

SKRIPSI
PERENCANAAN SALURAN DRAINASE
DI KECAMATAN KUTA
(STUDI KASUS BANJIR DI KELURAHAN SEMINYAK, LEGIAN DAN
KUTA PADA KECAMATAN KUTA-KABUPATEN BADUNG-BALI)



Disusun Oleh :

BYPO SUPRAYOGI

02.21.091

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MALANG

2010

LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI
PERENCANAAN SALURAN DRAINASE
DI KECAMATAN KUTA
(STUDI KASUS BANJIR DI KELURAHAN SEMINYAK, LEGIAN DAN
KUTA PADA KECAMATAN KUTA-KABUPATEN BADUNG-BALI)

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
Meraih gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu (S-1)

Disusun oleh :
BYPO SUPRAYOGI
02.21.091

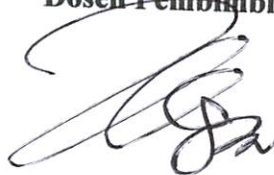
Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



(Dr. Ir.Kustamar, MT)

Dosen Pembimbing II



(Ir. H.Hirijanto, MT)

Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1



02/10
05/10

(Ir. H.Hirijanto, MT)

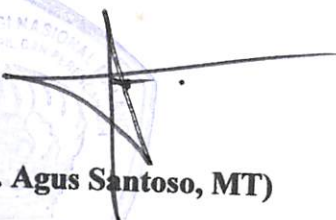
LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI
PERENCANAAN SALURAN DRAINASE
DI KECAMATAN KUTA
(STUDI KASUS BANJIR DI KELURAHAN SEMINYAK, LEGIAN DAN
KUTA PADA KECAMATAN KUTA-KABUPATEN BADUNG-BALI)

*Dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) Pada
Hari Rabu Tanggal 14 Oktober 2009 dan Diterima untuk Memenuhi Salah Satu
Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1*

Disusun oleh
BYPO SUPRAYOGI
02.21.091

Disahkan oleh:
Panitia Ujian Skripsi

Ketua



(Ir. Agus Santoso, MT)


Sekretaris



(Ir. H. Hirijanto, MT)


Anggota Penguji :

Penguji I



(Ir. Ibnu Hidayat, MT)

Penguji II



(Dr. Ir. Kustamar, MT)



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL S1
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp.551951 – 551431
MALANG**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : **BYPO SUPRAYOGI**
NIM : **02.21.091**
Jurusan : **Teknik Sipil S-1**
Fakultas : **Teknik Sipil dan Perencanaan**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

**PERENCANAAN SALURAN DRAINASE DI KECAMATAN KUTA
(STUDI KASUS BANJIR DI KELURAHAN SEMINYAK, LEGIAN DAN
KUTA PADA KECAMATAN KUTA-KABUPATEN BADUNG-BALI)**

Adalah benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur seluruh karya orang lain kecuali disebut dari sumber aslinya atau tercantum dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun

Malang, ' April 2010

Yang membuat pernyataan



Bypo Suprayogi
02.21.091

Bypo Suprayogi., 2010. **Perencanaan Saluran Drainase Kecamatan Kuta (Studi Kasus Banjir di Daerah Kuta, Legian dan Seminyak Pada Kecamatan Kuta - Kabupaten Badung - Provinsi Bali**. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil (S-1), Institut Teknologi Nasional Malang.

ABSTRAKSI

Kawasan Kuta dengan luas lahan 1.293 Ha sebagai daerah tujuan wisata internasional mengalami perkembangan pembangunan yang cukup pesat yang mengakibatkan dari tahun ke tahun terjadi alih fungsi lahan. Perubahan tata guna lahan berdasarkan studi (BAPPEDA Badung, 2004) bahwa dari tahun 2001-2007 Kawasan Seminyak–Legian–Kuta (SEMIGITA), rata-rata mencapai 14,69 % / tahun atau sekitar 55,37 Ha / tahun dengan jumlah penduduk mencapai \pm 18.996 jiwa. Perkembangan wilayah yang tidak dibarengi dengan penyediaan fasilitas saluran drainase yang memadai akan menjadi sangat rawan terjadinya banjir atau genangan yang mengakibatkan adanya kawasan-kawasan rawan banjir sehingga pada akhirnya menimbulkan keluhan-keluhan dari masyarakat di kawasan SEMIGITA. Hal ini dikarenakan saluran-saluran yang ada tidak berfungsi dengan baik akibat dari banyaknya sedimen dan sampah pada saluran tersebut serta kurangnya jumlah saluran drainase terutama pada daerah yang rawan terjadi banjir. Adapun daerah yang sering terjadi banjir atau genangan air adalah kawasan Legian (4 titik genangan), kawasan Seminyak (4 titik genangan) dan kawasan Kuta (6 titik genangan). Untuk itu perlu dilakukan evaluasi terhadap saluran drainase, sehingga dari hasil evaluasi tersebut akan diketahui metode penanganan yang dapat digunakan untuk mengurangi terjadinya banjir atau genangan air. Skripsi ini bertujuan untuk merencanakan sistem pengendali banjir sebagai alternatif untuk mengurangi terjadinya banjir atau genangan air di Kecamatan Kuta.

Pendekatan solusi berdasarkan survei, analisa hidrologi, analisa hidrolis dan analisa sistem saluran drainase. Evaluasi dan perencanaan sistem drainase ini dilakukan dengan aspek teknis. Permasalahan sistem drainase mikro adalah kurangnya kapasitas saluran dan minimnya jumlah saluran (19 saluran) dalam mengalirkan air buangan, untuk itu solusi penanganannya dapat dilakukan dengan normalisasi saluran dan perencanaan saluran baru sebanyak 17 saluran. Disamping itu perlunya pintu-pintu otomatis untuk saluran pembuang yang menuju ke laut, guna menghindari genangan yang disebabkan oleh air laut pasang.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penyusun panjatkan kehadirat Allah S.W.T, Berkat Rahmat-Nya, sehingga Penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Perencanaan Saluran Drainase Kecamatan Kuta (Studi Kasus Banjir di Daerah Kuta, Legian dan Seminyak Pada Kecamatan Kuta - Kabupaten Badung - Provinsi Bali). terselesaikannya laporan ini, berkat kerja sama yang baik antara mahasiswa, dosen pembimbing dan pihak terkait lainnya dalam memperoleh data yang dibutuhkan, untuk itu penyusun dalam kesempatan ini menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ir. H. Hirijanto, MT selaku Dosen Pembimbing II Dan sekaligus sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil (S-1)
2. Dr.Ir. H. Kustamar, MT selaku Dosen Pembimbing I.
3. Ir. H. Hirijanto, MT selaku Dosen Pembimbing II.
4. Ir. Hari Winantyo, MS (Almarhum) sebagai dosen pembimbing I
5. Ir. Ibnu Hidayat, MT sebagai dosen pembimbing II
6. Rekan-rekan yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan ini.

Penyusun menyadari bahwa laporan skripsi ini mungkin masih jauh dari sempurna, untuk itu penyusun sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun, guna penyusunan laporan tugas selanjutnya.

Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Malang, April 2010

Penyusun

DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan	
Lembar Pengesahan	
Abstraksi	i
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Maksud dan Tujuan	4
1.6 Lokasi Studi.....	4
1.7 Lokasi Genangan.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Teori Dasar	8
2.1.1 Analisa Hujan Rerata Daerah	9
2.1.2 Analisa Curah Hujan Rancangan	13
2.1.3 Uji Kesesuaian Distribusi.....	18
2.1.4 Intensitas Hujan.....	22
2.1.5 Koefisien aliran Permukaan	23
2.1.6 Luas Daerah Pengaliran	25
2.1.7 Debit Aliran.....	25

2.1.8	Debit Domestik	26
2.1.9	Tingkat Pertumbuhan Penduduk	26
2.2	Analisa Saluran Drainase	27
2.2.1	Kemiringan Dinding Saluran	28
2.2.2	Kemiringan Dasar Saluran	29
2.2.3	Jagaan (Freeboard)	29
2.2.4	Koefisien Kekasaran Manning (n)	29
2.2.5	Kecepatan Aliran(V)	30
2.2.6	Kapasitas Air Yang Terbuang (y)	31
2.2.7	Debit Banjir Rencanaan (Tc)	31
2.2.8	Bentuk Penampang Saluran (Qa)	31
2.3	Bagan Alur Pekerjaan	29

BAB III METODOLOGI PERENCANAAN

3.1.	Kegiatan Perencanaan	34
3.1.1	Ide Studi	34
3.1.2	Identifikasi Masalah	34
3.1.3	Studi Literatur	34
3.1.4	Pengumpulan Data	34
3.1.5	Analisa dan Pengolahan Data.....	37
3.2.	Kesimpulan dan Saran.....	42
3.3	Kerangka Perencanaan	43

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1	Analisa Hidrologi	45
4.1.1	Curah Hujan Rata-rata.....	45

4.1.2	Perhitungan Curah Hujan Rancangan	56
4.1.3	Uji Kesesuaian Distribusi.....	59
4.1.4	Koefisien Pengaliran	73
4.1.5	Perhitungan Waktu Konsentrasi.....	74
4.1.6	Penentuan Intensitas Curah Hujan (I)	77
4.1.7	Perkiraan Debit Banjir Rencana.....	78
4.2	Analisa Hidrolika	81
	Kapasitas Saluran Yang Ada.....	81
	Solusi Terhadap Masalah Genangan	85
	Penelusuran Banjir Saluran Drainase.....	103

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	109
5.2.	Saran.....	110

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor pariwisata merupakan unggulan daerah Bali. Untuk mempertahankan dan lebih banyak menarik kunjungan wisatawan maka perhatian yang serius tertuju pada faktor-faktor yang akan mempengaruhi kunjungan wisata. Salah satu diantaranya adalah menciptakan lingkungan yang bersih dan sehat.

Dengan dijadikannya kawasan Kuta sebagai daerah tujuan wisata internasional, maka secara tidak langsung di kawasan kecamatan kuta akan mengalami peningkatan jumlah penduduk yang sangat pesat seperti yang tercantum pada buku Badung Dalam Angka tahun 2008, dalam buku tersebut tercantum bahwa jumlah penduduk pada tahun 2006 sebesar 37.341 orang dan pada tahun 2007 jumlah penduduk mencapai 38.542 orang. Peningkatan jumlah penduduk selalu diikuti dengan peningkatan infrastruktur perkotaan seperti perumahan, sarana transportasi, air bersih, prasarana pendidikan, dan lain-lain.

Dengan meningkatnya infrastruktur perkotaan, maka akan terjadi pula perubahan tataguna lahan yang mengakibatkan peningkatan aliran permukaan dan debit puncak banjir. Permukaan sangat ditentukan oleh pola penggunaan lahan, yang diekspresikan dalam koefisien pengaliran yang bervariasi antara 0,10 (sawah) sampai 0,95 (perkerasan jalan). Hal ini menunjukkan bahwa pengalihan fungsi lahan dari sawah menjadi perkerasan jalan bisa meningkatkan debit puncak banjir sampai 9,5 kali, dan hal ini mengakibatkan prasarana drainase yang ada menjadi tidak

mampu menampung debit yang meningkat tersebut hingga terjadinya banjir/genangan.

Agar daerah studi dapat berkembang dengan cepat dan sesuai dengan tujuannya, maka perlu adanya perbaikan dan penyempurnaan saluran-saluran drainase kota dan kawasan lokasi studi sehingga mampu memberikan pelayanan yang baik bagi masyarakat. Salah satunya adalah pembangunan saluran drainase yang dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan sehingga lahan difungsikan secara optimal.

