{(\log X)(S)(\sqrt{2\pi})} \cdot \exp \left\{ \frac{1}{2} \left(\frac{\log X - \bar{X}}{S} \right)^2 \right\} \dots\dots\dots (12)$$

dimana,

$P(X)$ = peluan log normal

X = nilai varian pengamat

$\bar{X}$ = rata-rata dari logaritmik varian X

S = deviasi standar dari logaritmik nilai varian x

Apabila nilai $P(X)$ digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan merupakan persamaan garis lurus.

Sifat statistik distribusi Log Normal adalah :

1. $C_s \cong 3.C_v$
2. $C_s > 0$

Persamaan garis teoritik probabilitas :

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S \dots\dots\dots(13)$$

dengan :

X_T = debit banjir maksimum dengan kala ulang T tahun

K_T = faktor frekuensi

S = simpangan baku

c. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel umumnya digunakan untuk analisis data maksimum, misalnya untuk analisis frekuensi banjir.

Ciri khas statistik distribusi Gumbel adalah :

$$1. C_s \cong 1,396$$

$$2. C_k = 5,4002$$

Persamaan garis teoritik probabilitasnya adalah :

$$X_T = \bar{X} + S / \sigma_n (Y - Y_n) \dots\dots\dots(14)$$

dengan :

Y = *reduced variate*

Y_n = *mean dari reduced variate*

σ_n = simpangan baku *reduced variate*

n = banyaknya data

d. Distribusi Log Pearson III

Distribusi Log Pearson tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk distribusi Log Pearson tipe III merupakan hasil transformasi dari distribusi

Pearson tipe III dengan menggantikan varian menjadi nilai logaritmik.

Sifat statistik distribusi ini adalah :

1. Jika tidak menunjukkan sifat-sifat seperti pada ketiga distribusi di atas.
2. Garis teoritik probabilitasnya berupa garis lengkung.

Parameter-parameter statistik yang diperlukan oleh distribusi Log Pearson type III adalah (Soemarto, 1987) :

1. harga rata-rata ($\bar{x}$),
2. standar deviasi (S),
3. koefisien kepengcengan (C_s).
4. Data digambarkan pada kertas probabilitas.
5. Plotting persamaan garis teoritis berdasarkan Persamaan (6) untuk distribusi Log normal, dan Persamaan (7) untuk distribusi Gumbel.
6. Selanjutnya dilakukan pengujian dengan Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.

Terdapat beberapa cara untuk menguji jenis probabilitas dengan kesesuaian data yang ada antara lain :

a. Uji Chi-Kuadrat

Pada dasarnya uji ini merupakan pengecekan terhadap penyimpangan rerata dari data yang dianalisis berdasarkan distribusi terpilih. Penyimpangan tersebut diukur dari perbedaan antara nilai probabilitas setiap varian χ menurut hitungan dengan

pendekatan empiris. Rumus yang digunakan sebagai berikut (Jayadi, 2000) :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \left[\frac{(Ef - Of)^2}{Ef} \right] \dots\dots\dots(15)$$

dengan :

χ^2 = harga Chi-Kuadrat

Ef = estimasi frekuensi untuk kelas i

Of = *observed* frekuensi pada kelas i

K = banyaknya kelas

Syarat dari uji Chi-Kuadrat adalah harga χ^2 harus lebih kecil dari pada χ^2_{cr} (Chi-Kuadrat kritik) yang besarnya tergantung pada derajat kebebasan (DK) dan derajat nyata (α). Pada analisis frekuensi sering diambil derajat nyata 5%. Derajat kebebasan dihitung dengan persamaan :

dengan :

DK : derajat kebebasan,

K : banyaknya kelas,

P : jumlah parameter.

b. Uji Smirnov Kolmogorov

Pengujian dilakukan dengan mencari nilai selisih probabilitas tiap varian χ menurut distribusi teoritik yaitu Δ_i . Harga Δ_i maksimum harus lebih kecil dari Δ kritik yang besarnya ditetapkan berdasarkan banyaknya data dan derajat nyata (α) (Jayadi, 2000).

K. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada aliran ke titik kontrol yang ditentukan pada sebuah aliran. Pada Prinsipnya waktu konsentrasi dibagi menjadi :

- a. Inlet time (t_o), yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir di permukaan tanah menuju saluran drainase
- b. Conduit time (t_d), yaitu waktu yang diperlukan air untuk mengalir di sepanjang saluran sampai titik yang ditentukan

Waktu konsentrasi (t_c) ditentukan dengan rumus :

$$T_c = t_o + t_d \dots\dots\dots(16)$$

L. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Hubungan antara intensitas, lama hujan dan frekuensi hujan, biasanya dinyatakan dalam lengkung Intensitas-Durasi-Frekuensi (*IDF=Intensity-Duration-Frequency Curve*). Diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman untuk membentuk lengkung IDF. Data hujan jenis ini hanya dapat diperoleh dari pos penakar hujan otomatis. Selanjutnya, berdasarkan data hujan jangka pendek tersebut lengkung IDF dapat dibuat dengan salah satu dari persamaan berikut:

1. Rumus Talbot

Rumus ini banyak digunakan karena mudah diterapkan dan tetapan-tetapan a dan b ditentukan dengan harga-harga yang terukur sebagai berikut:

$$i = \frac{a}{t+b} \dots\dots\dots(17)$$

Dimana :

t : lamanya hujan (jam)

I : Intensitas hujan (mm/jam)

a & b : konstanta yang tergantung lamanya hujan terjadi

2. Rumus Sherman

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

$$i = \frac{a}{t^n} \dots\dots\dots(18)$$

Dimana:

I : Intensitas curah hujan (mm/jam)

T : Lamanya curah hujan (jam)

a dan n : konstanta

3. Persamaan Ishiguro

$$i = \frac{a}{b + \sqrt{t}} \dots\dots\dots(19)$$

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

t = lamanya curah hujan (jam)

a dan b : konstanta

4. Persamaan Mononobe

Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian maka digunakan perhitungan mononobe :

$$i = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots\dots\dots(20)$$

Dimana :

I : intensitas hujan (mm/jam)

T : lamanya hujan (jam)

R₂₄: Curah hujan maksimum (mm).

M. Analisis Debit Banjir Rencana

Debit rencana adalah debit kala ulang yang digunakan untuk menentukan debit banjir pada periode tertentu , ada beberapa metode pada perencanaan drainase untuk mendapatkan debit rencana yaitu Weduwen, Haspers dan Rasional. Untuk rasional sendiri syarat batas adalah DAS < 60 km² , untuk metode weduwen syarat batas DAS < 100 km² dan Haspers memiliki syarat batas DAS < 300 Km². Dikarenakan DAS Universitas Lampung adalah sekitar 60 Ha-70 Ha maka 3 metode tersebut masuk dalam syarat batas untuk digunakan.

Pada Metode Rasional, persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Q_r = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots(21)$$

Dimana :

Q_r = Debit rencana kala ulang (m³/ detik)

C = Koefisien Pengaliran

I = Intensitas Hujan Kala Ulang Tertentu(mm/jam)

A = Luas Daerah Pengaliran (Km^2)

Pada metode Haspers, persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Q_r = \alpha \times \beta \times q \times A \dots \dots \dots (22)$$

Dimana :

Q_r : Debit rencana kala ulang (m^3/detik)

α : Koefisien limpasan air hujan

β : Koefisien pengurangan luas daerah hujan

q : Intensitas maksimum jatuhnya hujan rata-rata ($\text{m}^3/\text{det}/\text{km}$)

A : Luas daerah pengaliran (Km^2)

Pada metode Weduwen, persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$Q_r = \alpha \times \beta \times q_n \times f \dots \dots \dots (23)$$

Dimana :

Q_r : Debit rencana kala ulang (m^3/detik)

α : Koefisien limpasan air hujan

β : Koefisien pengurangan luas daerah hujan

q_n : Curah hujan (mm/jam)

f : Luas daerah pengaliran (Km^2)

N. Penampang Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah tipe saluran yang dimana permukaan aliran air bersentuhan dengan udara sehingga tekanan air dianggap sama dengan tekanan atmosfer. Saluran ini berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan atau air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan cukup, ataupun drainase air non-hujan yang tidak membahayakan kesehatan / mengganggu

lingkungan. Contoh saluran terbuka antara lain: Sungai, saluran irigasi, selokan, talud dan estuari.

