

SKRIPSI

“EVALUASI SALURAN DRAINASE TEROWONGAN JALUR *BYPASS* BANDARA INTERNASIONAL LOMBOK UNTUK MENGATASI GENANGAN AIR”

Diajukan guna memenuhi persyaratan untuk mencapai
jenjang Strata-(S1), Jurusan Teknik Sipil,
Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram



Disusun Oleh :

LALU BUDI ARIANTO

NIM: 41311A0035

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

2020

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**EVALUASI SALURAN DRAINASE TEROWONGAN JALUR *BYPASS*
BANDARA INTERNASIONAL LOMBOK UNTUK MENGATASI
GENANGAN AIR**

NAMA : LALU BUDI ARIANTO
NIM : 41311A0035

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing :

1. Pembimbing Utama,

2. Pembimbing Pendamping,

Dr. Eng. M. ISLAMY RUSDYA, ST., MT
NIDN. 0824017501

AGUSTINI ERNAWATI, ST., M.Tech
NIDN. 0810087101

Mengetahui,

DEKAN FAKULTAS TEKNIK

H. JAFAR ARIEF, ST., MT
NIDN. 0830086701

KETUA PRODI REKAYASA SIPIL

SETIAWAN WAHYUNINGSIH, ST., MT
NIDN. 0810097401

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

FAKULTAS TEKNIK

2020

SKRIPSI
EVALUASI SALURAN DRAINASE TEROWONGAN JALUR *BYPASS*
BANDARA INTERNASIONAL LOMBOK UNTUK MENGATASI
GENANGAN AIR

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh :

NAMA : LALU BUDI ARIANTO

NIM : 41311A0035

Telah dipertahankan di depan tim penguji

Pada tanggal : 5 Februari 2020

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan tim penguji :

- | | | |
|----------------|------------------------------------|---------|
| 1. Penguji I | Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT | (.....) |
| 2. Penguji II | Agustini Ernawati, ST., M. Tech | (.....) |
| 3. Penguji III | Ir. Isfanari, ST., MT | (.....) |

Mengetahui,



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul "*EVALUASI SALURAN DRAINASE TEROWONGAN JALUR BYPASS BANDARA INTERNASIONAL LOMBOK UNTUK MENGATASI GENANGAN AIR*" adalah benar merupakan 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 atau disebut plagiarisme.
2. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tugas akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis dalam sumbernya secara jelas dan disebut dalam daftar pustaka.

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

Mataram, Februari 2020



Pembuat pernyataan

Lalu Budi Arianto



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

UPT. PERPUSTAKAAN

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat
Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : upt.perpusummat@gmail.com

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lalo Budi Arianto
NIM : A1311A0035
Tempat/Tgl Lahir : Selaparang / 25 Februari 1995
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
No. Hp/Email : 0877501656AA / ldobarianto@gmail.com
Jenis Penelitian : Skripsi KTI

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama *tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta* atas karya ilmiah saya berjudul:

Evaluasi Saluran Drainase Terowongan Jalur Bypass Bandara Internasional Lombok Untuk Mengatasi Genangan Air

Segala tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 20 Februari 2020

Penulis



NIM. A1311A0035

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

Iskandar, S.Sos., M.A.
NIDN. 0802048904

MOTTO

“Wahai orang-orang yang beriman! Mohonlah pertolongan (kepada Allah) dengan sabar dan shalat. Sungguh, Allah berserta orang-orang yang sabar”

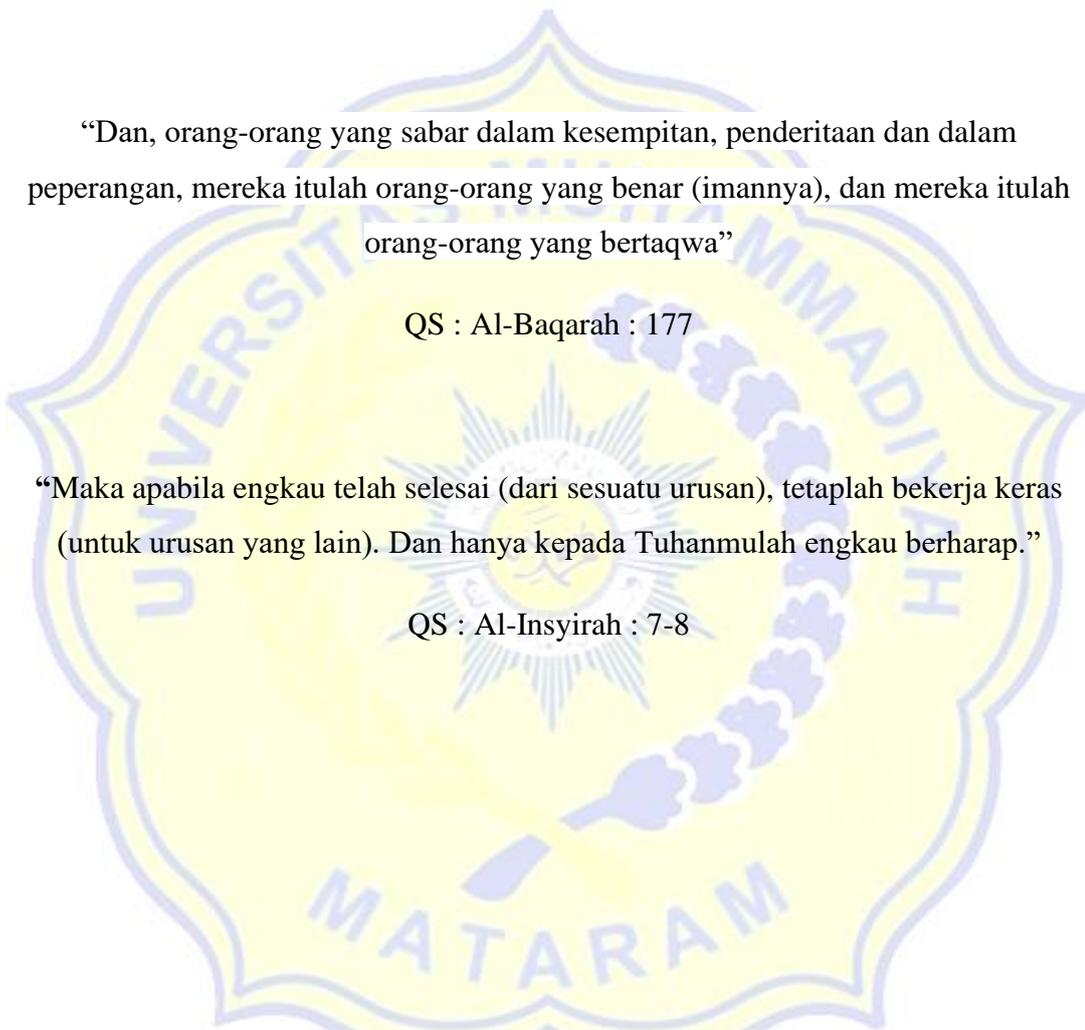
QS : Al-Baqarah : 153

“Dan, orang-orang yang sabar dalam kesempitan, penderitaan dan dalam peperangan, mereka itulah orang-orang yang benar (imannya), dan mereka itulah orang-orang yang bertaqwa”

QS : Al-Baqarah : 177

“Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.”

QS : Al-Insyirah : 7-8



HALAMAN PERSEMBAHAN

Kupersembahkan skripsi ini untuk orang-orang yang tercinta dan tersayang atas kasihnya yang berlimpah.

Teristimewal Bunda Ayahanda dan Kakanda tercinta, tersayang, terkasih dan yang terhormat.

Kupersembahkan skripsi ini kepada kalian atas kasih sayang dan do'a selama ini, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Banyak sekali hal yang ingin saya ungkapkan, tetapi tidak dapat saya tuangkan satu persatu. Semoga hasil dan perjuangan saya selama ini dapat membuahkan hasil yang baik dan manis. Terimakasih yang sebesar-besarnya atas kasih sayang dan bimbingan kalian semua, semoga Allah memberikan balasan yang berlipat-lipat atas apa yang kalian berikan selama ini pada saya.

Teruntuk keluarga besar H.Lalu Darmawan tercinta, tersayang, terkasih dan terhormat.

Kupersembahkan juga skripsi ini untuk keluarga besar H.Lalu Darmawan, yaitu keluarga besar saya, yang tidak pernah bosan untuk memberikan dukungannya kepada saya. Terimakasih yang sebesar besarnya untuk kalian semua.

Teruntuk kamu yang selama ini mendampingi dan membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Kupersembahkan skripsi ini juga untukmu yang sudah membantu dan mendampingi saya dalam menyelesaikan skripsi ini, terimakasih sudah menjadi salah satu semangat untuk saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Semoga kita bisa segera di persatukan oleh Allah SWT dalam ikatan cinta yang halal dan di RidhoiNya.

Untuk semua teman dan kawan seperjuangan saya

Terimakasih untuk semangat, pertolongan dan motivasi nya sehingga saya bisa melalui ini semua dan berhasil menyelesaikan Tugas akhir ini. Sampai bertemu di gerbang kesuksesan kita semua.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya ucapkan atas nikmat ALLAH SWT. Sehingga penulis bias menyelesaikan skripsi berjudul **“EVALUASI SALURAN DRAINASE TEROWONGAN JALUR *BYPASS* BANDARA INTERNASIONAL LOMBOK UNTUK MENGATASI GENANGAN AIR”**. Meskipun beberapa kali mengalami revisi.

Tidak lupa saya ucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini. Kelancaran dalam penulisan skripsi ini selain atas kehendak Allah SWT, juga berkat dukungan pembimbing, orang tua dan keluarga beserta teman-teman.

Untuk itu saya ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Arsyad Ghani ,Mpd. selaku Rektorat Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Bapak Isfanari, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Ibu Titik Wahyuningsih, S.T., M.T., selaku Ketua prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Bapak Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT., selaku dosen pembimbing Utama
5. Ibu Agustini Ernawati, ST., M.Tech., selaku dosen pembimbing pendamping.
6. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan karna keterbatasan dan pengalaman yang dimiliki penulis. Oleh karna itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca guna menyempurnakan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat dan dapat menjadi bahan masukan bagi rekan rekan dalam penyusunan skripsi.