Dengan beberapa latar masalah di atas, maka penulis mencoba memberikan solusi untuk menangani masalah ini yaitu dengan memperbesar dimensi saluran dan apabila dimensi saluran yang dibutuhkan cukup besar sedangkan lahan yang tersedia sangat terbatas maka direncanakan saluran bawah jalan. Selain memperbesar dimensi saluran penulis juga merencanakan saluran baru dan pemasangan pintu otomatis pada saluran yang menuju ke laut.

1.2. Identifikasi Masalah

Penyebab genangan dan banjir yang terjadi dilokasi studi Kecamatan Kuta secara lebih rinci sebagai berikut :

1. Kondisi sistem drainase yang ada pada umumnya tidak tersusun secara optimal untuk mengatasi banjir dan genangan.
2. Kemiringan saluran drainase yang sangat kecil di kawasan yang hampir datar menyebabkan kecepatan aliran cukup kecil dan sering terjadi pengendapan lumpur yang mengurangi kapasitasnya.
3. Sedimentasi yang cukup tinggi pada setiap saluran drainase yang ada.

4. Peningkatan jumlah penduduk yang cukup pesat mengakibatkan meningkatnya kebutuhan akan lahan pemukiman maupun lahan untuk mendirikan usaha terutama di pusat kota dapat menyebabkan daerah resapan air menjadi berkurang.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan pada latar belakang maka perumusan masalah dari studi ini adalah sebagai berikut :

1. Berapakah besarnya debit banjir rancangan pada daerah studi dengan menggunakan periode ulang 5 tahun ?
2. Apakah kapasitas saluran mampu menampung debit rencana?
3. Bagaimana penanganan masalah jika terjadi banjir sehingga banjir tersebut dapat dikendalikan agar kedepannya masalah genangan atau banjir itu tidak terulang kembali ?

1.4. Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas batasan masalah dari studi ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis curah hujan dan analisa perhitungan debit banjir serta perhitungan analisa curah hujan rencana menggunakan metode Gumbel dan distribusi Log-Pearson type III, dan menghitung besarnya debit aliran menggunakan metode Rasional.
2. Mengevaluasi kapasitas saluran pada saat ini
3. Normalisasi saluran guna menangani masalah

1.5. Maksud dan Tujuan

Secara umum maksud penyusunan laporan ini adalah mengidentifikasi saluran yang ada sehubungan dengan adanya genangan.

Sedangkan tujuannya adalah untuk mengetahui kondisi saluran drainase dan keberadaan prasarana dan sarana serta langkah tindak lanjut pengamanan akibat banjir dan genangan air.

1.6. Lokasi Studi

Kawasan studi yang tercakup dalam lingkup pekerjaan ini adalah Kawasan Kecamatan Kuta - Kabupaten Badung yaitu di Kelurahan Legian, Kelurahan Seminyak dan Kelurahan Kuta. Dimana ketiga kelurahan tersebut di lalui oleh sungai Tukat mati yang memiliki panjang 12 km dan luas DAS 30 km².

Adapun batas administrasi yang menjadi batas wilayah studi untuk Identifikasi Permasalahan Banjir di wilayah Kuta adalah :

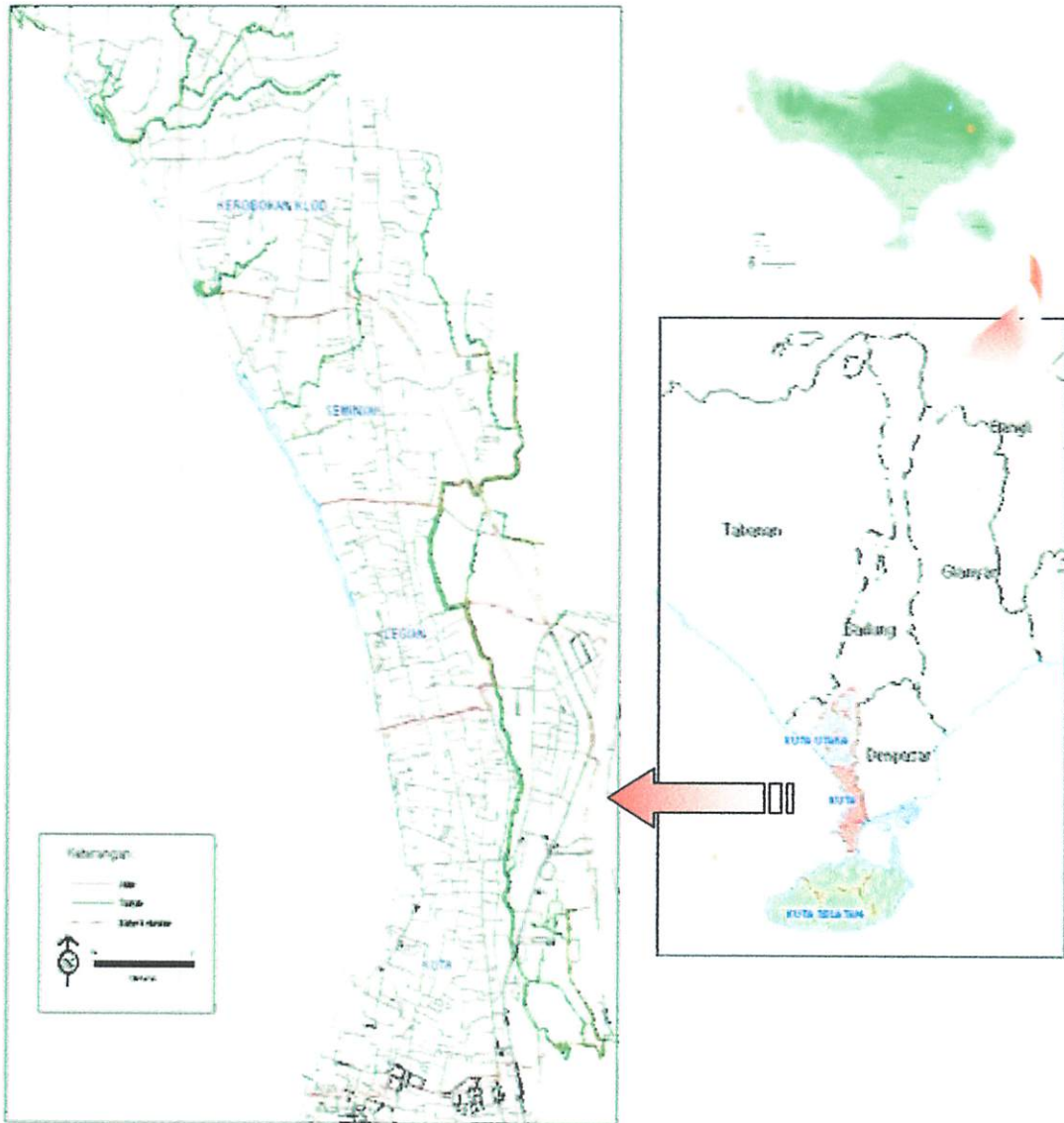
Utara: Kecamatan Kuta Utara

Selatan : Kelurahan Tuban

Barat : Samudra Indonesia

Timur : Kota Denpasar

Berikut ini adalah gambar dari lokasi studi dan batas wilayahnya :



Gambar 1.1. Lokasi Studi

1.7. Lokasi Genangan

Dalam Studi ini terdapat beberapa titik genangan yang sering terjadi, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Kelurahan Seminyak

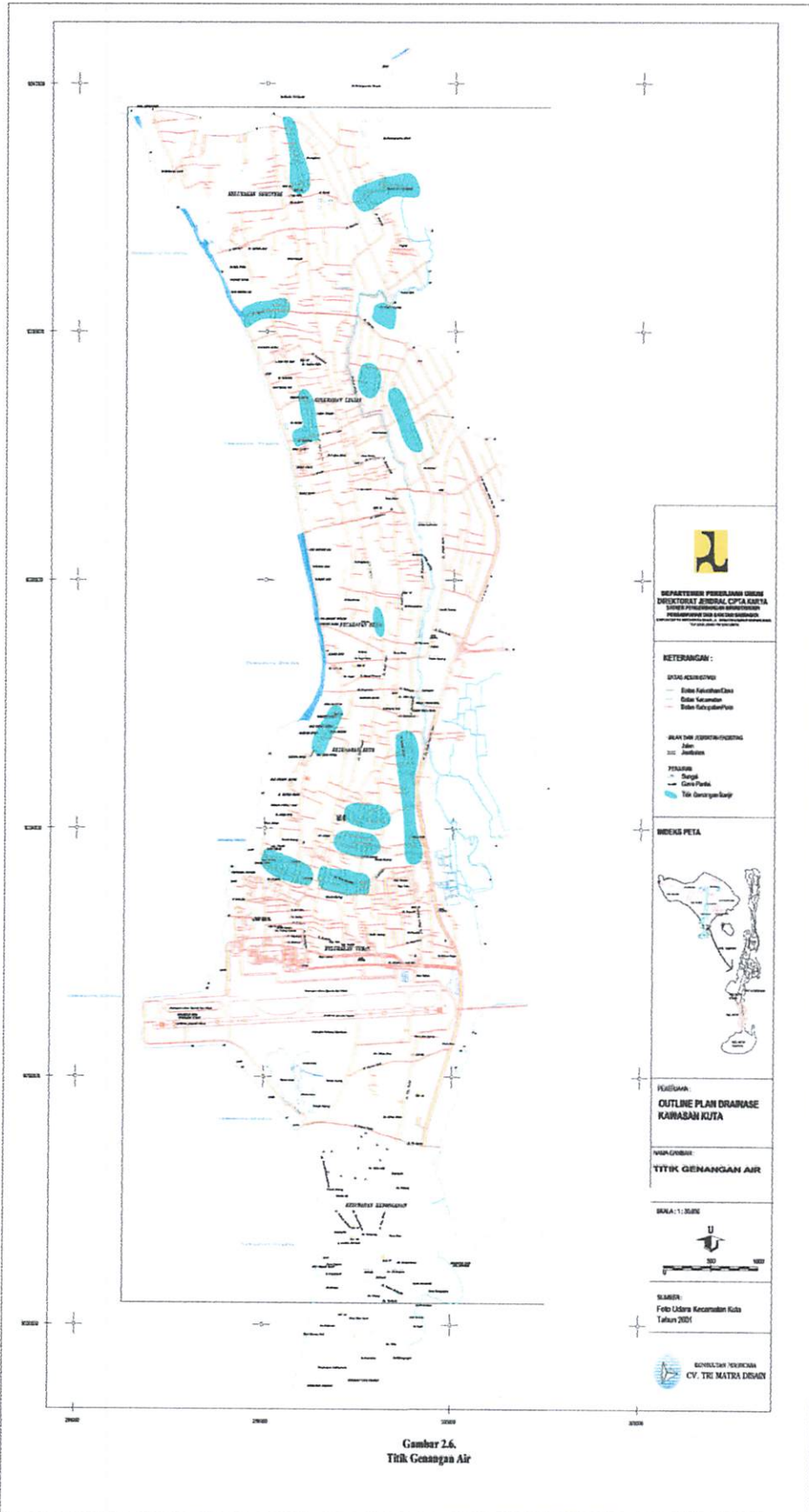
- ✓ Jl. Raya Basangkasa
- ✓ Jl. Kunti
- ✓ Jl. Laksmana
- ✓ Jl. Laksmana

2. Kelurahan Legian

- ✓ Pertigaan Jl Legian – Jl. Patih Jelantik
- ✓ Jl. Patih Jelantik (tikungan setra)
- ✓ Jl. Padma Utara
- ✓ Jl. Duoble Six
- ✓ Pertigaan Jl Arjuna-Jl Werkudara
- ✓ Jl. Dewi Sri
- ✓ L.C Legian

3. Kelurahan Kuta

- ✓ Jl. Kubuanyar
- ✓ Jl. Dewi Sartika (tikungan)
- ✓ Jl. Raya Kuta



**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
DIREKTORAT JENJANG SIPIL, CIVIL ABRIYA**
Selanjutnya Program Studi dan Departemen
Perencanaan dan Desain Lingkungan
Perencanaan dan Desain Lingkungan
Perencanaan dan Desain Lingkungan

KETERANGAN :

LEJAK ALIRAN AIR

- Saluran Kolektor/Canal
- Saluran Kolektor
- Saluran Kolektor/Pipa

ALAS DAN JERUMBAH/POKONG

- Jalan
- Jembatan

PETA

- Dangkal
- Ganda/Panda
- Titik Overkap/Sag

REKING PETA

KULIAHWA

**OUTLINE PLAN DRAINASE
KABAN KUDA**

WAKA/GROUPEK

TYIK GENANGAN AIR

SKALA: 1:5000

SKALA:

Foto Udara Kecamatan Kuda
Tahun 2001

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
CV. THE MATRA DESIGN**

Gambar 2.6
Titik Genangan Air

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Teori Dasar

Analisa hidrologi tidak hanya diperlukan dalam perencanaan bangunan air, seperti bendungan, bangunan pengendali banjir, dan bangunan irigasi, tetapi juga bangunan jalan raya, lapangan terbang dan bangunan lainnya. Kegagalan dalam perhitungan drainase jalan dapat berakibat terjadinya keruntuhan dini pada jalan raya, demikian juga pada lapangan terbang, lapangan olah raga dan fasilitas-fasilitas lainnya.