O. Penampang Saluran Drainase

Saluran untuk drainase tidak terlampau jauh berbeda dengan saluran air lainnya pada umumnya. Dalam perancangan dimensi saluran harus diusahakan dapat memperoleh dimensi tampang yang ekonomis. Dimensi saluran yang erlalu besar berarti tidak ekonomis, sebaliknya dimensi saluran yang terlalu kecil tingkat kerugian akan besar. Efektifitas penggunaan dari berbagai bentuk tampang saluran drainase yang dikaitkan dengan fungsi saluran adalah sebagai berikut :

Tabel 2.5 Fungsi penampang saluran drainase

Trapesium	Untuk debit besar yang sifat aliran menerus dengan fluktuasi kecil	Pada daerah dengan lahan yang cukup
Persegi panjang	Untuk debit besar yang sifat aliran menerus dengan fluktuasi kecil	Pada daerah dengan lahan yang tidak tersedia dengan cukup
$\frac{1}{2}$ lingkaran	Untuk menyalurkan air limbah dengan debit kecil	
Segitiga	Untuk debit kecil sampai nol dari limbah air hujan	
Bula Lingkaran	Untuk air hujan dan air limbah	Pada daerah rumah tangga dan pertokoan

Sumber : Masduki 1990

P. Kecepatan Aliran Drainase

Kecepatan dalam saluran biasanya sangat bervariasi dari satu titik ke titik lainnya. Hal ini disebabkan adanya tegangan geser di dasar saluran, dinding saluran dan keberadaan permukaan bebas. Kecepatan aliran mempunyai tiga komponen arah menurut koordinat kartesius. Namun komponen arah vertikal dan lateral biasanya kecil dan dapat diabaikan. Sehingga, hanya kecepatan aliran yang searah dengan arah aliran yang diperhitungkan. Komponen kecepatan ini bervariasi terhadap kedalaman dari permukaan air. Kecepatan minimum yang diijinkan adalah kecepatan terkecil yang tidak menimbulkan pengendapan dan tidak merangsang tumbuhnya tanaman *aquatic* dan lumut. Pada umumnya, kecepatan sebesar 0,60 – 0,90 m/detik dapat digunakan dengan aman apabila prosentase lumpur yang ada di air cukup kecil. Kecepatan 0,75 m/detik bisa mencegah tumbuhnya lumut.

Penentuan kecepatan aliran air didalam saluran yang direncanakan didasarkan pada kecepatan minimum yang diperbolehkan agar konstruksi saluran tetap aman. Persamaan Manning sebagai berikut:

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times S^{1/2} \dots\dots\dots(24)$$

Dimana :

V = Kecepatan aliran (m/detik)

n = Koefisien kekasaran manning

R = Jari-jari hidrolis

S = Kemiringan memanjang saluran

Harga n Manning tergantung pada kekasaran sisi dan dasar saluran.

Harga n koefisien manning akan berpengaruh dan mempunyai andil besar terhadap kecepatan pada saluran terbuka. Selain itu kemiringan saluran juga menambah kecepatan aliran air di saluran terbuka bertambah bila kemiringan saluran makin curam. Kecepatan dalam saluran terbuka perlu dibatasi sesuai bahan-bahan yang melapisi dinding saluran terbuka tersebut dan dasar saluran tersebut dikarenakan bila melebihi batas yang disyaratkan akan menimbulkan *scouring* dan rusaknya dinding saluran yang akan berakibat tidak maksimalnya aliran air selanjutnya. Batas kecepatan aliran air berdasarkan bahan penyusun dinding dan dasar saluran dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.6 Batas Kecepatan Aliran berdasarkan bahan material

Jenis Bahan	Kecepatan Aliran Air Diizinkan
Pasir Halus	0,45
Lempung kepasiran	0,50
Lanau Aluvial	0,60
Kerikil Halus	0,75
Lempung Kokoh	0,75
Lempung Padat	1,10
Kerikil Kasar	1,20
Batu-batu besar	1,50

Sumber : Drainase Perkotaan, 1997.