Mataram, Februari 2020

Penulis

EVALUASI SALURAN DRAINASE TEROWONGAN JALUR *BYPASS* BANDARA INTERNASIONAL LOMBOK UNTUK MENGATASI GENANGAN AIR

ABSTRAK

Terowongandi bawahjalur*bypass*menujuBandaraInternasional Lombokyang terletak di DesaBajurKecamatanLabuapi Lombok Barat kerapidilandabanjirdangenangansaathujanlebat. Banjirinidisebabkanolehburuknyasalurandrainase dilokasitersebut, dandiperparahlagiolehsampahdansedimen yang menyumbatsaluransehingga air mudahmeluapkejalan.Inimengakibatkankemacetan, terutamabagipengendararodadua yang melintas di terowongantersebut.

Dalamstudikasusinipenulismenganalisa data curahhujanselama 10 tahunterakhirpadaPosBertais, PosMonjok, danPosGunungsari.Data inidiambil darikantorPKSDA BWSNT-1.Peneliti jugamenganalisis data saluranexistingdrainase yang ada dilokasistudi. Data curahhujandianalisismenggunakanmetode Log Pearson III untukmendapatkan debit rencanapadaperiodeulang 10 tahun. Selanjutnya,dilakukanevaluasi debit saluran existing drainaseterhadap debit rancana.

Dari hasilevaluasiditemukanmasihterdapatsaluranexistingdrainase yang tidakmampumengalirkan air hujandanterdapatbanyaksampahdansedimen yang menyumbatsalurandrainase.Akibatnya terjadigenangan air yang menganggulalu-lintas di terowongantersebut.

*Kata kunci:*terowongan, saluranexistingdrainase, genangan.

EVALUATION OF TUNNEL DRAINS UNDER THE BYPASS ROAD TOWARDS LOMBOK INTERNATIONAL AIRPORT: AN EFFORT TO OVERCOME WATER PUDDLES

ABSTRACT

A tunnel under the bypass to Lombok International Airport, located in Bajur Village, Labuapi District, West Lombok, is often hit by floods and inundation during heavy rains. This flooding is caused by poor drainage channels at the location, and is worsened again by rubbish and sediment which clog the channel so that water easily overflows to the road. This causes traffic jams, especially for two-wheeled motorists who pass through the tunnel.

In this case study, the writer analyzed the data of rainfall in the observation posts of Bertais, Monjok, and Gunungsari for the past 10 years. The data were originated from the office of PKSDA BWSNT-1. The researcher also analyzed data on existing drainage channels at the research site. The rainfall data were analyzed using the Pearson III Log method to obtain planned discharge over a 10 year return period. Next, the existing drainage channel was evaluated for the planned discharge.

The results indicate that there are still existing drainage channels that are not able to drain rain water and there is a lot of garbage and sediment that clog the drainage channel. As a result, puddles occur that disrupt traffic in the tunnel.

Keywords: tunnels, existing drainage channels, inundation.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1	Umum.....	5
2.2	Drainase.....	5
2.3	Sistem Drainase.....	6
2.3.1	Jenis Sistem Drainase Buatan	6
2.3.2	Sistem Drainase Berdasarkan Fisiknya	6
2.3.3	Sistem Drainase Menurut Keberadaannya	7

2.3.4	Sistem Drainase Menurut Konstruksinya.....	7
2.3.5	Sistem Drainase Menurut Fungsinya	8
2.3.6	Sistem Drainase Menurut Konsepnya	8
2.4	Pola Jaringan Drainase.....	9
2.5	Analisa Hidrologi.....	12
2.5.1	Sisklus Hidrologi.....	12
2.5.2	Curah Hujan	15
2.5.3	Distribusi Frekuensi Curah Hujan	18
2.6	Analisa Intensitas Hujan	29
2.7	Penampang Melintang Saluran	30

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Tahapan Persiapan	33
3.2	Pengumpulan Data	33
3.2.1	Data Curah Hujan Harian	33
3.2.3	Dimensi Saluran Drainase.....	33
3.2.3	Denah Lokasi Penelitian	33
3.3	Mengolah Data	34
3.4	Analisa Data.....	34
3.5	Evaluasi Kapasitas dan Debit Saluran	34
3.6	Kesimpulan dan Saran.....	34
3.7	Bagan Alir	35

BAB IV ANALISIS

4.1	Data Kondisi Saluran Eksisting	36
4.1.1	Layout Saluran	36
4.1.2	Penampang Melintang Saluran	36
4.2	Analisis Hidrologi	37
4.2.1	Uji Konsistensi	37
4.3	Analisis Hidrolika	45

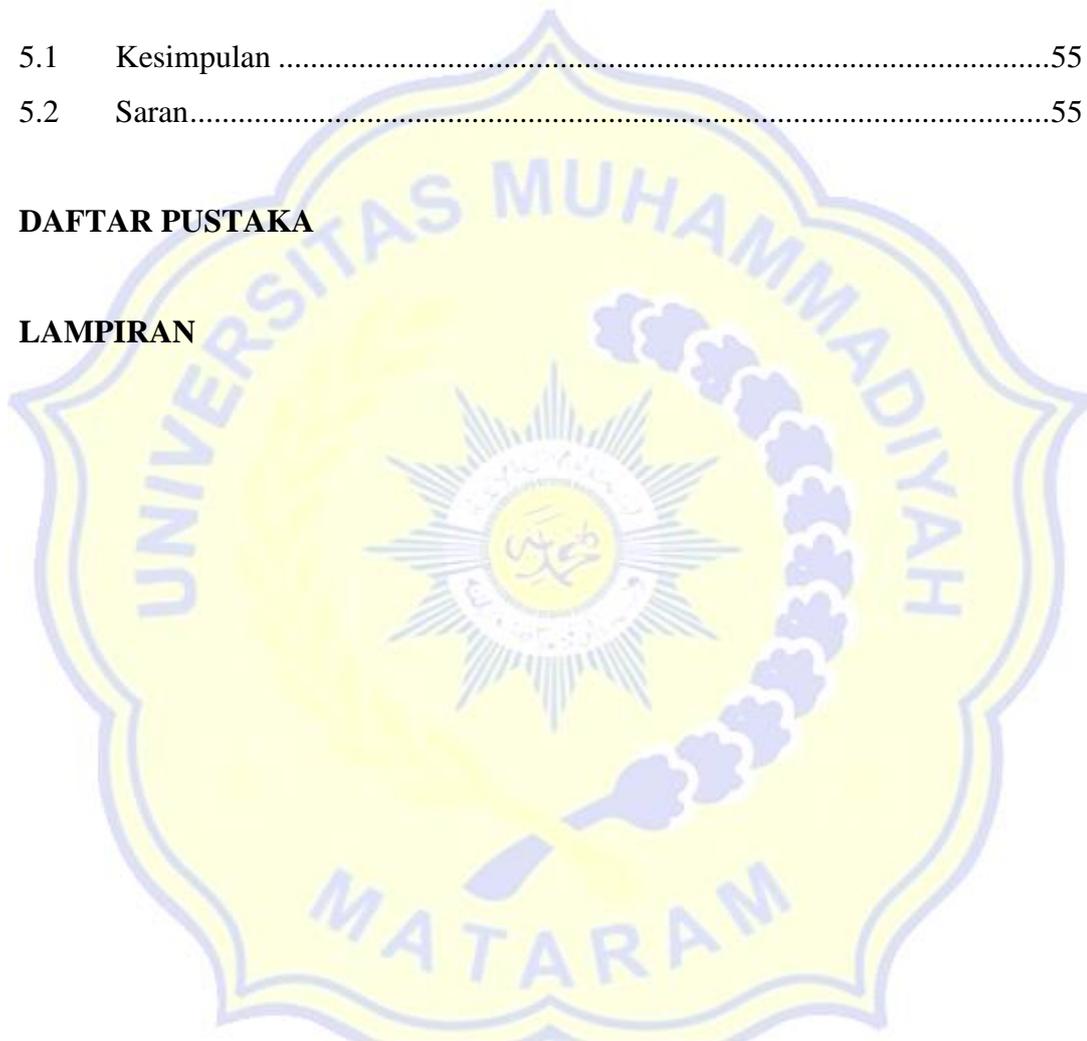
4.3.1 Analisis Intensitas Curah Hujan.....	45
4.3.2 Analisis Debit Rancangan.....	47
4.3.3 Analisis Kapasitas Saluran.....	49
4.3.4 Evaluasi Kinerja Saluran.....	52

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran.....	55

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rekomendasi periode ulang untuk desain banjir atau genangan	14
Tabel 2.2 Kriteria desain hidrologi system drainase perkotaan	15
Tabel 2.3 Pemilihan metode analisis sesuai dengan kondisi DAS	15
Tabel 2.4 Tabel pedoman pemilihan distribusi	22
Tabel 2.5 Nilai K distribusi person type III	25
Tabel 2.6Kebutuhan Air.....	32
Tabel 2.7Harga Koefisien manning	32
Tabel 4.1Perhitungan uji konsistensi curah hujan 3 pos hujan	37
Tabel 4.2Perhitungan uji konsistensi curah hujan di pos bertais	38
Tabel 4.3Perhitungan uji konsistensi curah hujan di pos monjok.....	38
Tabel 4.4Perhitungan uji konsistensi curah hujan di pos gunung sari	39
Tabel 4.5Curah hujan maksimum harian rata-rata.....	41
Tabel 4.6Parameter statistic curah hujan	42
Tabl 4.7 Persyaratan jenis distribusi curah hujan	43
Tabel 4.8 Perhitungan curah hujan rancangan distribusi Log Pearson III.....	44
Tabel 4.7Perhitungan curah hujan rancangan probabilitas	45
Tabel 4.8Perhitungan uji Smirnov-Kolmogorof	45
Tabel 4.9Perhitungan intensitas hujan untuk setiap saluran	48
Tabel 4.10Perhitungan debit rancangan.....	49
Tabel 4.11Perhitungan kapasitas saluran.....	51
Tabel 4.12Evaluasi kinerja saluran existing	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta dan Denah lokasi studi	4
Gambar 2.1 Jaringan drainase pola alamiah	9
Gambar 2.2 Jaringan drainase pola siku	10
Gambar 2.3 Jaringan drainase pola paralel	10
Gambar 2.4 Jaringan drainase pola grid iron	10
Gambar 2.5 Jaringan drainase pola radial	11
Gambar 2.6 Jaringan drainase pola jaring-jaring	11
Gambar 2.7 Siklus hidrologi	13
Gambar 2.8 Penampang saluran persegi	31
Gambar 4.1 Tampak atas saluran existing terowongan	36
Gambar 4.2 Penampang melintang saluran	37