Drainase air hujan daerah perkotaan adalah pengendalian banjir dalam lingkup kecil dengan keistimewaan bahwa data aliran yang ditelitinya hampir tak pernah tersedia. pada drainase perkotaan, pemecahan yang dilakukan adalah perbaikan saluran, baik berupa perbaikan selokan maupun saluran air hujan yang ditanam dalam tanah.

Proyek-proyek drainase hampir selalu berurusan dengan aliran dari daerah-daerah yang tak ada pengukurannya. sehingga banjir-banjir rencana haruslah disintesakan dari data hujan. Untuk drainase kota, metode yang paling luas dipergunakan adalah rumus rasional yang mempergunakan data curah hujan dengan frekuensi yang diinginkan. Disamping itu, berkurangnya debit puncak akibat tampungan got-got dan saluran pembuangan limbah diabaikan, sehingga puncak-puncak aliran dari berbagai sub daerah dari system yang bersangkutan dianggap sinkron. (Teknik sumber daya air - Joseph B Franzini.).

Namun perencanaan fasilitas transportasi bukan satu-satunya kegiatan yang harus mempertimbangkan kelancaran air akibat hujan. Setiap kegiatan yang melibatkan lahan sebagai obyek, seperti perumahan, perkantoran, dan industri harus pula mempertimbangkan aliran air hujan. Pada waktu pembukaan lahan, perlu diperhatikan pola drainase pasca pengembangan. Pengembangan lahan biasanya diikuti penambahan lapisan kedap air yang berakibat pada peningkatan laju dan volume aliran permukaan. Sehingga pada tempat-tempat tertentu perlu dibuat bangunan pengendali air hujan. Di samping itu, yang tak kalah penting dalam pembukaan lahan adalah penyediaan fasilitas pengendali sedimen untuk menjamin bahwa tanah yang tererosi tidak masuk ke saluran.

Dari penjelasan diatas dapat dipahami bahwa analisis hidrologi merupakan bidang yang sangat rumit dan kompleks. Hal ini disebabkan oleh ketidak pastian dalam hidrologi, keterbatasan teori dan rekaman data, hingga keterbatasan ekonomi. Hujan adalah kejadian yang tidak dapat diprediksi. Artinya, kita tidak dapat memprediksi secara pasti seberapa besar hujan yang akan terjadi pada suatu periode waktu. (Suripin, 2004 hal. 19-20)

2.1.2. Analisa Hujan Rerata Daerah

Data curah hujan ada beberapa macam, yaitu curah hujan harian, bulanan, tahunan dan curah hujan jam-jaman (periode pendek). Untuk perencanaan saluran drainase perkotaan di butuhkan data curah hujan periode pendek, untuk data yang lainnya tidak dapat di gunakan, kecuali tidak di peroleh data curah hujan periode pendek, dapat dikumpulkan data curah hujan lainnya untuk di kemudian di distribusi menjadi curah hujan jam-jaman atau periode yang lebih kecil dengan menggunakan pendekatan empiris. (Buku ajar megister ITS Srabaya)

Dalam analisa selanjutnya yang perlu diketahui adalah besarnya hujan rerata daerah. Dalam studi ini metode ada tiga macam cara yang umum digunakan dalam menghitung hujan rerata daerah yaitu :

1. Metode rata-rata Aljabar

Metode ini di asumsikan bahwa semua penakar hujan mempunyai pengaruh yang setara. Hujan kawasan diperoleh dari persamaan (Suripin,2004:27) :

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{d_i}{n} \dots\dots\dots(2-2)$$

dimana :

d = tinggi curah hujan rata – rata areal

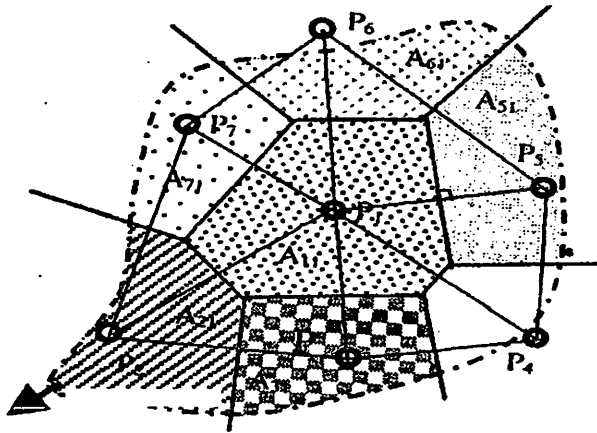
d₁, d₂, d₃, ... d_n = Tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, 3, ... n

n = banyaknya pos penakar

Cara ini akan memberikan hasil yang dapat di percaya, asalkan pos-pos penakarnya terbagi merata di areal tersebut, dan hasil penakaran masing-masing pos penakar tidak menyimpang jauh dari rata-rata pos penakar.

2. Cara polygon Thiessen

Cara ini didasarkan atas rata-rata timbang (weight average). Masing-masing penakar mempunyai daerah pengaruh yang dibentuk dengan menggambar garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar.



Gambar 1 Peta Polygon Thiesen

Misal A1 adalah luas daerah pengaruh pos penakar 1, A2 adalah luas daerah pos penakar 2, dan seterusnya.

Jumlah $A_1 + A_2 + \dots + A_n = A$, merupakan jumlah luas daerah /seluruh areal yang dicari tinggi curah hujannya.

Jika pos penakar 1 menakar tinggi hujan R_1 , pos penakar 2 menakar hujan R_2 hingga pos penakar n menakar hujan R_n , maka

$$\bar{R} = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + A_3 \cdot R_3 \dots A_n \cdot R_n}{A} \dots\dots\dots(2-3)$$

Jika $\frac{A_i}{A} = p_i$ yang merupakan prosentase luas maka:

$$\bar{R} = p_i \times R_i$$

dimana:

A = luas daerah

\bar{R} = tinggi curah hujan rata-rata areal

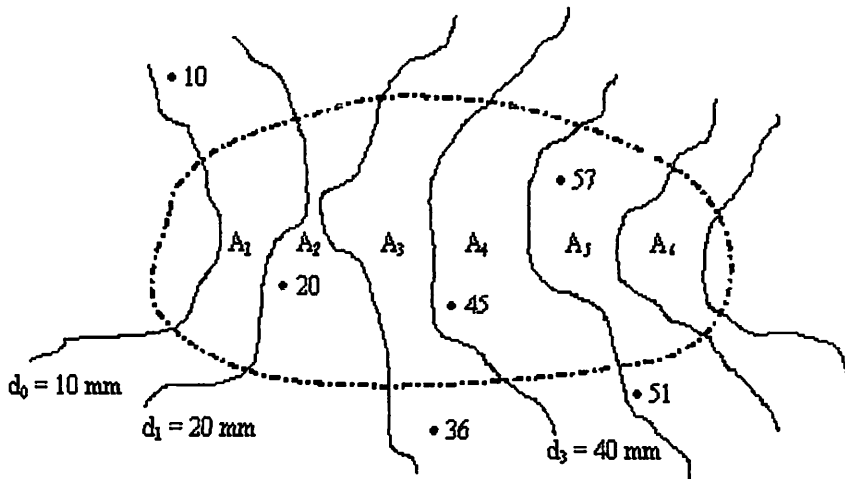
$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ = tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, 3, ..., n

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = luas daerah pengaruh pos 1, 2, 3, ..., n

$$\sum_1^n p_i = \text{jumlah prosentase luas} = 100 \%$$

Cara Isohyet

Dalam hal ini kita harus menggambar dahulu garis contour/garis tranches dengan tinggi hujan yang sama (isohyet), seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2 Peta Isohyet

Kemudian luas di antara isohyet-isohyet yang berdekatan diukur dan harga rata-ratanya dihitung sebagai harga rata-rata timbang dari nilai contour, seperti berikut ini :

$$P = \frac{\sum A \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right)}{\sum A} \dots\dots\dots(2-4)$$

di mana :

A = luas areal yang dibatasi oleh isohyet-isohyet.

P = curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan.

Ini adalah cara yang paling teliti, tetapi membutuhkan jaringan pos penakar yang relatif lebih padat guna memungkinkan untuk membuat garis-garis isohyet.

Berikut ini adalah faktor-faktor yang digunakan untuk memilih metode mana yang di pakai dari ketiga metode di atas yang berdasarkan luas DAS :

Tabel 2.1 Pemilihan metode analisa hujan berdasarkan Luas DAS

DAS besar ($> 5000 \text{ km}^2$)	Metode Isohyet
DAS sedang (500 s/d 5000 km^2)	Metode Thiessen
DAS kecil ($< 500 \text{ km}^2$)	Metode Rata-rata Aljabar

(Sumber : Suripin, 2004.Hal 31)

Dari ketiga pertimbangan diatas penulis dapat mengambil kesimpulan bahwa metode yang dapat digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah Metode Rata – rata Aljabar, karena luas DAS hanya 30 km^2 .

2.1.2. Analisa Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan adalah curah hujan terbesar tahunan yang mungkin terjadi di dalam suatu daerah dengan kala ulang tertentu seperti 10, 25, 50, 100. Dalam perencanaannya saluran sebaiknya kala ulang banjir rencana di tetapkan tidak terlalu kecil, agar tidak terlalu sering terjadi kerusakan dan jangan pula terlalu besar sehingga menjaai tidak ekonomis. Untuk itu dalam merencanakannya dapat dipakai standar yang telah ditetapkan seperti pada tabel 2.2 Dengan masa / kala ulang tertentu, seperti 5-tahunan, 10-tahunan, 25-tahunan, 50-tahunan atau 100-tahunan.

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	Hidrogaf Satuan

(Sumber : Suripin, 2004.Hal 241)

Dalam laporan ini metode untuk menganalisa curah hujan rancangan adalah metode E.J. Gumbel dan Log Pearson Type III,

Berikut ini adalah langkah-langkah penggunaan Metode yang digunakan:

1. Metode E.J. Gumbel

Rumus yang dipakai adalah sebagai berikut :

$$X_T = X + K \cdot S \dots\dots\dots(2-5)$$

Dimana :

X_T = variasi yang diextrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun.

X = Harga rata - rata dari data (mm)

$$= \frac{1}{n} \cdot \sum_1^n X_i \dots\dots\dots(2-6)$$

S = standart deviasi

$$= \sqrt{\frac{\sum_1^n (x - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2-7)$$

K = Faktor probabilitas

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2-8)$$

Dimana :

Y_T = reduced variety sebagai fungsi dari waktu ulang T, untuk disttibusi E.J Gumbel.