Q. Sumur Resapan

Pada dasarnya sumur resapan berupa lubang-lubang galian yang dibuat di pekarangan, perkebunan dan persawahan air hujan. Ukuran dimensi sumur

resapan ditentukan beberapa faktor, yaitu : karakteristik hujan, luas permukaan penutup, dan koefisien permeabilitas tanah. Untuk menentukan dimensi sumur resapan berdasarkan faktor yang telah diuraikan, maka digunakan metode perhitungan yang telah dikembangkan, yaitu metode Sunjoto (1988). Pada metode Sunjoto (1988), persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut

$$H = \frac{Q}{F.K} \times (1 - \exp(-\frac{F.K.T}{\pi r^2})) \dots \dots \dots (25)$$

Dimana :

H : Kedalaman air (m)

Q : Debit masuk (m³/detik)

F : Faktor geometrik sumur (m)

K : Permeabilitas tanah (m/s)

R : Radius sumur (m)

T : Durasi aliran (s)

R. Program Hec-Ras

HEC-RAS adalah suatu *software* gabungan, yang dirancang untuk penggunaan yang interaktif di lingkungan. Sistem ini terdiri atas Graphical User Interface (GUI), komponen-komponen analisis hidrolik, kemampuan penyimpanan data dan manajemen, grafik dan fasilitas-fasilitas pelaporan (Brunner, 2010a, 2010b).

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di jaringan drainase yang terletak di sekitaran Fakultas Teknik, Fakultas Ekonomi Dan Bisnis, Fakultas Ilmu Sosial Dan Politik, Fakultas Hukum. Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1.

B. Data yang digunakan

Pada penelitian ini dibutuhkan data :

- **Data Primer**

Data primer yang digunakan berupa :

- a. Dimensi drainase eksisting berupa ukuran penampang drainase dari tinggi lebar dalam satuan (m) dan arah aliran.
- b. Data material yang dasar saluran sebagai pembentuk penampang saluran drainase untuk mengetahui koefisien manning yang akan digunakan.
- c. Pengukuran topografi (elevasi).
- d. Titik banjir daerah studi kasus.

- Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini berupa :

- a. Data topografi berupa data elevasi kontur dan panjang saluran drainase.
- b. Data curah hujan dari stasiun hujan yang berpengaruh pada aliran di sistem drainase yang diteliti dengan rentang data 10 tahun di masing-masing stasiun.
- c. Peta *masterplan* Universitas Lampung.

C. Alat yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian, yaitu :

1. Meteran
2. Laptop
3. Alat-alat tulis
4. Alat Ukur Tanah

D. Langkah Pengerjaan

1. Pengumpulan data dan *survey*

Tahapan yang pertama adalah mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian baik data primer maupun data sekunder.

2. Menganalisa pola arah aliran drainase eksisting

Menganalisa pola arah aliran yaitu menganalisa aliran air dari sistem drainase eksisting berdasarkan elevasi kontur dan program HEC-RAS

sehingga akan diketahui dimana hilir dan titik berkumpul aliran air tersebut dari aliran jaringan drainase tersebut.

3. Merencanakan pola aliran

Merencanakan pola aliran adalah dimana merencanakan dan mendesain pola aliran air ada jaringan drainase sesuai elevasi kontur sehingga air akan mengalir ke hilir dengan energi gravitasinya dan berimbas pada rancangan anggaran biaya tersebut.