DAFTAR NOTASI

A	=	Luas catchmen area (km^2)
A	=	Luas penampang basah (m)
B	=	Lebar dasar saluran (m)
C	=	Koefisien limpasan
Cs	=	Perhitungan koefisien penampungan
G	=	Factor frekuensi
H	=	Kedalaman saluran(m)
I	=	Intensitas curah hujan (mm/jam)
L	=	Panjang saluran (m)
M	=	Kemiringan tebing/talud
N	=	Jumlah data
N	=	Koefisien kekasaran manning
P	=	Keliling basah saluran
Q	=	Debit aliran dalam saluran (m^3/det)
Qranc	=	Debit aliran banjir rancangan (m^3/det)
Q2	=	Debit air kotor/ limbah (m^3/det)
R	=	Jari-jari hidrolik (m)
\bar{R}	=	Curah hujan rerata maximum tahunan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur merupakan langkah yang dilakukan pemerintah untuk mempercepat bergeraknya sektor ekonomi serta sektor lainnya. Salah satu langkah nyata pemerintah NTB dengan pemerintah pusat yaitu dengan membangun Jalur *bypass* Bandara Internasional Lombok(BIL). Jalur *bypass* ini merupakan jalan penghubung langsung Kota Mataram menuju Bandara Internasional Lombok(BIL).

Jalur *bypass* Bandara Internasional Lombok (BIL) ini dibangun guna untuk mempercepat akses menuju destinasi wisata yang terkenal di Pulau Lombok yaitu Pantai Senggigi dan 3 Gili (Terawangan, Meno, Air) yang terletak di daerah utara Pulau Lombok. Dalam penelitian ini penulis memfokuskan pada Jalur *bypass* BIL 2 yang menghubungkan kota Mataram (jalan lingkar selatan) dengan kecamatan Gerung Lombok barat (bundaran Gerung). Pada jalur *bypass* BIL 2 ini terdapat 4 terowongan yang berfungsi menjaga jalan existing yang digunakan penduduk lokal. Terowongan pertama terletak di desa Bajur kecamatan Labuapi Lombok barat yang menghubungkan antara desa Bajur dengan desa Perampuan. Terowongan kedua berada di desa Telagawaru kecamatan Labuapi Lombok barat yang menghubungkan desa Telagawaru dengan desa Terong tawah. Terowongan ketiga terletak di desa Banyumulek kecamatan Labuapi Lombok barat yang menghubungkan desa Banyumulek dengan desa Lelede dan terowongan keempat terletak di desa Dasan Baru kecamatan Labuapi Lombok barat.

Terowongan yang terletak di Desa Bajur, Desa Terong Tawah, Desa Banyumulek dan Desa Dasan Baru Kecamatan Labuapi Kabupaten Lombok Barat ini kerap terjadi banjir saat hujan lebat melanda. Banjir ini diperparah akibat buruknya saluran drainase dilokasi tersebut, ditambah lagi sampah yang menyumbat saluran, sehingga air mudah meluap ke jalan yang berada di terowongan tersebut dan mengakibatkan terjadinya macet terutama bagi pengendara roda dua yang melintasi terowongan tersebut.

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis tertarik untuk melakukan penelitian terkait penyebab genangan yang kerap terjadi di terowongan ketika memasuki musim penghujan. Dengan melakukan penelitian ini penulis berharap dapat menganalisa penyebab terjadinya genangan dan dapat memberikan solusi bagaimana mengatasi agar tidak terjadi genangan kembali. Penulis melakukan penelitian dengan judul skripsi : Evaluasi Saluran Drainase Terowongan Jalur *Bypass* Bandara Internasional Lombok Untuk Mengatasi Genangan Air.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian diatas dikarenakan adanya masalah genangan air di terowongan, maka permasalahan yang akan dibahas pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Apa yang menyebabkan terjadinya genangan di setiap Terowongan jalur bypass ?
2. Bagaimana kondisi saluran existing drainase di Terowongan sepanjang jalur bypass ?

1.3 Tujuan Studi

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui penyebab terjadinya genangan di setiap Terowongan jalur bypass
2. Menganalisa kondisi saluran drainase existing di setiap Terowongan

1.4 Manfaat Studi

Adapun manfaat dari penulisan Tugas akhir ini adalah :

1. Sebagai media dalam pendalaman wawasan dan pengalaman identifikasi drainase disuatu wilayah khususnya di terowongan jalur bypass.
2. Sebagai gambaran tentang kondisi drainase yang ada di Terowongan bypass.

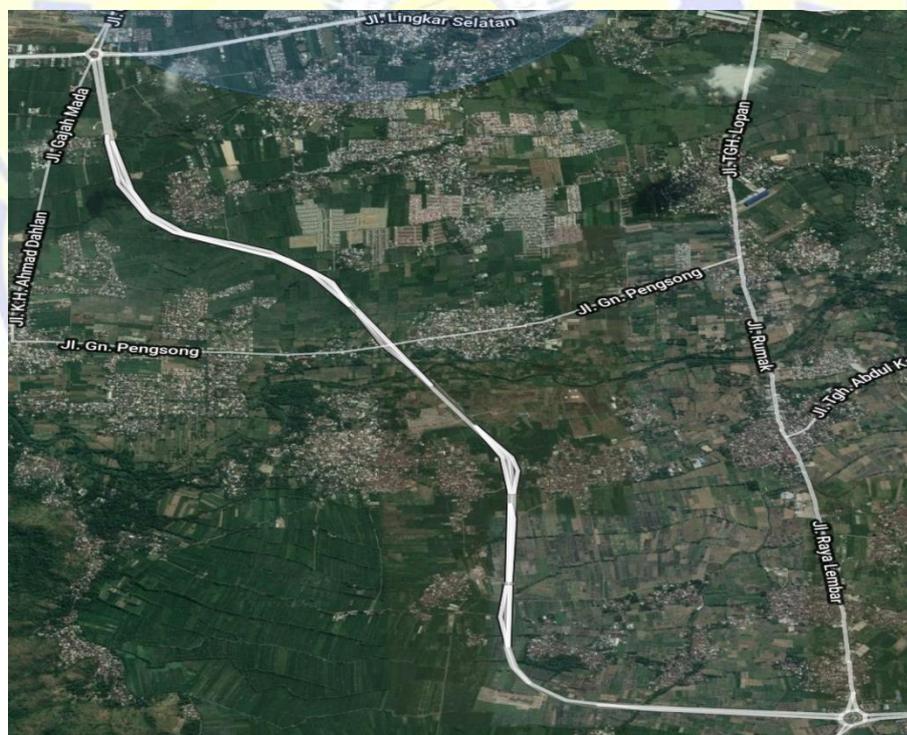
1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang ditinjau dari penulisan tugas akhir ini adalah mengevaluasi saluran drainase yang tidak mampu menampung debit limpasan air hujan sehingga mengakibatkan genangan di terowongan. Untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas dan terbatasnya waktu, maka pembahasan dalam Tugas Akhir ini menitik beratkan pada beberapa hal, antara lain :

1. Wilayah yang dianalisa adalah saluran drainase terowongan yang terletak di desa Bajur kecamatan Labuapi Lombok Barat jalur bypass Bandara Internasional Lombok (BIL).
2. Data yang digunakan untuk analisis adalah data curah hujan dari 3 stasiun hujan yaitu Bertais, Monjok dan Gunung Sari.

1.6 Lokasi Studi

Lokasi studi merupakan salah satu daerah genangan di terowongan jalur *bypass*. Lokasi studi ini merupakan jalan existing yang kerap digunakan masyarakat setempat yang menghubungkan satu desa dengan desa yang lain. Lokasi studi ini dapat dilihat dari gambar 1.1 berikut ini :



Gambar 1.1 Peta dan Denah lokasi studi

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Umum

Banjir atau terjadinya genangan air di suatu kawasan pemukiman atau pertokoan masih banyak terjadi diberbagai wilayah di Indonesia. Genangan tidak hanya dialami oleh kawasan perkotaan yang terletak di dataran rendah saja, bahkan dialami di kawasan dataran tinggi. Baanjir atau genangan di suatu kawasan terjadi apabila system yang berfungsi untuk menampung genangan itu tidak mampu menampung debit yang mengalir, hal ini akibat dari tiga kemungkinan yang terjadi yaitu: kapasitas system yang menurun, debit aliran air yang meningkat, atau kombinasi dari kedua-duanya. Pengertian system disini adalah sistem jaringan drainase di suatu kaawasan. Sedangkan system drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air (banjir) dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal, jadi system draainase adalah rekayasa infrastruktur di suatu kawasan untuk menganggulani adanya genangan banjir (Suripin 2004).

2.2. Drainase

Drainase berasal dari bahasa inggris yaitu drainage yang artinya mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air. Dalam bidang teknik sipil, drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari hujan, rembesan maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/ lahan, sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu (Suripin 2004).

Fungsi drainase adalah sebagai berikut

- a. Untuk mengurangi kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan sehingga lahan dapat di fungsikan secara optimal.
- b. Sebagai pengendali air ke permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah genangan air atau banjir.
- c. Menurunkan muka air tanah pada tingkat yang ideal.

- d. Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir.