Y_n = reduced Mean sebagai fungsi dari banyak data (n).

S_n = reduced standart deviation sebagai fungsi dari banyak data (n).

Dimana ilai Y_n , S_n dan Y_T dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.3 Reduced Mean, Y_n

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.5222
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5309	0.5320	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.5396	0.5403	0.5410	0.5418	0.5424	0.5436
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5221	0.5524	0.5527	0.5530	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.5600	0.5602	0.5603	0.5604	0.5606	0.5607	0.5608	0.5509	0.5610	0.5611

(Sumber : Suripin, 2004.Hal 51)

Tabel 2.4 Reduced Standard Deviatin, S_n

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.9971	1.0095	1.0216	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1080
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
50	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.1930
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.2020	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.2060
100	1.2065	1.2069	1.2073	1.2077	1.2081	1.2084	1.2087	1.2090	1.2093	1.2096

(Sumber : Suripin, 2004 Hal 52)

Tabel 2.5 Reduced Variate, Y_T

Periode Ulang Tr (tahun)	Reduced Varied, Yt	Periode Ulang Tr (tahun)	Reduced Varied, Yt
2	0.3668	100	4.6012
5	1.5004	200	5.2969
10	2.251	250	5.5206
20	2.9709	500	6.2149
25	3.1993	1000	6.9087
50	3.9028	5000	8.5188
75	4.3117	10000	9.2121

(Sumber : Suripin,2004.Hal 52)

Dengan mendistribusikan persamaan (2.5) dan (2.8), maka diperoleh :

$$X_T = X + \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \cdot S_x$$

$$X_T = X + \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \cdot [Y_T - Y_n] \dots\dots\dots(2-9)$$

Jika : $\frac{1}{a} = \frac{S_x}{S_n}$ dan $b = X - \frac{S_x}{S_n} \cdot Y_n$

$$b = X - \frac{Y_n}{a}$$

Maka persamaan diatas menjadi :

$$X_T = b + \frac{1}{a} Y_T \dots\dots\dots(12-10)$$

Dimana :

- X_T = besarnya hujan dengan waktu balik T tahun (mm)
- Y_T = reduced variate

2. Metode Log-Pearson Type III

- Ubah data kedalam bentuk logaritmis, $X = \text{Log } X$.
- Hitung nilai rerata :

$$\overline{\text{Log}X} = \sum_{i=1}^n \frac{\text{log}X}{n} \dots\dots\dots(2-11)$$

- Hitung harga simpanan baku (Standard Deviasi) :

$$S = \left[\sum_{i=1}^n \frac{(\text{log } X - \text{log } \overline{X})^2}{n-1} \right]^{1/2} \quad (2-12)$$

- Hitung koefisien kemencengan :

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{log}X - \text{log}\overline{X})^3}{(n-1)(n-2)(\sigma_{\text{log}x})^3} \dots\dots\dots(2-13)$$

- Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus :

$$\text{Log } X_T = \log \bar{X} + Ks \dots\dots\dots(2-14)$$

Dimana K adalah variabel standar untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan Cs. Faktor frekuensi K, diperoleh dari tabel untuk setiap Cs positif atau negatif seperti pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Nilai K untuk distribusi Log-person III

Koef. Cs	Interval kejadian, tahun (periode ulang)					
	Persentase peluang terlampaui					
	50	20	10	4	2	1
3	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889
2,4	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,484	3,499
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,034	2,542	3,022
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,800	2,261	2,615
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0	-0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,880	0,900	0,905

-2,4	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	0,396	0,636	0,666	0,666	0,666	0,670

(Sumber : Suripin,2004.Hal 43)

2.1.3. Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kecocokan (testing of goodness of fit) sangat dibutuhkan untuk menguji sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang direncanakan dapat mewakili distribusi sample data yang di analisa. Pengujian dengan uji kecocokan (testing of goodness of fit)dapat dilakukan dengan dua cara yaitu Uji Smirnov Kolmogorov dan Uji Chi-kuadrat.

1. Uji Chi-kuadrat

Uji chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah di pilih dapat mewkili distribusi statistik data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2 yang dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$X_k^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2-14)$$

Dimana :

- X^2 = Harga Chi kuadrat
- G = jumlah sub kelompok
- O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i
- E_i = jumlah nilai teorispada sub kelompok i

Nilai X_k^2 ini harus lebih dari harga X^2 (chi-kuadrat).Nilai X_2 dapat dilihat pada Tabel 2.7 berikut :

Tabel. 2.7 Harga Chi-Square untuk Chi-Square Test

dk	α Derajat kepercayaan							
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.0000393	0.000157	0.000982	0.00393	3.841	5.024	6.635	7.879
2	0.01	0.0201	0.0506	0.103	5.991	7.378	9.21	10.597
3	0.0717	0.115	0.216	0.352	7.815	9.348	11.345	12.838
4	0.207	0.297	0.484	0.711	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.554	0.831	1.145	11.070	12.832	15.086	16.750
6	0.676	0.872	1.237	1.635	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.690	2.167	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.344	1.646	2.180	2.733	15.507	17.535	20.090	21.955
9	1.735	2.088	2.700	3.325	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.156	2.558	3.247	3.940	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	19.675	21.920	24.725	26.757
12	3.074	3.571	4.404	5.226	21.026	23.337	26.712	28.300
13	3.565	4.107	5.009	5.892	22.362	24.736	27.688	29.819
14	4.075	4.660	5.629	6.571	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.601	5.229	6.262	7.261	24.996	27.488	30.578	32.801
16	5.142	5.812	6.908	7.962	26.296	28.845	32.000	34.267
17	5.697	6.408	7.564	8.672	27.587	30.191	33.409	35.718
18	6.265	7.015	8.231	9.390	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.844	7.633	8.907	10.117	30.144	32.852	36.191	38.582
20	7.434	8.260	9.591	10.851	31.410	34.170	37.566	39.997
21	8.034	8.897	10.283	11.591	32.671	35.479	38.932	41.401
22	8.643	9.542	10.982	12.338	33.924	36.781	40.289	42.796
23	9.260	10.196	11.689	13.091	36.172	38.076	41.638	44.181
24	9.886	10.856	12.401	13.848	36.415	39.364	42.98	45.558
25	10.52	11.524	13.12	14.611	37.652	40.646	44.314	46.928
26	11.16	12.198	13.844	15.379	38.885	41.923	45.642	48.29
27	11.808	12.879	14.573	16.151	40.113	43.194	46.963	49.645
28	12.461	13.565	15.308	16.928	41.337	44.461	48.278	50.993
29	13.121	14.256	16.047	17.708	42.557	45.722	49.588	52.336
30	13.787	14.953	16.791	18.493	43.773	46.979	50.892	53.672

(Sumber : Suripin,2004. Hal 372)

Prosedur uji chi-khuadrat adalah sebagai berikut :

1. Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya)
2. Kelompokkan data menjadi sub-grup yang masing-masing beranggotakan minimal 4 data pengamatan atau dihitung dengan cara :

$$K = 1 + 3,3 \log n \dots\dots\dots(2-15)$$

3. Jumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap sub-grup.
4. Jumlahkan dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i .

$$E_i = \frac{n}{k} \dots\dots\dots(2-16)$$

5. Pada tiap-tiap sub-grup hitung nilai :

$$(O_i - E_i)^2 \text{ dan } \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

6. Jumlahkan seluruh G sub-grup nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai chi-kuadrat hitung.
7. Tentukan derajat kebebasan (dk) = $k - h - 1$ (nilai $h = 2$ untuk distribusi normal dan binominal).

Interpretasi hasil uji adalah sebagai berikut :

1. Apabila peluang lebih dari 5 %, maka persamaan distribusi yang digunakan dapat di terima.
2. Apabila peluang kurang dari 1 %, maka persamaan distribusi yang digunakan tidak dapat di terima.
3. Apabila peluang berada diantara 1 – 5 (%), maka tidak mungkin mengambil keputusan , misal perlu data tambahan

2. uji Smirnov Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-kolmogorof sering disebut juga uji kecocokan non parametik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Prosedur pelaksanaannya adalah sebagai berikut :

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

$$X_1 = P (X_1)$$

$$X_2 = P (X_2)$$

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

$$P = \left(\frac{m}{n+1} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(2-17)$$

Dimana :

P = Probabilitas / peluang dengan rumus Weibul

m = Nomor urutan

n = Besarnya sample atau banyaknya data

- b. Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya)

$$X_1 = P' (X_1)$$

$$X_2 = P' (X_2)$$

$$X_3 = P' (X_3), \text{ dan seerusnya.}$$

- c. Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D = \text{maksimum} (P (X_n) - P' (X_n))$$

- d. Berdasarkan **tabel 2.3** nilai kritis (Smirnov-Kolmogorov Test) tentukan harga D_0 dari **tabel 2.8**.

Tabel 2.8 Nilai kritis Do untuk uji Smirnov-Kolmogorov

n	Derajat kepercayaan			
	0.2	0.1	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.67
15	0.27	0.3	0.34	0.4
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.2	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.2	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
n > 50	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{n}}$

(Sumber : Suripin,2004.Hal 59)

2.1.4. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi air hujan per satuan waktu, yang mana besarnya dapat di hitung dengan rumus Mononobe yaitu:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{T_c} \right]^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(2-18)$$

Dimana :

I = intensitas hujan (mm/jam)

R = curah hujan maksimum yang terjadi selama 24 jam (mm)

Tc = waktu konsentrasi (time of consentration)

Pentuan Tc menggunakan Kirpich seperti pada persamaan dibawah ini :

$$Tc = 0.0195 \times \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77} \dots\dots\dots(2-19)$$

Dimana :

L = panjang saluran

S = kemiringan dasar saluran

2.1.5. Koefisien Aliran Permukaan (C)

Koefisien pengaliran adalah suatu variabel yang didasarkan pada kondisi daerah pengaliran dan karakteristik hujan yang jatuh di daerah tersebut.

Adapun kondisi dan karakteristik yang dimaksud adalah :

- 1.Keadaan hujan
- 2.Luas dan bentuk daerah aliran
- 3.Kemiringan daerah aliran dan kemiringan dasar sungai
- 4.Daya infiltrasi dan perkolasi tanah
- 5.Kebasahan tanah
- 6.Suhu udara dan angin serta evaporasi dan
- 7.Tata guna tanah

Nilai – nilai dari koefisien pengaliran didapatkan dari pengamatan medan, misalnya permeabilitas tanah. Semakin besar permeabilitas tanah maka semakin besar pula daerah resapan air sehingga lipasan menjadi sedikit.