4. Perhitungan debit rencana

Perhitungan Debit Rencana didapatkan dari analisis hidrologi yang berupa pengubahan data curah hujan menjadi debit kala ulang rencana diawali dengan data curah hujan yang didapat dari data sekunder lalu bila ada data hilang bisa dicari atau digantikan dengan metode data hujan yang hilang. Setelah itu peneliti mencari luas pengaruh stasiun hujan terhadap daerah aliran sistem drainase dengan salah satu metode antara Thiessen, isohyet ataupun aritmatik aljabar dengan pertimbangan syarat yang dijabarkan pada bab II, lalu peneliti akan mencari hujan maksimum rata-rata, peneliti lalu melanjutkan ke analisis frekuensi untuk mencari tahu pemilihan metode apa yang tepat dalam pemilihan jenis sebaran (distribusi) berdasarkan syarat koefisien skewness dan kurtosisnya, lalu perhitungan waktu konsentrasi aliran air selanjutnya peneliti akan menghitung hujan rencana berdasarkan beberapa metode intensitas hujan yang sesuai dengan beberapa syarat dan kondisi setelah itu perhitungan dilanjutkan debit rencana dengan metode rasional. Debit rencana kala ulang yang digunakan adalah 5 tahun untuk perencanaan

drainase perkotaan yang biasa digunakan oleh peneliti-peneliti terdahulu dari jurnal-jurnal terkait dan aturan kaedah yang berlaku.

5. Perhitungan debit penampang saluran eksisting

Debit dicari dengan persamaan $Q = V \times A$ yang dimana A adalah luas penampang yang didapatkan dari hasil data primer dan V didapatkan berdasarkan rumus manning pada saluran terbuka yaitu $V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$.

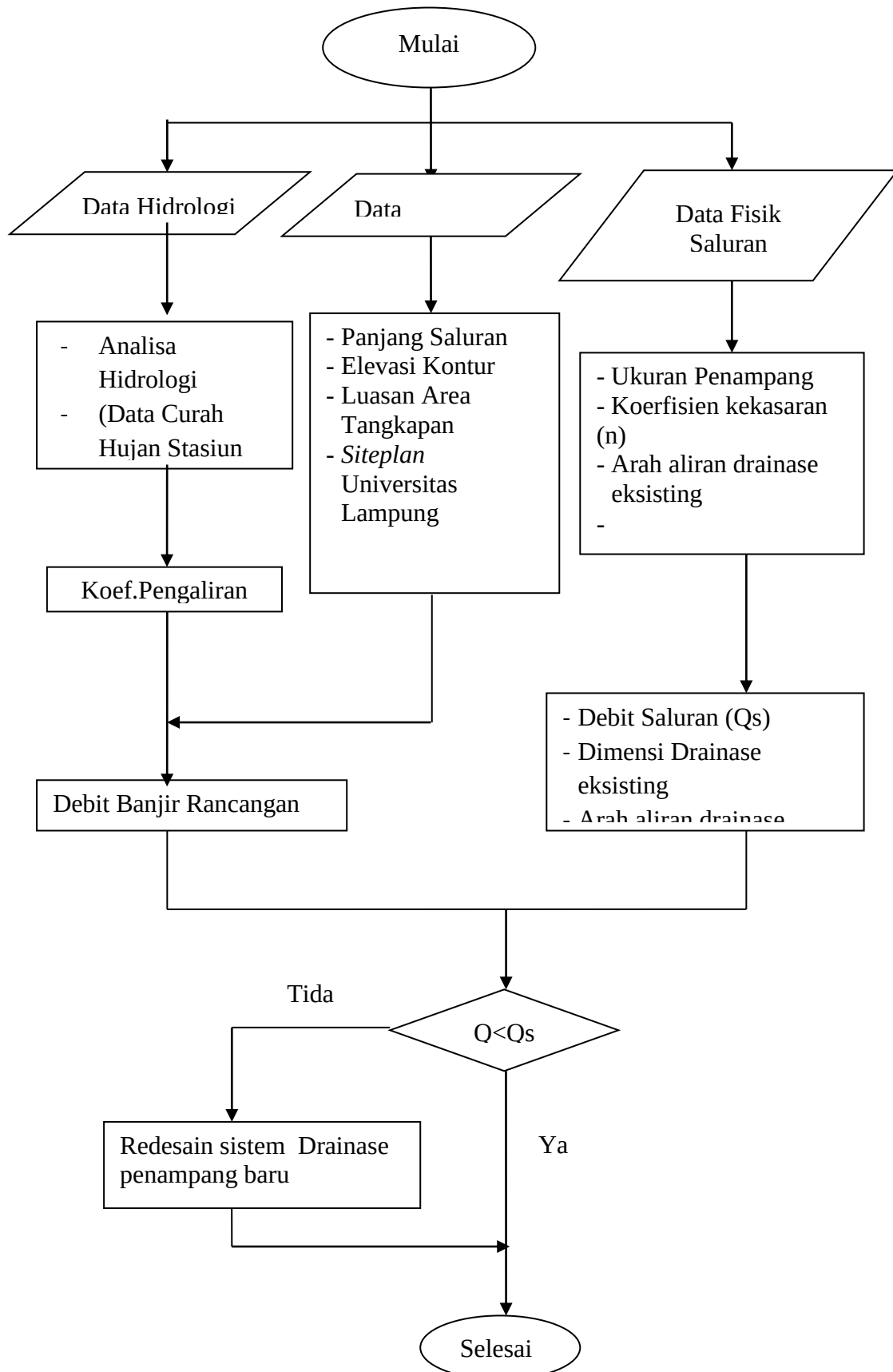
6. Pemeriksaan debit saluran eksisting (Q_s) dengan debit rencana (Q_r)