2.3. Sistem Drainase

Secara umum sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan/lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Bangunan sistem drainase secara berurutan mulai dari hulu terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*), dan badan air penerima (*receiving waters*). Di sepanjang sistem sering dijumpai bangunan lainnya, seperti gorong-gorong, jembatan-jembatan, talang dan saluran miring/got miring (Suripin,2004).

2.3.1. Jenis sistem drainase buatan

Sesuai dengan cara kerjanya jenis saluran drainase buatan dapat dibedakan menjadi sebagai berikut :

- a. Saluran *interceptor* (saluran penerima)

Berfungsi sebagai pencegah terjadinya pembebanan aliran dari suatu daerah terhadap daerah lain di bawahnya. Saluran ini biasanya dibangun dan diletakkan pada bagian yang relatif sejajar dengan garis kontur. Outlet dari saluran ini biasanya terdapat di saluran *collector* atau *conveyor* atau langsung di *natural drainage*/sungai alam.

- b. Saluran *collector* (saluran pengumpul)

Berfungsi sebagai pengumpul debit yang diperoleh dari saluran drainase yang lebih kecil dan akhirnya dibuang ke saluran *conveyor*.

- c. Saluran *conveyor* (saluran pembawa)

Berfungsi sebagai pembawa air buangan dari suatu daerah ke lokasi pembuangan tanpa harus membahayakan daerah yang dilalui.

2.3.2. Sistem drainase berdasarkan fisiknya

Adapun saluran drainase berdasarkan fisiknya :

- a. Sistem saluran primer

Adalah saluran utama yang menerima masukan aliran dari saluran sekunder. Dimensi saluran ini relatif besar dan aliran dari saluran primer langsung dialirkan ke badan air.

b. Sistem saluran sekunder

Adalah saluran terbuka atau tertutup yang berfungsi menerima aliran air dari saluran tersier dan limpasan air dari permukaan sekitarnya dan meneruskannya ke saluran primer. Dimensi saluran ini tergantung dengan debit yang dialirkan.

c. Sistem saluran tersier

Adalah saluran drainase yang menerima air dari saluran drainase lokal. Sistem saluran ini umumnya melayani kawasan kota tertentu seperti kompleks perumahan, areal pasar, areal industri dan komersial.

2.3.3. Sistem drainase menurut keberadaannya

Sistem saluran drainase menurut keberadaannya dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

a. *Natural drainage* (drainase alamiah)

Terbentuk melalui proses alamiah yang terbentuk sejak bertahun-tahun mengikuti hukum alam yang berlaku. Dalam kenyataannya sistem ini berupa sungai beserta anak-anak sungainya yang membentuk suatu jaringan alur aliran.

b. *Artificial drainage* (drainase buatan)

Dibuat oleh manusia, dimaksudkan sebagai upaya penyempurnaan atau melengkapi kekurangan-kekurangan sistem drainase alamiah dalam fungsinya membuang kelebihan air yang mengganggu. Jika ditinjau dari sistem jaringan drainase, kedua sistem tersebut harus merupakan kesatuan tinjauan yang berfungsi secara bersama.

2.3.4. Sistem drainase menurut konstruksinya

Saluran menurut konstruksinya dapat dibedakan menjadi :

a. Drainase saluran terbuka

Saluran drainase primer biasanya berupa saluran terbuka, baik berupa saluran dari tanah, pasangan batu kali atau beton.

b. Drainase saluran tertutup

Pada kawasan perkotaan yang padat, saluran drainase biasanya berupa saluran tertutup. Saluran dapat berupa buis beton yang dilengkapi dengan bak pengontrol, atau saluran pasangan batu kali/beton yang diberi plat tutup dari beton bertulang. Karena tertutup, maka perubahan penampang saluran akibat sedimentasi, sampah dan lain-lain tidak dapat terlihat dengan mudah (Suripin,2004).

2.3.5. Sistem drainase menurut fungsinya

Saluran drainase menurut fungsi dibedakan menjadi :

- a. *Single purpose*, yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan 1 jenis air buang saja.
- b. *Multi purpose*, yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan, baik secara tercampur maupun secara bergantian.

2.3.6. Sistem drainase menurut konsepnya

Menurut konsepnya, sistem jaringan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

a. Drainase konvensional

Drainase konvensional adalah upaya membuang atau mengalirkan air kelebihan secepatnya ke sungai terdekat. Dalam konsep drainase konvensional, seluruh air hujan yang jatuh di suatu wilayah harus secepatnya dibuang ke sungai dan seterusnya mengalir ke laut. Jika hal ini dilakukan pada semua kawasan, akan memunculkan berbagai masalah, baik di daerah hulu, tengah, maupun hilir. Dampak dari pemakaian konsep drainase konvensional tersebut dapat kita lihat sekarang ini, yaitu kekeringan yang terjadi di mana-mana, juga banjir, longsor, dan pelumpuran. Kesalahan konsep drainase konvensional yang paling pokok adalah filosofi membuang air genangan secepatnya ke sungai. Demikian juga mengalirkan air secepatnya berarti menurunkan kesempatan bagi air untuk meresap ke dalam tanah. Dengan demikian, cadangan air tanah akan berkurang kekeringan di musim kemarau akan terjadi. Sehingga banjir dan kekeringan merupakan dua fenomena yang saling memperparah dan terjadi susul-menyusul.

b. Drainase ramah lingkungan

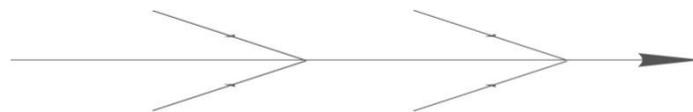
Drainase ramah lingkungan didefinisikan sebagai upaya mengelola air kelebihan dengan cara sebanyak-banyaknya meresapkan air ke dalam tanah secara alamiah atau mengalirkan ke sungai dengan tanpa melampaui kapasitas sungai sebelumnya. Dalam drainase ramah lingkungan, justru air kelebihan pada musim hujan harus dikelola sedemikian rupa sehingga tidak mengalir secepatnya ke sungai. Namun diusahakan meresap ke dalam tanah, guna meningkatkan kandungan air tanah untuk cadangan pada musimkemarau. Beberapa metode drainase ramah lingkungan yang dapat dipakai diantaranya adalah metode kolam konservasi, metode sumur resapan, metode *river side polder*, dan metode pengembangan areal perlindungan airtanah.

2.4. Pola Jaringan Drainase

Pola jaringan drainase adalah perpaduan antara satu saluran dengan saluran lainnya baik yang fungsinya sama maupun berbeda dalam suatu kawasan tertentu. Dalam perencanaan sistem drainase yang baik bukan hanya membuat dimensi saluran yang sesuai tetapi harus ada kerjasama antar saluran sehingga pengaliran airlancar. Beberapa contoh model pola jaringan yang dapat diterapkan dalam perencanaan jaringan drainase meliputi :

a. Pola alamiah

Sama seperti pola siku, hanya beban sungai pola alamiah lebih besar, dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Jaringan drainase pola alamiah

Sumber : tamimi, 2015

b. Pola siku

Pembuatannya pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi daripada sungai. Sungai sebagai saluran pembuangan akhir berada di akhir

Berada di tengah kota. Dapat dilihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Jaringan drainase pola siku

Sumber : tamimi, 2015

c. Pola paralel

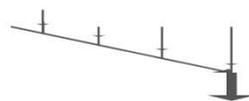
Saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang . Dengan saluran cabang sekunder yang cukup banyak dan pendek-pendek , apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan dapat menyesuaikan diri. Dapat dilihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3 jaringan drainase pola paralel, sumber : tamimi, 2015

d. Pola *grid iron*

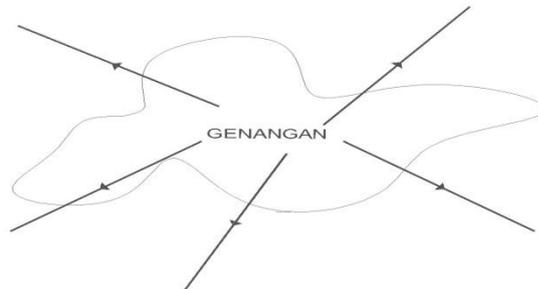
Untuk daerah di mana saluranmya terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpulan. Dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4 jaringan drainase pola grid iron

e. Pola radial

Pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah. Dapat dilihat pada gambar 2.5

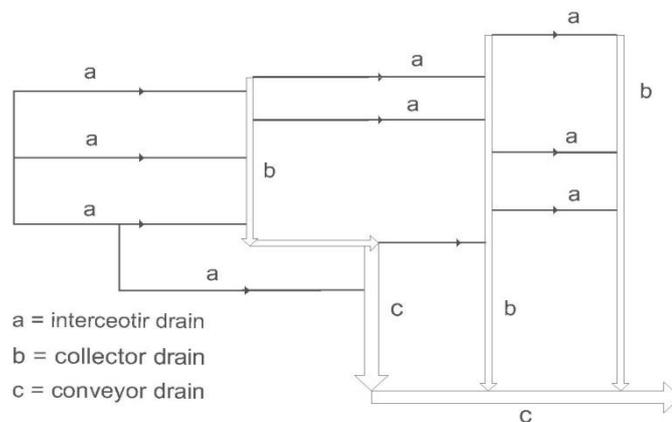


Gambar 2.5 jaringan drainase pola radial

Sumber : tamimi, 2015

f. Pola jaring-jaring

Mempunyai saluran-saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah dengan topografi datar. Dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Jaringan drainase pola jarring-jaring