Koefisien pengaliran yang disajikan pada tabel 2.5 berikut, didasarkan dengan suatu pertimbangan bahwa koefisien tersebut sangat tergantung pada faktor - faktor fisik. Adapun rumus untuk mendapatkan nilai C adalah sebagai berikut :

$$C = \frac{(C1 \times A1) + (C2 \times A2) + \dots (Cn \times An)}{\sum A} \dots\dots\dots(2-20)$$

Tabel 2.9 Angka Koefisien Pengaliran

Diskripsi lahan / karakter permukaan		Koefisien aliran (C)
Business		
	perkotaan	0,70 - 0,95
	pinggiran	0,50 - 0,70
Perumahan		
	rumah tunggal	0,30 - 0,50
	multiunit, terpisah	0,40 - 0,60
	multiunit, tergabung	0,60 - 0,75
	perkampungan	0,25 - 0,40
	apartemen	0,50 - 0,70
Industri		
	ringan	0,50 - 0,80
	berat	0,60 - 0,90
Perkerasan		
	aspal dan beton	0,70 - 0,95
	batu bata, paving	0,50 - 0,70
Atap		0,75 - 0,95
Halaman, tanah berpasir		
	datar 2%	0,05 - 0,10
	Rata-rata, 2-7%	0,10 - 0,15
	curam, 7%	0,15 - 0,20
Halaman, tanah berat		
	datar 2%	0,13 - 0,17
	rata-rata, 2 - 7%	0,18 - 0,22
	curam, 7%	0,25 - 0,35

Diskripsi lahan / karakter permukaan		Koefisien aliran (C)
Halaman kereta api		0,10 - 0,35
Taman tempat bermain		0,20 - 0,35
Taman, pekuburan		0,10 - 0,25
Hutan		
	datar, 0-5%	0,10 - 0,40
	bergelombang, 5 - 10%	0,25 - 0,50
	berbukit, 10-30%	0,30 - 0,60

(Sumber : Suripin, 1989. hal 81)

Tabel 2.10 Koefisien aliran untuk metode Rasional

Koefisien aliran $C = C_t + C_s + C_v$					
Topografi, C_t		Tanah, C_s		Vegetasi, C_v	
(<1%)	0,03	Pasir dan gravel	0,04	Hutan	0,04
lombang(1-10%)	0,08	Lempung berpasir	0,08	Pertanian	0,11
dtan(10-20%)	0,16	Lempung dan lanau	0,16	Padang rumput	0,21
ungan (>20%)	0,26	Lapisan batu	0,26	Tanpa tanaman	0,28

(Sumber : Suripin, 1989. hal 81)

2.1.6. Luas Daerah Pengaliran (A)

Yang dimaksud dengan luas daerah pengaliran disini adalah luas daerah tangkapan air hujan yang harus dilayani oleh saluran yang direncanakan. Luas daerah pengaliran ditentukan berdasarkan ketinggian daerah rencana. Sehingga dalam menentukannya perencana harus mengetahui keadaan topografi wilayah tersebut. Luas DAS sungai Tukat Mati adalah 30 km^2 dengan panjang sungai 12 km (sumber : Bapeda Kabupaten Badung).

2.1.7. Debit Aliran

Untuk menghitung besarnya debit aliran, umumnya dilakukan dengan Metode Rasional. Hal ini dilakukan karena luas daerah pengaliran relatif tidak terlalu besar / luas seperti pada tabel 2.1. Metode rasional dikembangkan berdasarkan asumsi bahwa hujan yang terjadi mempunyai intensitas seragam dan merata di seluruh DAS. Persamaan matematik metode Rasional dinyatakan dalam bentuk sebagai berikut :

$$Q_a = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(2-21)$$

2.1.8. Debit Domestik

Debit domestik atau debit air kotor adalah banyaknya air buangan yang berasal dari aktivitas manusia. Baik berasal dari rumah tangga, bangunan gedung. Instalasi dan sebagainya. Untuk memperkirakannya perlu diketahui terlebih dahulu jumlah kebutuhan air rata-rata dan jumlah penduduk daerah studi. Kemudian data yang didapatkan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Q_d = P_n \times A \times \gamma \dots\dots\dots(2-22)$$

Dimana :

- Q_d = debit air kotor (m^3/dt)
- P_n = jumlah pertumbuhan penduduk (jiwa)
- A = luas daerah pengaliran (km^2)
- γ = besarnya kapasitas air yang akan terbuang ($m/dt/orang$)

2.1.9. Tingkat Pertumbuhan penduduk (P_n)

Untuk memproyeksikannya dapat digunakan cara perhitungan pertumbuhan geometri (Geometrik rate of growth) dan pertumbuhan eksponensial (Exponensial rate of growth). Kedua perhitungan tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut :

- a. Pertumbuhan geometri (Anonim, 1983 : 6)

Pertumbuhan penduduk yang menggunakan dasar bunga berbunga (bunga majemuk), dimana angka pertumbuhannya adalah sama untuk setiap tahun. Ramalan laju pertumbuhan geometri adalah sebagai berikut :

$$P_n = P_o (1 + r)^n \dots\dots\dots(2-23)$$

Dimana:

- P_n : jumlah penduduk pada tahun n
- P_o : jumlah penduduk pada tahun awal
- r : angka pertumbuhan penduduk (%)
- n : jangka waktu (tahun)

b. Pertumbuhan Eksponensial (Anonirn, 1983 : 7)

Metode ini mengasumsikan bahwa pertumbuhan terjadi secara terus menerus (continue) setiap hari dengan angka pertumbuhan konstan. Perhitungan penduduk secara eksponensial ini adalah lebih tepat, mengingat dalam kenyataanya pertumbuhan penduduk juga berlangsung terus menerus.

$$P_n = P_0 \cdot e^{r \cdot n} \dots\dots\dots(2-24)$$

Dimana :

- P_n : jumlah penduduk pada tahun ke n
- P_0 : jumlah penduduk pada tahun awal
- r : angka pertumbuhan penduduk (%)
- n : jangka waktu (tahun)
- e : bilangan pokok dari sistem logaritma alam = 2,718

2.2. Analisa Saluran Drainase

Sebelum menganalisa dimensi saluran, langkah pertama yang harus diketahui adalah seberapa luas daerah yang akan dikeringkan oleh saluran tersebut. Dengan demikian dapat dihitung beban yang diterima saluran tersebut. Adapun aspek-aspek yang perlu diperhatikan dalam perencanaan drainase dilihat dari sisi hidrolika antara lain :

- Kecepatan maksimum aliran agar ditentukan tidak lebih besar dari kecepatan maksimum yang di ijinakan sehingga tidak terjadi penggerusan dan juga tidak lebih kecil dari kecepatan minimum yang di ijinakan agar tidak terjadi pengendapan.
- Bentuk penampang hendaknya dipilih berupa segiempat, traepsium,lingkaran atau kombinasi dari beberapa bentuk di atas.

- Saluran hendaknya dibuat dalam bentuk majemuk, terdiri dari saluran kecil dan saluran besar guna mengurangi beban pemeliharaan.
- Dimensi bangunan pelengkap seperti gorong-gorong, pintu air dan lubang pemeriksaan agar ditentukan berdasarkan kriteria perencanaan sesuai dengan jenis kota, daerah dan macam saluran.

2.2.1. Kemiringan Dinding Saluran

Lapisan dasar dan dinding saluran drainase bisa dibuat dari : beton, pasangan batu kali, pasangan batu merah, aspal, kayu, besi cor, baja, plastik dan lain-lain. Pemilihan material tersebut tergantung pada tersedianya bahan serta harga bahan yang dipakai.

Penampang melintang saluran drainase pada umumnya dipakai bentuk segi empat, karena dipandang lebih efisien dalam pembebasan tanahnya jika dibandingkan dengan saluran bentuk trapesium. Namun untuk keadaan tertentu bila dipakai bentuk trapesium, maka besarnya kemiringan dinding saluran dianjurkan sesuai dengan jenis bahan saluran. Besarnya kemiringan dinding saluran dapat dilihat pada tabel 2.11 berikut :

Tabel 2.11 Kemiringan dinding saluran

Bahan saluran	Kemiringan dinding (m)
Batuan / cadas	0
Tanah luntur	0,25
Lempung keras / tanah	0.5 - 1
Tanah dengan pasangan batuan	1
Lempung	1,5
Tanah berpasir lepas	2
Lumpur berpasir	3

(Sumber : Anonim, drainase perkotaan)

2.2.2. Kemiringan Saluran (S)

Kemiringan saluran yang dimaksud disini adalah kemiringan dasar saluran. Yang mana kemiringan dasar saluran maksimum yang diperbolehkan adalah 0.001 - 0.07, Sesuai dengan eksisting dimensi saluran yang ada.

2.2.3. Jagaan (Freeboard)

Yang dimaksud jagaan atau freeboard dari suatu saluran adalah jarak vertikal dari permukaan air pada kondisi desain ke puncak tanggul saluran. Tinggi jagaan tergantung dari besarnya debit banjir (seperti diuraikan pada Tabel 2.12).

Besarnya tinggi jagaan bervariasi antara 0,15 m sampai dengan 1 m, tetapi umumnya diambil antara 0,3 m sampai 0,6. Tinggi freeboard yang paling rendah ditentukan sebesar 10 cm di atas permukaan air rencana untuk debit maksimum rencana (Q_{maks}). (Buku Ajar Register Teknik Lingkungan ITS)

Tabel 2.12. Tinggi Freeboard

Q (m ³ /dt)	Tinggi Jagaan Minimum (m)
0,00 - 0,30	0,30
0,30 - 0,50	0,40
0,50 - 1,50	0,50
1,50 - 15,0	0,60
15,0 - 25,0	0,75
25,0	1,00

(Standar Puslitbang Air, Dep. PU)

2.2.4. Koefisien Kekasaran Manning

Dari macam-macam jenis saluran baik berupa saluran tanah maupun dengan pasangan, masing-masing memiliki kekasaran yang berbeda. Hal ini bergantung pada perbedaan bahan atau material dari saluran tersebut. Nilai koefisien n Manning untuk berbagai macam saluran secara lengkap dapat dilihat dari berbagai

referensi, disini penulis mencoba menampilkan harga koefisien kekasaran Manning pada Tabel 2.13 berikut ini:

Tabel 2.13 Koefisien Kekasaran Saluran

No.	Tipe Saluran dan jenis bahan	Harga n		
		Minimum	Normal	Maksimum
1	Beton			
	• Gorong-gorong lurus dan bebas dari kotoran	0,010	0,011	0,013
	• Gorong-gorong dengan kelengkungan dan sedikit kotor	0,011	0,013	0,014
	• Beton dipoles	0,011	0,012	0,014
	• Saluran pembuang dengan bak kontrol	0,013	0,015	0,017
2	Tanah, lurus dan seragam			
	• Bersih baru	0,016	0,018	0,020
	• Bersih telah melapuk	0,018	0,022	0,025
	• Berkerikil	0,022	0,025	0,030
	• Berumput pendek, sedikit tanaman pengganggu	0,022	0,027	0,033
3	Saluran alam			
	• Bersih lurus	0,025	0,030	0,033
	• Bersih, berkelok-kelok	0,033	0,040	0,045
	• Banyak tanaman pengganggu	0,050	0,070	0,080
	• Dataran banjir berumput pendek - tinggi	0,025	0,030	0,035
	• Saluran di belukar	0,035	0,050	0,070

(Sumber : Suripin,2004. Hal 145)

2.2.5. Kecepatan Aliran (V)

Untuk merencanakan kecepatan aliran pada penampang saluran drainase digunakan pendekatan dengan menggunakan rumus Manning, yaitu :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \dots\dots\dots(2-25)$$

Dimana :

V = Kecepatan Aliran (m/dt)

R = Jari-jari hidrolis (m)

n = Angka kekasaran

S = Kemiringan dasar saluran

2.2.6. Pehitungan Kapasitas Air Yang Terbuang (y)

Dengan berpedoman pada perkiraan jumlah kebutuhan air rata-rala di Kota Kuta sebesar 150 liter/hari/orang, maka dianggap besarnya air yang terbuang adalah 80 % dari kebutuhan air bersih. Sehingga air kotor yang terbuang sebesar $150 \times 80 \% = 120$ liter/hari/orang atau setara dengan 0.12 m /hari/orang (denganasumsi 1 liter = 0.001 m). Maka dapat dihitung besarnya air yang terbuang setiap detik sebesar 1.389×10^{-3} m /detik/orang..