Selanjutnya yaitu pemeriksaan debit saluran eksisting dengan debit rencana. Bila $Q_s > Q_r$ maka tidak perlu adanya redesain namun bila $Q_r > Q_s$ maka redesain harus dilakukan.

7. Penggambaran desain penampang baru dan rancangan anggaran biaya

Langkah berikutnya adalah penggambaran desain penampang baru hasil redesain dengan program AUTOCAD dan rancangan anggaran biayanya.

E. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Denah Lokasi Penelitian

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian mengenai redesain sistem drainase, desain sumur resapan dan kolam retensi di zona I lingkungan universitas lampung, sebagai berikut :

a. Berdasarkan hasil analisis, maka diperoleh kesimpulan:

1. Dari analisa debit rencana kala ulang 5 tahun dengan metode rasional adalah sebagai berikut :

- D3-D1 sebesar $0,0973 \text{ m}^3/\text{s}$.
- D3-D14 sebesar $0,0619 \text{ m}^3/\text{s}$.
- D5-D13 sebesar $0,0259 \text{ m}^3/\text{s}$.
- D5B-D13B sebesar $0,0817 \text{ m}^3/\text{s}$.
- D36-D25 sebesar $0,0109 \text{ m}^3/\text{s}$.
- D36-D37 sebesar $0,0340 \text{ m}^3/\text{s}$.
- D37-D29 sebesar $0,0284 \text{ m}^3/\text{s}$.
- D24-D21 sebesar $0,0485 \text{ m}^3/\text{s}$.
- D24-D29 sebesar $0,1192 \text{ m}^3/\text{s}$.
- D14-D18 sebesar $0,0958 \text{ m}^3/\text{s}$.
- D12-D14 sebesar $0,0670 \text{ m}^3/\text{s}$.

- D18-D21 sebesar $0,0109 \text{ m}^3/\text{s}$.
- D25-D18 sebesar $0,0879 \text{ m}^3/\text{s}$.
- D37-D25 sebesar $0,0141 \text{ m}^3/\text{s}$.
- D21-D29 sebesar $0,0439 \text{ m}^3/\text{s}$.

2. Pada analisa dengan menggunakan program HEC-RAS 4.1.0 didapatkan bahwa titik banjir terjadi pada penampang DN13 dan DN12 dengan tinggi muka air sebesar 22 cm dan 33 cm melimpas sepanjang 55 m yang terletak depan Kantin Teknik. Ada pula perencanaan penampang drainase baru yang berada pada titik D13 sampai D12 sepanjang 100 m dan D15 sampai D16 sepanjang 100 m.

3. Pembuatan sumur resapan dapat membantu kinerja drainase wilayah Ekonomi hingga Teknik terutama untuk mengatasi saat terjadi hujan dengan volume tinggi, durasi pendek dan kala ulang yang besar. Limpasan banjir yang mampu diresap sumur resapan berjumlah 32,70 % dari keseluruhan jumlah limpasan.