Sumber : tamimi, 2015

2.5. Analisa Hidrologi

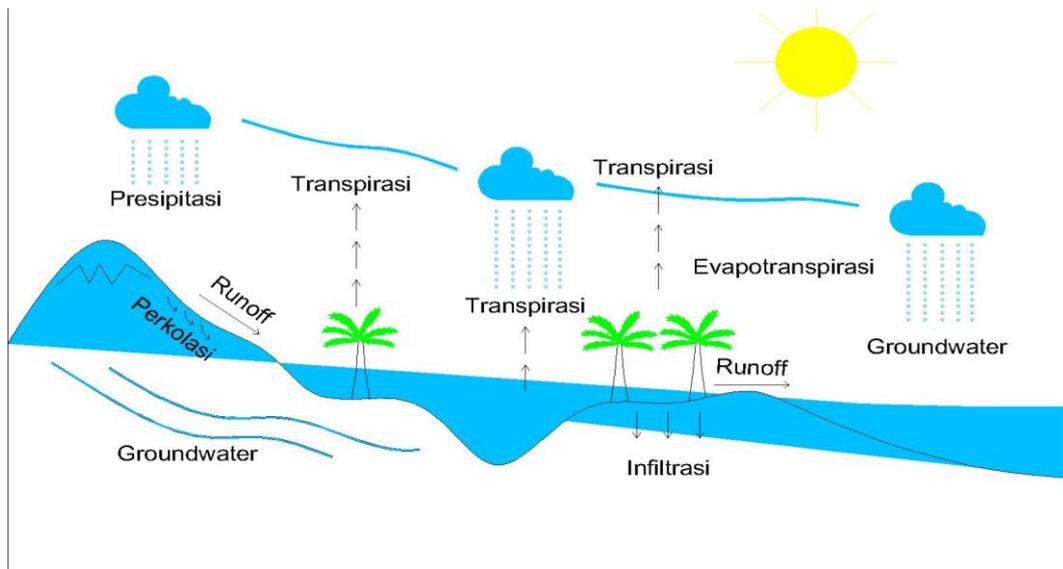
Analisa hidrologi merupakan suatu analisa awal dalam menagani penanggulangan banjir dan perencanaan system drainase untuk mengetahui besarnya debit yang akan dialirkan sehingga dapat ditentukan dimensi saluran drainase. Besarnya debit yang dipakai sebagai dasar perencanaan dalam penanggulangan banjir adalah debit rancangan yang didapat dari penjumlahan debit hujan rencana pada periode ulang tertentu dengan debit air buangan dari daerah tersebut.

2.5.1. Siklus hidrologi

Siklus hidrologi merupakan serangkaian proses gerakan/perpindahan air di alam yang berlangsung secara terus menerus. Gerakan air ke udara, air kemudian jatuh kepermukaan laut/tanah, air mengalir di permukaan/dalam tanah kembali ke laut atau langsung menguap ke udara merupakan proses sederhana dari siklus. Rangkaian proses dalam siklus hidrologi tersebut merupakan hal penting yang harus dimengerti oleh para ahli teknik keairan. Ada empat macam proses penting dari siklus hidrologi yang harus dipahami yang berkaitan dengan perencanaan bangunan air yaitu:

- a. Partisipasi uap air di atmosfer terkondensasi dan jatuh ke permukaan bumi dalam berbagai bentuk (hujan, salju, kabut, embun).
- b. Evaporasi adalah penguapan air dari permukaan badan air (sungai, danau, waduk) Infiltrasi adalah air yang jatuh ke permukaan menyerap ke dalam tanah.
- c. Limpasan permukaan (*surface run off*) dan limpasan air tanah (*subsurface runoff*).

Konsep sederhana dari siklus menunjukkan masing-masing proses digambarkan secara skematik seperti pada gambar 2.7



Gambar 2.6Siklus hidrologi

Sumber : dgrendaily.blogspot.com

Proses penting yang berkaitan dengan drainase adalah presipitasi dan limpasan permukaan. Proses yang dapat dikelola oleh para ahli teknik adalah limpasan permukaan.

Karakteristik presipitasi (hujan) yang perlu dipelajari dalam analisis dan perencanaan prasarana yang berhubungan dengan hujan seperti drainase adalah:

- Intensitas hujan (I) adalah laju hujan atau tinggi genangan air hujan persatuan waktu (mm/mnt, mm/jam, mm/hr);
- Lama waktu hujan (durasi, t) rentan waktu kejadian hujan (menit atau jam)
- Tinggi hujan (d), adalah kedalaman/ketebalan air hujan diatas permukaan datar selama durasi hujan (mm)
- Frekuensi terjadinya hujan (T) adalah frekuensi kejadian hujan dengan intensitas tertentu yang biasanya dinyatakan dengan kala ulang (*return priod*) T (tahun);
- Luas hujan adalah luas geografis daerah sebaran hujan

Dalam precanaan saluran drainase periode ulang yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkapan hujan yang akan dikeringkan. Menurut pengalaman, penggunaan periode ulang untuk perencanaan:

- Saluran kwarter = periode ulang 1 tahun

- Saluran tersier = periode ulang 2 tahun
- Saluran sekunder = periode ulang 3 tahun
- Saluran primer = periode ulang 4 tahun

(Wesli, 2008, *drainase perkotaan*, 49)

Rekomendasi periode ulang untuk desain banjir dan genangan berdasarkan jumlah penduduk dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2.1 Rekomendasi periode ulang untuk desain banjir dan genangan

Sistem Penyaluran	- Dasar tipe pekerjaan (untuk pengendalian banjir di sungai) - Dasar dari jumlah penduduk (untuk sistem drainase)	Tahap Awal	Tahap Akhir
Sungai	- Rencana bahaya	5	10
	- Rencana baru	10	25
	- Rencana terbaru/awal	25	50
	- Untuk pedesaan atau perkotaan dengan jumlah penduduk < 2.000.000	25	50
	- Untuk perkotaan dengan jumlah penduduk > 2.000.000	25	100
Sistem Drainase Primer (Catchment Area < 500 Ha)	- Pedesaan	2	5
	- Perkotaan dengan jumlah penduduk < 500.000	5	10
	- Perkotaan 500.000 < jumlah penduduk < 2.000.000	5	15
	- Pedesaan dengan jumlah penduduk > 2.000.000	10	25
Sistem Drainase Primer (Catchment Area > 500 Ha)	- Pedesaan	1	2
	- Perkotaan dengan jumlah penduduk < 500.000	2	5
	- Perkotaan 500.000 < jumlah penduduk < 2.000.000	2	5
	- Untuk perkotaan dengan jumlah penduduk > 2.000.000	5	10
Sistem Drainase Tersier	Perkotaan dan Pedesaan	1	2

(Sumber : Haryono, 1999)

Dalam perencanaan saluran drainase dapat dipakai standar yang telah ditetapkan, baik debit rencana (periode ulang) dan cara analisis yang dipakai, tinggi jagaan, struktur saluran, dan lain-lain. Tabel 2.8 berikut menyajikan standar

desain saluran drainase berdasar “Pedoman Drainase Perkotaan dan Standar Desain Teknis”.

Tabel 2.2 Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan

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

(Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*: 241)

2.5.2. Curah Hujan

Data hujan yang diperoleh oleh suatu alat penakar hujan hanya merupakan hujan yang terjadi pada suatu tempat atau titik dimana alat penakar hujan ditempatkan (*point rainfall*). Kejadian hujan sangat bervariasi pada suatu area, terutama pada area pengamatan yang luas, satu titik pengamatan tidak mencukupi untuk dapat menggambarkan kejadian hujan pada wilayah tertentu. Cara untuk menentukan harga rata-rata curah hujan pada beberapa stasiun penakar hujan dapat dilakukan dengan beberapa metode. Pemilihan metode yang cocok dipergunakan pada suatu DAS dapat ditentukan dengan mempertimbangkan tiga factor seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 2.3 Pemilihan mode analisis sesuai dengan kondisi DAS

No	Kondisi DAS	Metode
1.	Jarring-jaring pos penakar hujan Jumlah pos penakar hujan cukup Jumlah pos penakar hujan terbatas Jumlah pos penakar hujan tunggal	Metode Isohyet, Thiessen, atau Rata-rata Aljabar Thiessen, atau rata-rata Aljabar Metode hujan titik
2.	Luas DAS DAS besar (>5000 km ²) DAS sedang (500 s/d 5000 km ²) DAS kecil (<500 km ²)	Metode Isohyet Metode Thiessen Metode rata-rata Aljabar
3	Topografi DAS Pegunungan Dataran Berbukit	Metode rata-rata Aljabar Metode rata-rata Aljabar, Thiessen Metode Isohyet

(Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*: 31)

a. Metode rata-rata Aljabar

Cara mencari tinggi rata-rata curah hujan di dalam suatu daerah aliran dengan cara *arithmetic mean* merupakan salah satu cara yang sangat sederhana. Biasanya cara ini dipakai pada daerah yang datar dan banyak stasiun curah hujannya, dengan anggapan bahwa di daerah tersebut sifat curah hujannya adalah sama rata (*uniform distribution*). Tinggi curah hujan rata-rata didapatkan dengan mengambil nilai rata-rata pengukuran hujan di pos penakar hujan didalam areal tersebut. Cara perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\text{Rumus } d = \frac{d1 + d2 + d3 + \dots + dn}{n} \dots\dots\dots 2.1$$

Keterangan :

- d = tinggi curah hujan rata-rata (mm)
- d1,d2,d3 = tinggi curah hujan di staisun 1, 2, 3 ... n(mm)
- n = banyaknya stasiun penakar hujan

Cara ini akan memberikan hasil yang dapat dipercaya jika stasiun-stasiun penakar nya ditempatkan secara merata di areal tersebut, dan hasil penakaran masing-masing penakar tidak menyimpang jauh dari nilai rata-rata seluruh stasiun di seluruh areal.

b. Metode Poligon Thiessen

Cara ini bardasar rata-rata timbang (*weighted average*). Metode ini sering digunakan pada analisis hidrologi karena lebih teliti dan obyektif disbanding metode lainnya, dan dapat digunakan pada daerah yang memiliki titik pengamatan yang tidak merata. Cara ini adalah dengan memasukkan factor pengaruh daerah yang mewakili oleh stasiun hujan yang disebut factor pembobotan atau Koefisien Thiessen. Untuk pemilihan stasiun hujan yang dipilih harus meliputi daerah aliran sungai yang akandibangun. Besarnya Koefisien Thiessen tergantung dari luas daerah pengaruh stasiun hujan yang dibatasi oleh poligon-poligon yang memotong tegak lurus padat tengah-tengah garis penghubung stasiun. Setelah luas pengaruh tiap- tiap stasiun didapat ,maka Koefisien Thiessen dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Rumus } d = \frac{A_1.d_1 + A_2.d_2 + A_3.d_3 + \dots + A_n.d_n}{A} \dots\dots\dots 2.2$$