2.2.7. Pehitungan Debit Banjir Rencana (Q_{renc})

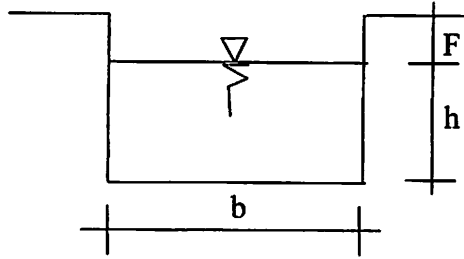
Debit banjir rencana suatu saluran, merupakan penjumlahan antara debit air hujan dengan debit air domestik, sehingga didapat perhitungan sebagai berikut :

$$Q_{renc} = Q_a + Q_d$$

2.2.8. Bentuk - Bentuk Penampang Saluran Drainase

Dalam pendimensian saluran yang patut menjadi perhatian kita adalah saluran tersebut harus efisien dan ekonomis. Artinya saluran yang kita rencanakan tidak boros (dimensi saluran tidak berlebihan), mudah untuk dibuat dan harganya murah. Ada beberapa bentuk penampang melintang saluran yang bias digunakan dalam merencanakan saluran drainase, diantaranya :

Penampang Segi empat



$$B = 2h \dots\dots\dots(2-26)$$

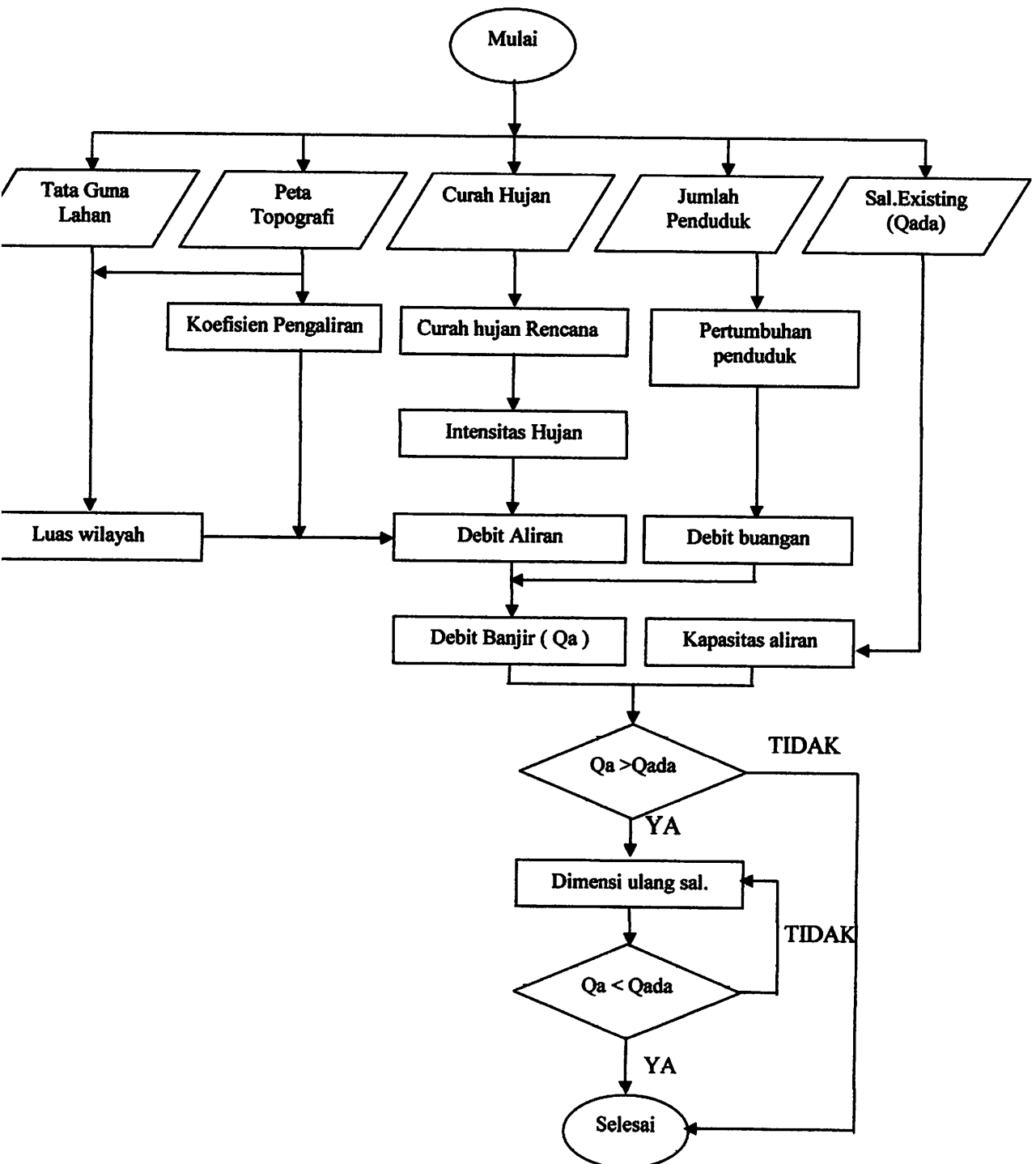
$$A = b \cdot h \dots\dots\dots(2-27)$$

$$P = b + 2h \dots\dots\dots(2-28)$$

Dimana :

- B : lebar dasar saluran (m)
- H : kedalaman air (m)
- F : Tinggi jagaan (m)

2.3. Flowchart Pengerjaan



BAB III

METODOLOGI PERENCANAAN

3.1. Kegiatan perencanaan

Rangkaian kegiatan yang dilakukan dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut:

3.1.1. Ide Studi

Ide studi perencanaan sistem pengendali banjir diperoleh dari permasalahan tentang adanya banjir atau genangan di Kecamatan Kuta Kabupaten Badung Provinsi Bali.

3.1.2. Identifikasi Masalah

Perlunya perencanaan sistem pengendali banjir Kecamatan Kuta Kabupaten Badung Provinsi Bali dalam hal ini sebagai sentra pariwisata di Provinsi Bali untuk dapat mengatasi permasalahan genangan air atau banjir yang mengganggu kenyamanan masyarakat dan wisatawan yang berkunjung.

3.1.3. Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk memahami konsep perencanaan. Melalui kegiatan ini dapat diketahui data-data penunjang apa saja yang diperlukan untuk perencanaan, pengolahan data-data penunjang dan perencanaan saluran dilakukan berdasarkan teori- teori yang didapatkan dari studi literatur.

3.1.4. Pengumpulan data

Pengumpulan data terdiri dari dua pengelompokan yaitu data primer dan data sekunder.

1. Pengumpulan data primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan metode survey lapangan untuk mengetahui dengan jelas medan atau lokasi studi serta sekaligus untuk dapat mengetahui sistem pembuangan air (drainase) baik utama maupun sekunder. Kegiatan ini juga untuk mengetahui titik-titik lokasi banjir dan pada lokasi mana yang harus mendapat penanganan yang mendesak terkait dengan perencanaan. Selain itu pengmpulan data primer juga dilakukan dengan metode kuisisioner yang dilakukan untuk mengetahui :

- Sumber Genangan
- Lama Genangan
- Tinggi Genangan
- Wilayah Genangan
- Tingkat Resiko Genangan

2. Pengumpulan data sekunder

Inventarisasi data dan identifikasi titik rawan banjir ini merupakan suatu kegiatan yang bertujuan untuk mengetahui kapasitas penampang saluran eksisting, pemanfaatan atau fungsi saluran saat ini, dan fungsi bangunan pelengkap, daerah-daerah yang memerlukan penanganan banjir dapat diketahui. Kegiatan Inventarisasi dan identifikasi meliputi pendataan saluran drainase, pola aliran dan sistem jaringan eksisting baik saluran drainase maupun saluran irigasi yang dalam perkembangannya mengalami perubahan fungsi.

- Peta administrasi digunakan untuk mengetahui batas wilayah perencanaan
- Peta jaringan jalan digunakan untuk merencanakan saluran baru.
- Peta tata guna lahan, digunakan untuk mengetahui segala kondisi penggunaan lahan didaerah perencanaan seperti pemukiman, jalan, persawahan ataupun lahan kosong. Hal ini merupakan salah satu syarat untuk perencanaan saluran drainase.
- Peta genangan air, digunakan untuk mengetahui daerah genangan air dan merumuskan sebab serta solusi penanganan sehingga genangan air atau banjir dapat dikendalikan.
- Peta topografi, digunakan untuk mengetahui elevasi permukaan tanah.
- Peta drainase eksisting, digunakan untuk mengetahui saluran drainase eksisting sehingga dapat direncanakan pengembangan saluran drainase tersebut.
- Data monografi dan data fasilitas umum digunakan untuk mengetahui jumlah penduduk saat ini dan untuk menghitung proyeksi penduduk dan proyeksi fasilitas.
- Data drainase eksisting digunakan untuk mengetahui kondisi fisik drainase eksisting.
- Data curah hujan, digunakan untuk mengetahui hujan harian maksimum dan intensitas hujan sehingga dapat diketahui debit air hujan yang ada di daerah perencanaan.

Tabel 3.2
Kebutuhan Data Institusi Yang Terkait Dalam
Perencanaan Sistem Pengendali Banjir

No	Jenis Data	Karakteristik Data	Sumber
1.	Peta Administrasi	-Batas wilayah studi -Luas daerah studi	Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Badung
2.	Peta jaringan jalan	-Jaringan jalan	Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Badung
3.	Peta Tata Guna Lahan	-Kawasan terbangun -Kawasan non-terbangun	Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Badung
4.	Peta Genangan Air	-Titik genangan air	Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Badung
5.	Peta Topografi	-Tinggi elevasi wilayah studi	Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Badung
6.	Peta Drainase Eksisting	-Kondisi saluran drainase eksisting	Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Badung
7.	Data Monografi dan Fasilitas Umum	-Jumlah penduduk -Luas wilayah studi -Jumlah fasilitas umum	BPS Kabupaten Badung
8.	Data Drainase Eksisting	-Kondisi fisik Saluran drainase eksisting	Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Badung
9.	Data Curah Hujan	-Curah Hujan Harian rata-rata	Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar

3.1.5. Analisa dan pengolahan data

Kreteria perencanaan teknis yang akan digunakan dalam pelaksanaan studi ini menyangkut hal-hal sebagai berikut :

- Setiap sistem drainase didasarkan atas daerah aliran (watershed) yang tercakup dalam sistem drainase.
- Frekuensi banjir untuk pembuangan utama adalah sekali dalam 25 tahun (Q_{25}) atau dengan probabilitas kejadian 4 % setiap tahun.
- Frekuensi banjir saluran untuk pembuang sekunder adalah sekali dalam 5 tahun (Q_5) atau dengan probabilitas kejadian 20 % setiap tahun.

- Bentuk penampung saluran untuk pembuang utama adalah trapesium sedangkan untuk pembuang sekunder adalah trapesium atau empat persegi.
- Intensitas hujan ditentukan atas *Average Intensity* dari Mononobe.

Perencanaan drainase perkotaan perlu memperhatikan fungsi drainase perkotaan sebagai prasarana kota yang dilandaskan pada konsep pembangunan yang berwawasan lingkungan. Konsep ini antara lain berkaitan dengan usaha konservasi sumber daya air yang pada prinsipnya adalah mengendalikan air hujan supaya lebih banyak meresap kedalam tanah dan tidak banyak terbang sebagai aliran permukaan atau banjir, antara lain dengan membuat saluran sekunder

Drainase perkotaan di kota-raya dan kota-besar perlu direncanakan secara menyeluruh. Drainase perkotaan di kota sedang dan kota kecil dapat direncanakan melalui tahapan kerangka perencanaan seperti pada gambar 3.1. Drainase perkotaan di kota sedang yang mempunyai pertumbuhan fisik dan penambahan penduduk yang cepat serta drainase perkotaan yang mempunyai permasalahan rumit karena keadaan alam setempat, perlu perencanaan yang menyeluruh melalui tahapan rencana yang lebih spesifik.