4. Pembuatan kolam retensi dapat membantu kinerja drainase wilayah zona I terutama untuk mengatasi saat terjadi hujan dengan volume tinggi, durasi pendek dan kala ulang yang besar.

Berdasarkan hasil perhitungan dapat disimpulkan besar debit rancangan dengan kala ulang 5 tahun yang diperoleh dari penjumlahan debit air hujan (Q_{ah}) adalah sebesar $Q = 21,0086 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan (T_c) adalah sebesar

0,2333 jam dimana debit banjir yang didapat tersebut akan ditampung ke kolam retensi I dan II.

Berdasarkan hasil perhitungan *inflow*, *outflow* dan volume pada kondisi eksisting kolam dan redesain kolam didapatkan volume tampungan pada kolam retensi I dengan kapasitas 75 m³ dan kolam retensi II dengan kapasitas 168 m³. Volume yang harus ditampung kolam retensi I dan II pada waktu konsentrasi 0,2333 jam adalah sebesar 24,48 m³/jam dan bila hujan selama 10 jam 15 menit 44 detik kolam retensi ini tidak bisa menampung kapasitas kolam, atau kolam retensi ini akan mengalami banjir. Jadi dapat disimpulkan bahwa kondisi masing-masing kolam retensi pada daerah zona I sudah mampu untuk menampung sementara volume air.

5. Jumlah biaya dari analisa harga satuan tahun 2017 dibutuhkan untuk perbaikan drainase sejumlah Rp 65.493.800,00 , pembuatan sumur resapan sejumlah Rp 45.296.856,00 serta untuk kolam retensi sejumlah Rp 54.087.625,00 dan total keseluruhan anggaran biaya yang dibutuhkan berjumlah Rp 133.551.407,00 (Seratus Tiga Puluh Tiga Juta Lima Ratus Lima Puluh Satu Empat Ratus Tujuh Rupiah).

5.2 Saran

Beberapa saran dari hasil penelitian ini antara lain:

1. Perlu dilakukan pemantauan dan perawatan terhadap saluran drainase secara berkala 6 bulan sekali.

2. Pada pemodelan HEC-RAS dimodelkan aliran air dari badan jalan masuk ke dalam saluran melalui *street inlet* namun kenyataannya masih terjadi genangan air di badan jalan, maka disarankan perbaikan ataupun adanya penambahan jumlah *street inlet*.
3. Untuk masalah banjir di area penelitian, disarankan mengubah ukuran penampang eksisting pada titik D12, D13, D15 dan D16. Pada hasil analisis di wilayah penelitian, disarankan untuk dibuat desain sumur resapan dengan 4 tipe yaitu kedalaman 0,5 meter berjumlah 1 buah, kedalaman 1 meter berjumlah 4 buah, kedalaman 1,5 meter berjumlah 4 buah dan ukuran kedalaman 2 meter berjumlah 1 buah dengan diameter 80 sentimeter.
4. Disarankan pembuatan sumur resapan dan kolam retensi seperti yang tertera pada hasil analisis untuk mengatasi penurunan muka air tanah yang menyebabkan *settlement*, mengatasi intensitas hujan yang besar dengan durasi yang pendek, menekan mencegah laju erosi tanah akibat limpasan permukaan serta konservasi air tanah.
5. Perencanaan ataupun penelitian selanjutnya diharapkan pengambilan kesimpulan penyebab banjir tidak serta merta karena daya tampung penampang eksisting drainase tapi lebih spesifik lagi yaitu dari segi kontur, sosial masyarakat, tata guna lahan, planologi wilayah dll.
6. Perencanaan drainase ataupun jaringan sistem drainase diharapkan penggunaan literatur-literatur ataupun standar peraturan yang berlaku.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M. B. (2010, Juni 6). M. Baitullah Al Amin Blog. Retrieved Oktober 30, 2016, from <http://baitullah.unsri.ac.id/2010/06/analisis-frekuensi/>.
- Anonim. 1997. *Drainase Perkotaan*. Jakarta : Gunadarma Press.
- Bakornas Penanggulangan Bencana. 2007. *Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia*. Direktorat Mitigasi Lahar BAKORNAS PB : Jakarta
- Berli Ardian, Riko. *Studi System Drainase di Fakultas Teknik Universitas Lampung*. Unila Offset. Bandar Lampung.
- Damayanti, W.D. 2011. *Sumur Resapan Air Hujan sebagai Salah Satu Usaha Pencegahan Terjadinya Limpasan Pada Perumahan Graha Sejahtera 7 Boyolali*. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Departemen PU, SK SNI. T-06-1990-F Bidang Pekerjaan Umum. “*Tata cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Perkarangan*”. Yayasan LPMB Bandung, 1990.
- Harto, Sri. 1993. *Analisis Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama. Yogyakarta.
- Haryono & Erdianto, F. 2008. *Perencanaan Jaringan Drainase Sub Sistem Bandarharjo Barat*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Hasmar, H. 2012. *Drainase Terapan*. UII Press. Yogyakarta.
- Jayadi, R 2000. *Dasar-dasar Hidrologi. Diktat Kuliah*. Jurusan Teknik Sipil, fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Kamiama, I made. 2011 *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kementrian Pekerjaan Umum. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.12 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*.