Keterangan:

- A = Luas areal (km²)
- d = tinggi curah hujan rata-rata (mm)
- d₁, d₂, d₃..d_n = tinggi curah hujan distasiun 1, 2, 3,..n (mm)
- A₁, A₂, A₃..A_n = luas daerah pengaruh pos 1, 2, 3... n (mm)

c. Metode Isohyet

Metode ini memperhitungkan secara actual pengaruh tiap-tiap pos penakar hujan. Metode ini cocok untuk daerah berbukit dan tidak teratur dengan luas lebih dari 5000 km². Hujan rerata daerah dihitung dengan persamaan berikut (suripin, 2004:30). Dalam metode ini harus digambarkan dahulu kontur dengan tinggi hujan yang sama (isohyet). Kemudian luas bagian di antara isohyet-isohyet yang berdekatan diukur, dan harga rata-ratanya dihitung sebagai harga rata-ratanya dihitung sebagai harga rata-rata timbang dari nilai kontur, dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Rumus } d = \frac{\frac{d_0 + d_1}{2} A_1 + \frac{d_1 + d_2}{2} A_2 + \dots + \frac{d_{n-1} + d_n}{2} A_n}{A_1 + A_2 \dots A_n} \dots\dots\dots 2.3$$

$$d = \frac{\sum \frac{d_i - 1}{2} A_i}{\sum A_i} \dots\dots\dots 2.4$$

keterangan:

- A = Luas areal (km²)
- d = tinggi curah hujan rata-rata (mm)
- d₀, d₁, d₂..d_n = tinggi curah hujan di pos 0,1,2...n (mm)
- A₁, A₂, A₃...A_n = luas bagian areal yang dibatasi oleh isohyet yang Bersangkutan

Ini adalah cara yang paling teliti untuk mendapatkan hujan areal rata-rata, tetapi memerlukan jaringan stasiun penakar yang relative lebih padat yang memungkinkan untuk membuat garis-garis isohyet. Pada waktu menggambar garis-garis isohyet sebainya juga memperhatikan pengaruh bukit atau gunung terhadap distribusi hujan.

2.5.3. Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistic data yang tersedia untuk memperoleh probabilitas besaran debit banjir di masa yang akan datang. Berdasarkan hal tersebut maka bearti bahwa sifat statistic data yang akan dating diandaikan masih sama dengan sifat statistic data yang telah tersedia. Secara fisik dapat diartikan bahwa sifat klimatologis dan sifat hidrologi DAS diharapkan masih tetap sama. Hal terakhir ini yang tidak akan dapat diketahui sebelumnya, lebih-lebih yang berkaitan dengan tingkat aktifitas manusia (*human activities*) (Sri Harto, 1993).

Hujan rencana merupakan kemungkinan tinggi hujan yang terjadi dalam periode ulang tertentu sebagai hasil dari satu rangkaian analisis hidrologi yang biasa disebut analisis frekuensi. Analisis frekuensi merupakan prakiraan dalam arti probabilitas untuk terjadinya suatu peristiwa hidrologi dalam bentuk hujan rencana yang berfungsi sebagai dasar perhitungan perencanaan hidrologi untukantisipasi setiap kemungkinan yang akan terjadi. Analisis frekuensi ini dilakukan dengan menggunakan sebaran kemungkinan teori *probability distribution* dan yang biasa digunakan adalah sebaran Normal, sebaran Log Normal, sebaran Gumbel tipe I dan sebaran Log Pearson tipe III.

Secara sistematis metode analisis frekuensi perhitungan hujan rencana ini dilakukan secara berurutan sebagai berikut:

a. Parameter statistic

Parameter yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi meliputi parameter nilai rata-rata (X_{rt}), standar deviasi (S_d), koefisien variasi (C_v), koefisien kemiringan (C_s) dan koefisien kurtosis (C_k).

Perhitungan parameter tersebut didaasarkan pada data catatan tinggi hujan harian rata-rata maksimum 10 tahun terakhir. Untuk memudahkan perhitungan, maka proses analisisnya dilakukan secara matriks dengan dengan menggunakan tabel. Sementara untuk memperoleh harga parameter statistic dilakukan perhitungan dengan rumus dasar sebagai berikut :

- 1) Nilai rata-rata

$$X_{rt} = \frac{\sum X_i}{n} \dots\dots\dots 2.5$$

Keterangan:

- X_{rt} = nilai rata-rata curah hujan
- X_i = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i
- n = jumlah data curah hujan

- 2) Standar deviasi

Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata-rata, maka nilai standar deviasi (Sd) akan besar, akan tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata, maka Sd akan kecil. Sd dapat dihitung dengan rumus:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{rt})^2}{n - 1}} \dots\dots\dots 2.6$$

Keterangan:

- S_x = standar deviasi curah hujan
- X_{rt} = nilai rata-rata curah hujan
- X_i = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i
- n = jumlah data curah hujan

- 3) Koefisien variasi

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara standar deviasi dengan nilai rata-rata dari suatu sebaran.

$$C_v = \frac{S_x}{X_{rt}} \dots\dots\dots 2.7$$

Keterangan :

- C_v = koefisien variasi curah hujan
- S_x = standar deviasi curah hujan
- X_{rt} = nilai rata-rata curah hujan

- 4) Koefisien kemencengan

Koefisien kemencengan adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan dari suatu bentuk distribusi. Besarnya koefisien kemencengan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Untuk populasi : } C_s = \frac{\alpha}{\sigma^3} \dots\dots\dots 2.8$$

Untuk sampel : $C_s = \frac{\alpha}{S_x^3}$ 2.9

$$\alpha = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \mu)^3 \dots\dots\dots 2.10$$

$$\alpha = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (X_i - X_{rt})^3 \dots\dots\dots 2.11$$

Keterangan:

- Cs = koefisien kemencengan curah hujan
- σ = standar deviasi dari populasi curah hujan
- Sx = standar deviasi dari sampel curah hujan
- μ = nilai rata-rata dari populasi curah hujan
- X = nilai rata-rata dari sampel curah hujan
- Xi = curah hujan ke-i
- n = jumlah data curah hujan
- α = parameter kemencengan

Kurva distribusi yang bentuknya simetris maka $C_s = 0,00$, kurva distribusi yang bentuknya ke kanan maka C_s lebih besar nol, sedangkan yang bentuknya menceng ke kiri maka C_s kurang dari nol.

5) Koefisien kurtosis

Koefisien kurtosis adalah suatu nilai yang menunjukkan keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal. Koefisien kurtosis digunakan menentukan keruncingan kurva distribusi, dan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C_k = \frac{MA(4)}{S_x^4} \dots\dots\dots 2.12$$

Keterangan:

- Ck = koefisien kurtosis
- MA(4) = momen ke 4 terhadap nilai rata-rata
- Sx = standar deviasi

Untuk data yang belum dikelompokkan, maka:

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - X_{rt})^4}{S_x^4} \dots\dots\dots 2.13$$

Dan untuk data yang sudah dikelompokkan

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - X_{rt})^4 f_i}{S_x^4} \dots\dots\dots 2.14$$

Keterangan:

- Ck = koefisien kurtosis curah hujan
- n = jumlah data curah hujan
- Xi = curah hujan ke-i
- Xrt = nilai rata-rata dari data sampel
- fi = nilai frekuensi variant ke-i
- Sx = standar deviasi

b. Pemilihan jenis sebaran

Dalam analisis frekuensi data hidrologi baik data hujan maupun data debit Sungai terbukti bahwa sangat jarang dijumpai serta data yang sesuai dengan sebaran normal. Sebaliknya, sebagian besar data hidrologi sesuai dengan jenis sebaran lainnya. Masing-masing sebaran memiliki sifat-sifat khas sehingga setiap data hidrologi harus diuji kesesuaiannya dengan sifat statistic masing-masing sebaran tersebut. Pemilihan sebaran yang tidak benar dapat mengundang kesalahan perkiraan yang cukup besar. Dengan demikian pengambilan salah satu sebaran secara sembarang untuk analisis tanpa pengujian data hidrologi sangat tidak dianjurkan. Analisis frekuensi atas data hidrologi menuntut syarat tertentu untuk data yang bersangkutan, yaitu harus seragam (*homogeneous*), *independent*, dan mewakili. Data yang seragam bearti bahwa data tersebut harus berasal dari populasi yang sama. Dalam arti lain, stasiun pengumpul data yang bersangkutan, baik stasiun hujan maupun stasiun hidrometri harus tidak pindah, DAS tidak berubah menjadi DAS perkotaan (*urban catchment*), maupun tidak ada gangguan-gangguan lain yang menyebabkan data yang terkumpul menjadi lain sifatnya. Batasan ‘independent’ disini bearti bahwa besaran data ekstrim tidak terjadi lebih dari sekali. Syarat lain adalah bahwa data harus mewakili untuk perkiraan kejadian yang akan dating, misalnya tidak akan terjadi perubahan akibat ulah tangan mausia secara besar-besaran, tidak dibangun konstruksi yang menggagu pengukuran, seperti bangunan sadap, perubahan tata guna tanah. Pengujian statistic dapat dilakukan untuk masing-masing syarat tersebut (Sri Harto, 1993.)