Drainase perkotaan harus direncanakan dengan berbagai alternatif dan pemilihan alternatif terbaik yang dilaksanakan melalui proses pengkajian dengan memperhatikan aspek teknik, sosial

ekonomi, finansial dan keuangan. Adapun tahapan perencanaan ini adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi daerah titik rawan banjir

Identifikasi titik rawan banjir ini merupakan suatu analisa yang berkaitan dengan kapasitas penampang saluran eksisting, pemanfaatan atau fungsi saluran saat ini, fungsi bangunan pelengkap dan daerah-daerah yang memerlukan penanganan banjir dapat diketahui. Kegiatan identifikasi meliputi pendataan titik rawan banjir, tinggi genangan air dan lama genangan air.

2. Identifikasi sistem drainase mikro

Identifikasi ini bertujuan untuk mengetahui permasalahan pada sistem drainase mikro yang mencakup sistem drainase eksisting.

3. Perencanaan sistem pengendali banjir

Perencanaan ini bertujuan untuk merencanakan penanganan genangan air baik secara makro maupun mikro untuk mengurangi permasalahan banjir di kawasan Kuta.

4. Analisa hidrologi (curah hujan, intensitas curah hujan (I), time concentration analisis (T_c), debit banjir (Q_b)).

Proses analisa hidrologi pada dasarnya merupakan proses pengolahan data curah hujan, data luas dan bentuk daerah pengaliran (*catchment area*), data kemiringan lahan (beda tinggi), dan data tata guna lahan yang kesemuanya mempunyai arahan untuk mengetahui besarnya curah hujan rata-rata, koefisien pengaliran, waktu konsentrasi, intensitas curah hujan, dan debit banjir rencana. Sehingga melalui

analisa ini dapat dilakukan juga proses evaluasi terhadap saluran drainase yang ada.

Dalam merencanakan pembuangan air yang perlu diketahui adalah banyaknya air hujan dan limbah yang mengalir ke saluran-saluran pembuangan atau debit pengaliran, air hujan yang dialirkan ke pembuangan sebanding dengan luas daerah tangkapan hujan dan jumlah curah hujan, disamping adanya penguapan dan hilangnya air hujan karena meresap ke dalam tanah. Namun hanya sebagian dari hujan yang jatuh pada daerah tangkapan akan menjadi aliran langsung air hujan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi debit pengaliran air hujan adalah:

- a. Curah hujan, adalah faktor tunggal yang paling penting, yang mempengaruhi debit dari suatu pengaliran air hujan. Meskipun jumlah curah hujan adalah penting, tetapi distribusi air hujan menurut waktu dan ruang juga sama pentingnya. Hujan yang terjadi selama musim tanam, mungkin kontribusinya sangat kecil dan hujan dengan intensitas rendah dapat meresap ke dalam tanah dan menghasilkan aliran permukaan yang sangat kecil.
- b. Topografi dan geologi setempat juga mempengaruhi kecepatan dan jumlah aliran permukaan. Kemiringan tanah yang curam dan lapisan kedap air meningkatkan kecepatan dan debit pengaliran, sementara lapisan tanah yang tembus air (*pervious*) dan rata (*flat*) memperbesar kemungkinan terjadinya peresapan. Pengaruh kedap air maupun tembus air dari tanah terhadap pengaliran air permukaan dinyatakan

dalam “angka pengaliran“, yaitu prosentase jumlah air hujan yang masuk ke dalam selokan terhadap jumlah air yang jatuh.

c. Angka pengaliran ini dipengaruhi oleh (1) jenis permukaan yang dilalui air hujan, (2) kemiringan tanah/tempat yang dilalui oleh air hujan, semakin besar kemiringan semakin cepat air yang meresap. Jenis tanah yang sama, tetapi dengan kemiringan yang berbeda akan memberikan angka pengaliran yang berbeda pula, (3) Iklim, pada waktu musim penghujan yang panjang, angka pengaliran lebih kecil daripada di akhir musim penghujan, karena pada akhir musim penghujan tanah telah jenuh dengan air.

5. Analisa hidrolika (kapasitas saluran eksisting, evaluasi debit rencana terhadap kapasitas saluran eksisting, solusi terhadap masalah genangan, perencanaan saluran drainase sekunder dan penentuan debit rencana gorong-gorong)

Analisa hidrolika berhubungan erat dengan kondisi saluran eksisting dan melakukan evaluasi antara debit rencana terhadap kapasitas saluran eksisting.

Dalam perencanaan ini perencana melakukan batasan perencanaan terhadap masalah teknis yaitu dimensi dan arah aliran. Dari hasil perencanaan sistem pengendali banjir mikro, akan dibuat peta saluran drainase termasuk arah aliran dengan metode digitasi menggunakan software AutoCad.

Perencanaan harus menghasilkan pola dasar sistem pembuangan air hujan ini harus dilakukan secara menyeluruh yang dituangkan dalam

peta dasar 1 : 30.000 atau peta yang lebih besar, dalam pola dasar ini harus terlihat sistem-sistem pembuangan dan subsistem-subsistemnya dan merupakan satu kesatuan yang terpadu.

Penyusunan pola dasar sistem pembuangan air hujan pada sistem ini harus terlihat beberapa hal sebagai berikut :

- Saluran pembuangan utama atau pembuangan induk berupa sungai yang telah ada.
- Saluran primer maupun saluran sekunder yang direncanakan.
- Batas-batas daerah pelayanan pada setiap sistem pembuangan dan subsistem-subsistem.
- Bangunan-bangunan yang penting pada saluran baik yang telah ada maupun yang direncanakan.
- Perkiraan dimensi saluran pembuangan utama dan saluran sekunder sesuai Debit banjir rencana dan diplot pada gambar, sehingga sudah dapat diperkirakan bagian-bagian yang memerlukan pelebaran saluran dan daerah-daerah yang harus diamankan.

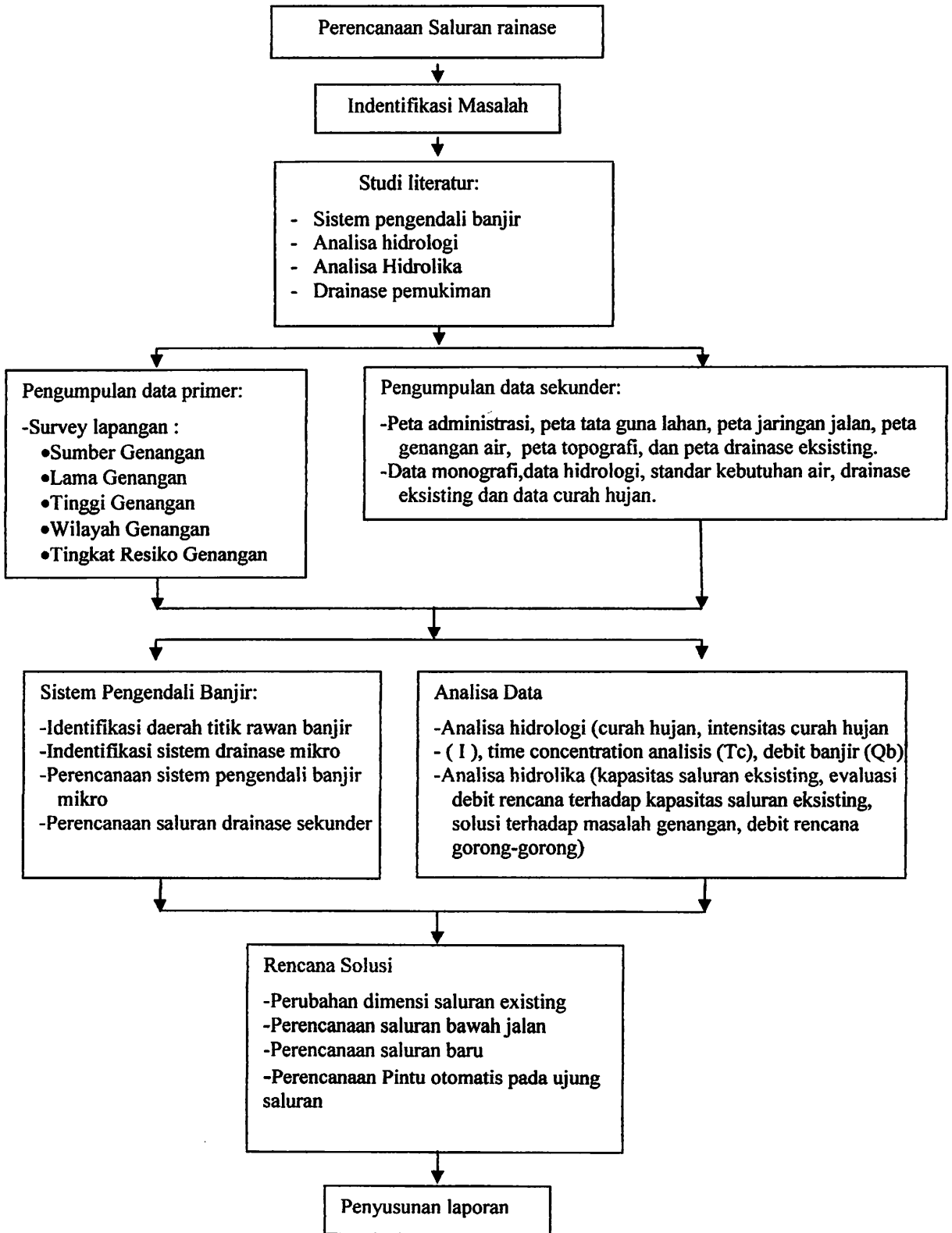
Setelah melakukan analisa hidrolika maka dapat ditentukan dimensi saluran sekunder dan bangunan air seperti gorong-gorong.

3.2. Kesimpulan dan saran

Berdasarkan tahapan kegiatan perencanaan teknis sistem pengendali banjir dari pengumpulan data sampai analisis yang dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal diantaranya solusi untuk pengendalian banjir. Hasil ini dapat dijadikan sebagai rekomendasi terhadap perencanaan sistem pengendali banjir di Kecamatan Kuta Kabupaten Badung Provinsi Bali.

3.3. Kerangka Perencanaan

Secara garis besar, metode perencanaan sistem pengendali banjir Kecamatan Kuta Kabupaten Badung Provinsi Bali adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1.
Kerangka Perencanaan

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Hidrologi

Proses analisa hidrologi pada dasarnya merupakan proses pengolahan data curah hujan, data luas dan bentuk daerah pengaliran (*catchment area*), data kemiringan lahan (beda tinggi) dan data tata guna lahan yang kesemuanya mempunyai arahan untuk mengetahui besarnya curah hujan rata-rata, koefisien pengaliran, waktu konsentrasi, intensitas curah hujan dan debit banjir rencana. Sehingga melalui analisa ini dapat dilakukan juga proses evaluasi terhadap saluran drainase yang ada.