- Kimi, Sudirman. 2015. *Analisa Daya Tampung Kolam Retensi Untuk Penanggulangan Banjir di Daerah Maskabaret Kec. Alang-Alang Lebar Palembang*. Universitas Muhamadiyah Palembang. Palembang.
- Kusnaedi. 2011. *Sumur Resapan Untuk Pemukiman Perkotaan dan Pedesaan*. Jakarta.
- Linsley, R.K., M.A. Kohler dan J.L.H. Paulus. 1958 : *Hydrology for Enginners*. McGraw-Hill, New York.
- Martha, W Joyce, Wanny adidarma, *Mengenal Dasar-Dasar Hidrologi*, Nova, Bandung.
- Masduki, H.S. 1990. *Drainase Permukiman*. Institut Teknologi Bandung (ITB). Bandung.
- Montarchih, Lily. 2010. *Hidrologi Praktis*. Lubuk Agung, Bandung.
- Mulyono. 2011. *Evaluasi dan Perencanaan Sistem Drainase yang Berwawasan Lingkungan Kampus Universitas Lampung*. Unila Offset. Bandar Lampung.
- Prahananto, A. & Sugiyanto. 2008. *Perencanaan Drainase Kawasan Puri Anjasmoro Kota Semarang*. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Sarisa, L.D. 2017. *Analisis Spasio-Temporal Hujan Rancangan dan Hujan Rerata di Provinsi Lampung*. Bandar Lampung : Universitas Lampung.
- Soemarto, C. 1987. *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional : Surabaya.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Nova. Bandung.
- Soewarno. 2000. *Hidrologi Operasional Jilid Kesatu*. PT. Aditya Bakti. Bandung.
- Suhardjono. 1948. *Drainase Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*. Malang.
- Sunjoto, S. 1988. *Optimasi Sumur Resapan Air Hujan Sebagai Salah Satu Usaha Pencegahan Intrusi Air Laut*. Yogyakarta.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Suryanti, I et al. 2013. *Kinerja Sistem Jaringan Drainase Kota Semarang di Kabupaten Klungkung*. Denpasar : Universitas Udayana.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.

- Triatmodjo, Bambang. 1993. *Hidraulika I.* . Beta Offset. Yogyakarta.
- Universitas Lampung. 2012. “*Format Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*”. UPT Percetakan Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Van Rafi'i, 2013. *Analisis Geospasial Perubahan tata Guna Lahan Terhadap Daerah Aliran Sungai Way Kuripan Lampung.* Bandar Lampung.
- Wilson, E.M. 1969. *Teknik Hidrologi.* Bandung : Institut Teknologi Bandung.
- Wesli. 2008. *Drainase Perkotaan.* Graha Ilmu. Yogyakarta.