Tabel 2.4 Tabel pedoman pemilihan distribusi

No	Jenis distribusi	Syarat
1	Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3.C_v^2$
2	Log Normal	$C_k = 3.C_v$
3	Pearson Type III	$C_s \leq 0$
4	Log Pearson Type III	$C_s \neq 0$
5	Gumbel	$C_s = 1.14$ $C_k = 5.4$

Sumber : Sri Harto, 1993

Curah hujan maksimum adalah curah hujan terbesar tahunan dengan suatu kemungkinan terjadi yang tertentu, atau hujan dengan suatu kemungkinan periode ulang tertentu. Metode analisis hujan rancangan tersebut pemilihannya sangat bergantung dari kesesuaian parameter statistic dari data yang bersangkutan, atau dipilih berdasarkan pertimbangan-pertimbangan teknis lainnya. Beberapa metode perhitungan menggunakan persamaan berikut:

1) Distribusi Gumbel

Menurut Gumbel (1941), persoalan tertua adalah berhubungan dengan nilai-nilai ekstrem dating dari persoalan banjir. Tujuan teori statistic nilai-nilai ekstrem adalah untuk menganalisis nilai-nilai ekstrem tersebut untuk memperkirakan nilai-nilai ekstrem berikutnya.

Gumbel menggunakan teori nilai ekstrem untuk menunjukkan bahwa dalam deret nilai-nilai ekstrem $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ dengan sampel yang sama-sama besar, dan X merupakan variable berdistribusi eksponensial, maka probabilitas komulatifnya P , pada sebarang nilai diantara n buah dan nilai X_n akan lebih kecil dari nilai X tertentu (dengan waktu balik T_r), mendekati $P(X) = e^{-e^{-a(x-b)}}$ 2.15

Jika yang diambil $Y = a(X-b)$ maka dapat menjadi

$$P(X) = e^{-e^{-Y}} \dots\dots\dots 2.16$$

Keterangan:

Ee = bilangan alam = 2,7182818

Y = reduce variate

Jika diambil nilai logaritmanya dua kali berurutan dengan bilangan dasar e terhadap rumus (2.6) didapat

$$X = \frac{1}{\alpha} [\alpha b - \ln\{\ln P(x)\}] \dots\dots\dots 2.17$$

Waktu balik merupakan nilai rata-rata banyaknya tahun (karena X_n merupakan debit maksimum dalam setahun), dengan suatu variate disamai atau dilampaui oleh suatu nilai sebanyak satu kali. Jika interval antara dua buah pengamatan konstan, maka waktu baliknya dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Tr(x) = \frac{1}{1 - P(x)} \dots\dots\dots 2.18$$

Ahli-ahli teknik sangat berkepentingan dalam persoalan-persoalan pengendalian banjir sehingga lebih mementingkan waktu balik $Tr(X)$ daripada probabilitas $P(X)$, untuk itu rumus (2.7) diubah menjadi :

$$Ar = b_r - \frac{1}{\alpha} \ln - \ln \frac{T(x) - 1}{Tr(x)} \dots\dots\dots 2.19$$

Atau

$$Yr = -\ln - \ln \frac{T(x) - 1}{Tr(x)} \dots\dots\dots 2.20$$

Chow menyarankan agar variate X yang menggambarkan daret hidrologi acak dapat dinyatakan dengan rumus berikut ini:

$$X = \infty + \sigma.K \dots\dots\dots 2.21$$

Keterangan:

- ∞ = nilai tengah
- σ = standar deviasi populasi
- K = factor frekuensi

Rumus (2.11) dapat diketahui dengan

$$X_T = X_{rt} + s \dots\dots\dots 2.22$$

Keterangan:

- X = nilai tengah sampel
- s = standar deviasi sampel

Faktor frekuensi K untuk nilai-nilai ekstrem Gumbel ditulis dengan rumus berikut ini:

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{s_n} \dots\dots\dots 2.23$$

$$Y_T = -\ln[-\ln\{(Tr - 1)/T\}] \dots\dots\dots 2.24$$

Keterangan:

Y_T = reduce variate

Y_n = reduce mean yang tergantung dari besarnya sampel n

s_n = reduce standar deviation yang tergantung dari besarnya sampel n

Tr = periode ulang

Dari rumus (2.12) dan (2.13)

$$X_T = X_{rt} + \frac{Y_T - Y_n}{s_n} s$$

$$X_T = X_{rt} - \frac{Y_n \cdot s}{s_n} \cdot \frac{Y_T \cdot s}{s_n}$$

Jika dimaksudkan $\frac{s_n}{s} = \alpha$ dan $X_{rt} - \frac{Y_n \cdot s}{s_n} = b$, maka

$$X_T = b + \frac{1}{\alpha} \dots\dots\dots 2.25$$

Keterangan:

X_T = debit banjir waktu balik (tahun)

Y_T = reduce variate

2) Distribusi Log Pearson Type III

Parameter-parameter statistic yang digunakan oleh Distribusi Pearson Type III adalah:

- a. Nilai tengah
- b. Standar deviasi
- c. Koefisien skewness

Untuk menghitung banjir perencanaan dalam praktek, *the Hidrology Committee of the water resources Council, USA*, menganjurkan, pertama kali mengonfirmasikan data ke nilai-nilai logaritma kemudian menghitung

parameter-parameter statistiknya. Karna transformasi tersebut, maka cara ini disebut Log Pearson Type III.

Dalam pemakaian Log Pearson Type III, kita harus mengkonversi rangkaian datanya menjadi logaritma.

Rumus untuk metode Log Pearson :

$$\log X_{rt} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots\dots\dots 2.26$$

Keterangan:

- X_{rt} = nilai rerata hujan
- X_i = curah hujan ke-i (mm)
- n = banyaknya data pengamatan

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log X_{rt})^2}{n-1}} \dots\dots\dots 2.27$$

Keterangan:

S_x = standar deviasi

Nilai X_T bagi setiap probabilitas dihitung dari persamaan yang telah dimodifikasikan:

$$\log X_T = \log X_{rt} + K \cdot \log S_x \dots\dots\dots 2.28$$

Keterangan:

- X_T = besarnya curah hujan rancangan untuk periode ulang T (tahun)
- K = factor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe distribusi frekuensi

Tabel 2.5 nilai K distribusi pearson type III

Kemencengan (Cs)	Periode ulang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang %							
	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
3.0	-0.360	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	7.250
2.5	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	6.600
2.2	-0.330	0.574	1.284	2.400	2.970	3.705	4.444	6.200
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.910
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990	5.390
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395

0.8	-0.132	0.780	1.336	1.998	2.453	2.891	3.312	4.250
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041	3.815
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949	3.670
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670	3.235
0.0	0.000	0.842	1.272	1.751	2.054	2.326	2.567	2.090
-0.1	0.017	0.836	1.258	1.761	2.000	2.529	2.482	2.950
-0.2	0.033	0.850	1.245	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.3	0.050	0.530	1.231	1.643	1.890	2.140	2.294	2.675
-0.4	0.066	0.855	1.216	1.606	1.834	2.029	2.201	2.540
-0.5	0.083	0.856	1.200	1.567	1.777	1.955	2.108	2.400
-0.6	0.099	0.570	1.183	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.7	0.116	0.857	1.166	1.488	1.663	1.806	1.926	2.150
-0.8	0.132	0.856	1.147	1.448	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.9	0.148	0.854	1.128	1.407	1.549	1.660	1.749	1.910
-1.0	0.164	0.852	1.086	1.366	1.492	1.588	1.664	1.800
-1.2	0.195	0.844	1.041	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.4	0.225	0.832	1.994	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216	1.280
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	0.087	1.097	1.130
-2.0	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	1.995	1.000
-2.2	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907	0.910
-2.5	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800	0.802
-3.0	0.396	0.636	0.660	0.660	0.666	0.667	0.667	0.668

Sumber : Soewarno 1995

3) Distribusi Normal

Untuk analisis frekuensi curah hujan menggunakan metode distribusi Normal, dengan persamaan sebagai berikut :

$$X_T = X_{rt} + k \cdot S_x \dots\dots\dots 2.29$$

Keterangan:

X_T = variate yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T (tahun)

$$X_{rt} = \text{harga rata-rata dari data} = \frac{\sum_1^n x_i}{n}$$

$$S_x = \text{standar deviasi} = \sqrt{\frac{(x_i - X_{rt})}{n-1}}$$

K = variable reduksi gauss

4) Distribusi Log Normal

Untuk analisis frekuensi curah hujan menggunakan distribusi Log Normal, dengan persamaan sebagai berikut :

Dengan:

$$\mu_n = \frac{1}{2} \ln\left(\frac{\mu^4}{\mu^2 + \sigma^2}\right) \dots\dots\dots 2.30$$

$$\sigma_n^2 = \ln\left(\frac{\sigma^2 + \mu^2}{\mu^2}\right) \dots\dots\dots 2.31$$

Besarnya asimetri adalah

$$y = \eta_v^3 + 3\eta_v \dots\dots\dots 2.32$$

Dengan:

$$\eta_v = \frac{\sigma}{\mu} (e^{-\sigma_n^2} - 1)0.5 \dots\dots\dots 2.33$$

Kurtosis

$$k = \eta_v^8 + 6\eta_v^6 + 15\eta_v^4 + 16\eta_v^2 + 3 \dots\dots\dots 2.34$$

Dengan persamaan 2.24, dapat didekati dengan nilai asimetri 3 dan selalu bertanda positif. Atau nilai skewness Cs kira-kira sama dengan tiga kali nilai koefisien variasi Cv.

c. Pengeplotan Data

Pengeplotan data distribusi frekuensi dalam kertas probabilitas bertujuan untuk mencocokkan rangkaian data dengan jenis sebaran yang dipilih, dimana kecocokan dapat dilihat dengan persamaan garis yang membentuk garis lurus. Hasil pengeplotan data juga dapat digunakan untuk mentaksir nilai tertentu dari data baru yang kita peroleh (soewarno 1995).

Ada dua cara mengetahui ketepatan distribusi probabilitas data hidrologi, yaitu data yang ada diplot di kertas probabilitas yang sudah didesain khusus atau menggunakan skala plot yang melinearkan fungsi distribusi. Posisi pengeplotan data merupakan nilai probabilitas yang dimiliki oleh masing-masing data yang diplot. Banyak metode yang telah dikembangkan untuk menentukan posisi pengeplotan yang sebagian besar dibuat secara empiris. Untuk keperluan penentuan posisi ini, data hidrologi

(hujan atau banjir) yang telah ditabelkan diurutkan dari besar ke kecil (berdasarkan peringkat m), dimulai dengan $m = 1$ untuk data dengan nilai tertinggi dan $m = n$ (n adalah jumlah data) untuk data dgn nilai terkecil. Periode ulang T_r dapat dihitung dengan beberapa persamaan yang telah terkenal, yaitu weibull, California, hazen, gringorten, cunnane, blom dan turkey, data yang telah diurutkan dan periode ulangnya telah dihitung dengan salah satu persamaan diatas diplot diatas kertas probabilitas sehingga diperoleh garit T_r vs P (hujan) atau Q (debit) yang berupa garis lurus (Suripin, 2004).

Dalam hal ini harus dipilih kertas kemungkinan yang sesuai dengan distribusi data secara empiris maupun teoritis dan bentuk distribusi di tentukan dengan menggambaranya. (Sosrodarsono dan Tominaga, 1985). Penggambaran posisi yang dipakai adalah cara yang dikembangkan oleh Weibull dan Gumbell, yaitu:

$$P(X_m) = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots\dots\dots 2..35$$

Keterangan:

$P(X_m)$ = peluang data yang telah dirangking dari besar ke kecil

M_m = nomor urut

N_n = jumlah data

d. Uji kecocokan sebaran

Uji kecocokan sebaran dilakukan untuk mengetahui jenis sebaran yang paling sesuai dengan data hujan. Uji sebaran dilakukan dengan uji kecocokan distribusi yang dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan sebaran peluang yang telah dipilih dapat menggambarkan atau mewakili dari sebaran statistic sampel data yang dianalisis. Prinsip pengujian dengan metode ini didasarkan pada jumlah pengamatan yang diharapkan pada pembagian kelas dan ditentukan terhadap jumlah data pengamatan yang terbaca di dalam kelas tersebut dengan membandingkan nilai Chi-Square (X^2) dengan nilai Chi-Square kritis (X^2_{cr}). Uji kecocokan Chi-Square menggunakan rumus Oewarno, !995.

$$X_h = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots 2.36$$

Keternagan:

X_h = harga Chi-Square dihitung

O_i = jumlah data yang teramati pada sub kelompok ke-i

E_i = jumlah data yang secara teoritis terdapat pada sub kelompok ke-i

G = jumlah sub kelompok

1. Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorof

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorof sering juga disebut uji kecocokan non parametric karena pengujinya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedurnya adalah sebagai berikut:

Prosedur uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov adalah:

a) Urutkan data dari besar ke kecil ataupun sebaliknya dan tentukan besarnya nilai masing data-data tersebut :

$$X_1 \rightarrow P(X_1)$$

$$X_2 \rightarrow P(X_2)$$

$$X_m \rightarrow P'(X_m)$$

$$X_n \rightarrow P'(X_n)$$

b) Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data persamaan distribusinya:

$$X_1 \rightarrow P(X_1)$$

$$X_2 \rightarrow P(X_2)$$

$$X_m \rightarrow P'(X_m)$$

$$X_n \rightarrow P'(X_n)$$

c) Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D = \text{Maksimum} [P(X_m) - P'(X_m)]$$

2.6. Analisa Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Intesitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan

baik secara statistic maupun secara empiris. Biasanya intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek. Data curah hujan jangka pendek ini hanya dapat diperoleh dengan menggunakan alat pencatat hujan otomatis. Apabila data curah hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data curah hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan persamaan 2.5.

$$Q = A_{daerah} \times \bar{X}_{rata-rata} \dots\dots\dots 2.5$$

Keterangan :

- Q = debit hujan
- A_{daerah} = luas wilayah drainase

2.7. Penampang Melintang Saluran

Pada umumnya tipe aliran melalui saluran terbuka adalah turbulen, karena kecepatan aliran dan kekasaran dinding relatif besar. Nilai R dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

Untuk mencari debit aliran pada saluran dapat menggunakan rumus 2.6 di bawah ini:

$$Q = V \cdot A \dots\dots\dots 2.6$$

Keterangan :

- Q = debit aliran pada saluran (N³/det)
- V = kecepatan saluran (m/dt)
- A = luas penampang basah saluran (N²)

Kecepatan dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan manning 2.7 dibawah ini:

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

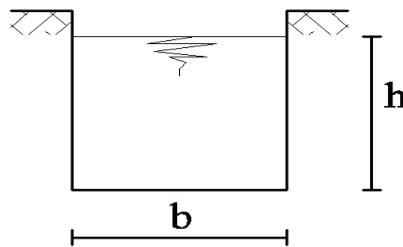
Keterangan :

- n = koefisien kekerasan manning
- R = jari-jari hidrolis
- S = kemiringan saluran

Penampang melintang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran, dan kemiringan dasar tertentu.

Potongan melintang saluran yang paling ekonomis adalah saluran yang dapat melewati debit maksimum untuk luas penampang basah, kekasaran, dan kemiringan dasar tertentu. Salah satunya adalah saluran berbentuk persegi.

Luas penampang melintang, A , dan keliling basah, P , saluran dengan penampang melintang berbentuk persegi dengan lebar dasar B , kedalaman air h , Penampang melintang saluran berbentuk persegi dapat dilihat pada gambar 2.8



Gambar 2.8 Penampang saluran persegi

Keterangan:

A = luas penampang

b = lebar dasar saluran

h = tinggi air

P = keliling basah

$A = b \cdot h$

$P = b + 2h$

$R = A/P$

Dengan :

A = Luas penampang basah (m^2)

R = Jari-jari hidrolis (m)

P = Keliling penampang basah (m)

Table kebutuhan air dan harga koefisien manning dapat dilihat pada table 2.6 dan tabel 2.7

Tabel 2.6 kebutuhan air

No	Jenis Pemakaian	Kebutuhan
1	Perumahan	150 L/Org/Hari
2	Hidran Umum	30 L/Org/Hari
3	Sekolah	10 L/Murid/Hari
4	Kantor	10 L/Pegawai/Hari
5	Rumah Sakit	200 L/Unit/Hari
6	Puskesmas	2000 L/hektar/Hari
7	Pasar	12N ³ /Hektar/Hari
8	Restauran	100 L/Kursi/Hari
9	Hotel/Penginapan	150 L/Tt/hari

Sumber : Ditjen Cipta Karya Dep PU 2000

Tabel 2.7Harga koefisien manning

Bahan	koefisien manning
	N
besi tuang dilapis	0.014
Kaca	0.010
saluran beton	0.013
bata dilapis mortar	0.015
pasangan batu di semen	0.025
saluran tanah bersih	0.022
saluran tanah	0.030
saluran dengan dasar batu dengan tebing	
rumput	0.040
saluran pada galian batu padas	0.040

Sumber : Drainase Perkotaan (Wesli, 2008)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tahapan Persiapan

Tahap persiapan yang dimaksud disini adalah pengumpulan referensi dan literatur yang menjadi landasan teori serta sebagai bahan pembuatan proposal pelaksanaan. Dengan adanya tahap persiapan ini akan memberikan gambaran tentang langkah-langkah yang akan diambil selanjutnya.

3.2. Pengumpulan Data

Data dibedakan menjadi dua macam yaitu: Data Primer dan Data Sekunder. Data primer adalah data yang didapatkan dari hasil pengamatan dan pengukuran di lokasi penelitian. Sedangkan data sekunder merupakan data yang didapatkan melalui instansi-instansi terkait yaitu sebagai berikut :

3.2.1. Data curah hujan harian

Data curah hujan harian yang digunakan didapat dari 3 stasiun pengamat hujan yaitu Bertais, Monjok dan Gunungsari. Data diperoleh dari instansi-instansi yang mengelola stasiun hujan terkait yaitu Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara 1 (BWSNT1). Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan tertinggi setiap tahun dari 3 stasiun tersebut. Kemudian di bagi jumlah stasiun, dari hasil pembagian tersebut didapatkan curah hujan maksimum rata-rata perhari.

3.2.2. Dimensi saluran drainase

Data dimensi saluran drainase didapatkan langsung dengan melakukan observasi langsung pada lokasi penelitian di lapangan. Untuk mendapatkan lebar dan tinggi saluran.

3.2.3. Denah lokasi penelitian

Denah lokasi penelitian digunakan sebagai penunjuk letak saluran yang diteliti yaitu di Terowongan Jalur bypass penghubung Kota Mataram dengan Kecamatan Gerung.

3.3. Mengolah Data

Setelah mendapatkan data-data yang diperlukan kemudian langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut. Pada tahap menganalisa data dilakukan dengan menghitung data yang ada dengan rumus yang sesuai. Kemudian hasil dari pengolahan data digunakan kembali untuk mendapatkan data yang lain begitu seterusnya hingga mendapatkan hasil akhir tentang kinerja saluran drainase yang di teliti tersebut serta mendapatkan solusi yang tepat agar masalah genangan yang terjadi bisa teratasi.

3.4. Analisa Data

Setelah mengolah data kemudian dilanjutkan dengan menganalisa data yang sudah didapatkan diatas yaitu akan di dapatkan data antara lain :

1. Debit dan Curah hujan rancangan

Data debit dan curah hujan rancangan didapatkan dengan mengolah data curah hujan yang didapatkan pada tiga stasiun hujan yakni Bertais, Monjok, dan Gunungsari.

2. Kapasitas saluran

Data kapasitas saluran didapatkan dengan mengolah data exsisting saluran yang didapatkan melalui penelitian langsung dilapangan dan mengolah data curah hujan yang di dapatkan.

3.5. Evaluasi Kapasitas dan Debit Saluran

Pada tahap ini penulis mengevaluasi data-data yang sudah di dapatkan dan menentukan apakah kapasitas dan debit saluran diatas mampu mengatasi masalah genangan yang terjadi pada terowongan tersebut.

3.6. Kesimpulan dan Saran

Pada tahap terakhir ini penulis diharapkan mampu memberikan kesimpulan dan saran bagaimana mengatasi masalah genangan yang terjadi sehingga tidak terdapat lagi genangan air pada terowongan tersebut.

3.7. Bagan Alir

Metode kajian untuk menganalisa saluran drainase di terowongan jalur bypass dapat dilihat pada bagan alir dibawah :