4.1.1 Curah Hujan Rata-rata (R)

Curah hujan yang diperlukan untuk mengetahui besarnya banjir di daerah studi adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan yang dinyatakan dalam satuan mm. Perhitungan hujan rata-rata dilakukan dengan menggunakan metode Rata-rata Aljabar, hal ini disebabkan karena jumlah stasiun penakar hujan terbatas dan luas DAS terlalu kecil (< 500 km) yaitu 300 km, sehingga cara ini diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih baik apabila terjadi kesalahan pendataan curah hujan. (Suripin,hal.31)

Dalam studi ini, data curah hujan diambil dari lima stasiun penakar hujan yang terdekat diantaranya stasiun Ngurah Rai, Stasiun Mengui (kapal), Stasiun Abiansemal, Stasiun Sanglah dan Stasiun Sumerta . Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum bulanan selama 10 tahun,

yaitu mulai tahun 1999 sampai dengan tahun 2008. Selanjutnya data curah hujan harian maksimum bulanan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.1.
Hujan Harian Rata-rata Stasiun Kapal (440g)

Tahun	Bulan												Total (mm)	Hujan Harian Rata-rata (mm)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des		
1999	370	391	222	161	59	35	24	19	7	158	219	254	1919	160
2000	Rusak												-	-
2001	473.5	277	279	119	12	237	-	-	-	302	411.5	185	2296	191.3
2002	294.1	532	57	170	-	-	-	31	-	-	-	-	1084.1	90.3
2003	1005	450	193	204	67	23	-	-	102	105	268	716	3130.5	260.8
2004	214	322	284	204	180	7	-	-	-	-	-	147	1357	113
2005	444	151	136	204	-	1	77	92	425	208	171	781	2688.94	224
2006	495	173	391	80	89	175	274	13	-	30	86	13	1818.5	151.5
2007	316	47	216	157	193	128	-	47	-	96	247	453	1900	158.3
2008	396	477	737	52	29	17	15	11	142	210	275	175	2534.7	211.2

Sumber : Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar

Pada Tabel 4.1 di atas, dapat dilihat tidak ada data curah hujan bulanan untuk stasiun kapal pada tahun 2000 yang dikarenakan alat pengukur curah hujan pada tahun tersebut mengalami kerusakan. Data curah hujan yang hilang dapat dicari dengan rumus *Normal Ratio Method* (Linsley, Kohler dan Paulhus, 1958) dengan memperhitungkan data curah hujan stasiun-stasiun yang berdekatan.

Diketahui :

- Total hujan rata-rata tahunan normal pada stasiun terdekat
(N_x): 192.48 mm (stasiun Abian semal)
- Hujan yang diketahui pada stasiun A (P_a), B (P_b), C (P_c):
 P_a : 231,9 mm (stasiun Abiansemal)
 P_b : 303 mm (stasiun Sumerta)
 P_c : 286 mm (stasiun Sanglah)
- Total hujan rata-rata tahunan normal pada stasiun
A (N_a), B (N_b), C (N_c) :
 N_a : 146.98 mm (stasiun Abiansemal)
 N_b : 209.29 mm (stasiun Sumerta)
 N_c : 221.17 mm (stasiun Sanglah)

Maka :

$$P_x (\text{Januari}) = \frac{1}{n} \left[\frac{N_x \cdot P_a}{N_a} \right] + \left[\frac{N_x \cdot P_b}{N_b} \right] + \left[\frac{N_x \cdot P_c}{N_c} \right]$$

$$= \frac{1}{3} \left[\frac{192.48 \times 231,9}{146.98} \right] + \left[\frac{192.48 \times 303}{209.29} \right] + \left[\frac{192.48 \times 286}{221.17} \right]$$
$$= 277 \text{ mm}$$

Perbaikan data curah hujan yang hilang dapat dilihat pada **Tabel 4.2** berikut :

Tabel 4.2.
Perbaikan Data Curah Hujan Yang Hilang Untuk Stasiun Kapal

Tahun	Bulan												Total (mm)	Hujan Harian Rata-rata (mm)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des		
1999	370	391	222	161	59	35	24	19	7	158	219	254	1919	160
2000	277	390	279	344	180	63	20	9	8	337	370	32	2310	355.34
2001	473.5	277	279	119	12	237	-	-	-	302	411.5	185	2296	191.3
2002	294.1	532	57	170	-	-	-	31	-	-	-	-	1084.1	90.3
2003	1005	450	193	204	67	23	-	-	102	105	268	716	3130.5	260.8
2004	214	322	284	204	180	7	-	-	-	-	-	147	1357	113
2005	444	151	136	204	-	1	77	92	425	208	171	781	2688.94	224
2006	495	173	391	80	89	175	274	13	-	30	86	13	1818.5	151.5
2007	316	47	216	157	193	128	-	47	-	96	247	453	1900	158.3
2008	396	477	737	52	29	17	15	11	142	210	275	175	2534.7	211.2

Tabel 4.3.
Hujan Harian Rata-rata Stasiun Ngunrah Rai (445b)

Tahun	Bulan												Total (mm)	Hujan Harian Rata-rata (mm)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ag	Sep	Ok	Nop	Des		
1999	595	300	459	397	50	97	32	1	-	203	204	502	2839	236,6
2000	377	459	399	442	301	47	45	-	3	142	349	25	2590	215,8
2001	567	215	166	69	6	139	13	1	3	85	30	328	1623	135,3
2002	326	406	73	36	10	-	6	1	2	-	95	210	1164	97
2003	639	218	131	168	72	11	4	10	98	10	169	378	1908	159
2004	167	279	230	48	147	19	41	4	16	4	100	312	1367	114
2005	287	105	170	177	16	28	14	59	1	204	122	306	1489	124,1
2006	375	287	388	221	51	15	2	7	-	1	10	131	1487	124
2007	215	165	359	344	20	31	3	40	1	78	76	652	1984	165,3
2008	319	453	268	95	65	25	9	1	48	4	90	280	1655	138

Sumber : Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar

Tabel 4.4.
Hujan Harian Rata-rata Stasiun Abiansemal (440a)

Tahun	Bulan												Total (mm)	Hujan Harian Rata-rata (mm)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des		
1999	287	165	236.1	236.3	-	41.8	40.2	31.2	5.6	389.4	335.4	283.2	2051.2	171
2000	231.9	216.5	196	181	118.2	121	11.5	17.5	15	340	291.1	24	1763.7	147
2001	245.6	225.6	200.4	53.2	14.5	60.8	-	-	66	270.8	160.8	491.5	1789.2	149.1
2002	364	519.2	256.5	90.5	76.5	53.5	17.5	20	52.2	1	105.5	331	1887.4	157.2
2003	883	125	206	253.5	132.5	32	81.5	3.5	119.5	480.5	358	212	2887	240.6
2004	323	638.5	356.5	4	216	8.5	-	3	58	48	421.2	144	2220.7	185
2005	286.5	150.5	172.5	106.5	-	21	119	64	298	279	273	647	2417	201.4
2006	434	279	279	440	226	256	38	14	68	108	138	259	2539	211.6
2007	118	182	353	236	49	382	58	82	11	49	211	612	2343	195.6
2008	237	292	340	187	145	28	1	84	133	284	259	193	2183	182

Sumber : Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar

Tabel 4.5.
Hujan Harian Rata-rata Stasiun Sumerta (445)

Tahun	Bulan												Total (mm)	Hujan Harian Rata-rata (mm)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des		
1999	513	424	435	412	5	48.5	11	7	-	370	231	320	2776.5	231.4
2000	303	503	277	476	193	21	-	-	2	287	423	26.5	2511.5	209.3
2001	355	308	264	50	13	95	-	-	5	167	163.5	394	1814.5	151.2
2002	323	497	59.5	97.5	-	27	5.5	6	5	-	392	361	1773.5	147.8
2003	846	319	230	277	34	21	-	-	126	17	144	426	2437.5	203.1
2004	125	564	268	-	320	-	100	-	-	143	215	86	1820	152
2005	357	248	191	90	-	20	52	31	21	197	197	454	1856	155
2006	586	136	302	340	82	20	9	4	-	2	61	35	1577.3	131.4
2007	233	174	521	46	-	31	-	-	-	203	315	315	1522.5	127
2008	322	380	372	57	142	-	-	-	65	289	189	186	2000	167

Sumber : Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar

Tabel 4.6.
Hujan Harian Rata-rata Stasiun Sanglah (445d)

Tahun	Bulan												Total (mm)	Hujan Harian Rata-rata (mm)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des		
1999	513	378	509	448	6	84	12	4	2	317	294	456	3020,9	251,7
2000	286	486	375	411	240	14	51	3	3	346	392	45	2655,4	221,3
2001	497	238	167	103	4	112	3	2	3	116	287	383	1913,8	159,5
2002	300	425	44	48	1	8	21	7	10	-	197	264	1324	110,3
2003	712,8	287,7	265,2	256,3	40,7	27,7	0,9	1,9	110	39,7	233,6	373,8	2350,3	196
2004	149	304	219	36	325	6	44	10	1	24	148	315	1579,8	132
2005	381	174	150	212	8	9	12	31	4	230	216	466	1893	158
2006	466	195	301	173	77	15	7	10	-	35	34	133	1445,7	120,5
2007	120	73	381	97	25	20	5	18	-	44	266	437	1486,7	124
2008	326	366	328	112	65	1	2	1	73	145	212	234	1865,4	155,5

Sumber : Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar

Dari data curah hujan dan perhitungan hujan harian rata-rata dari 5 stasiun hujan diatas, dapat dihitung hujan maksimum rata-rata dengan metode rata-rata aljabar. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada **Table 4.7.** berikut :

Tabel 4.7. Curah Hujan Harian Maksimum 10 Tahunan

Tahun	Stasiun					Total (mm)	Hujan Maksimum Rata-rata (mm)
	Ngurah Rai	Kapal	Abiansemal	Sanglah	Sumerta		
1999	237.52	160.00	171.00	251.70	231.40	1051.62	210.32
2000	215.80	192.48	147.00	221.30	209.30	1160.80	197.17
2001	135.30	191.30	149.10	159.50	151.20	786.40	157.25
2002	97.14	90.30	157.20	110.30	147.80	602.74	120.55
2003	159.00	260.80	240.60	196.00	203.10	1059.50	211.90
2004	114.00	113.00	185.00	132.00	152.00	696.00	139.18
2005	124.10	224.00	201.40	158.00	155.00	862.50	172.50
2006	124.00	151.50	211.60	120.50	131.40	739.00	147.80
2007	165.30	158.30	195.60	124.00	127.00	770.20	154.05
2008	138.00	211.20	182.00	155.50	167.00	853.70	170.76

4.1.2. Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Dalam analisa curah hujan rencana didasarkan pada curah hujan yang diperoleh dari data curah hujan pada stasiun penakar hujan yang ada yaitu data curah hujan harian maksimum 10 tahun. Adapun metode distribusi yang digunakan adalah metode Gumbel dan Log-Pearson Type III, yang mana dalam setiap metode yang digunakan untuk analisa curah hujan rencana dilakukan pengujian distribusi dengan uji kesesuaian distribusi Smirnov-Kolmogorov dan Chi-Square.

A. Metode Gumbel

Untuk perhitungan curah hujan rancangan dengan metode gumbel sebagai berikut

Tabel 4.8. Analisa Curah hujan Rencana

Tahun	Hujan Maksimum Rata-rata (mm)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
	X_i		
1999	210.32	42.17	1778.65
2000	197.17	29.02	841.93
2001	157.25	-10.90	118.72
2002	120.55	-47.60	2265.95
2003	211.90	43.75	1914.06
2004	139.18	-28.97	839.03
2005	172.50	4.35	18.89
2006	147.80	-20.35	414.12
2007	154.05	-14.10	198.92
2008	170.76	2.61	6.79
Jumlah	1681.47		8397.06
Rata-rata	n = 10 =168.15		

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka perhitungan selanjutnya dapat dilakukan sebagai berikut :

Rata-rata :

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{1681.47 \text{ mm}}{10} \\ &= 168.15 \text{ mm}\end{aligned}$$

Standart deviasi :

$$\begin{aligned}\text{Sd} &= \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{8397}{10-1}} \\ &= 30.55\end{aligned}$$

Periode ulang 5 tahun :

$$Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right\}$$

$$Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{5-1}{5} \right) \right\}$$

$$Y_t = -\ln \{ -\ln 0,8 \} = 1,499$$

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

Untuk nilai S_n dan Y_n dapat dilihat pada **Tabel 2.3 Reduced Mean Y_n** dan **Tabel 2.4 Reduced Standard Deviation** untuk banyaknya data $n = 10$, didapat harga :

$$Y_n = 0,4952 ; S_n = 0,9496$$

B. Metode Log Pearson Type III

4.9. Tabel Analisa Curah Hujan Rencana

No	X	Log X	Log \bar{X}	Log X - Log \bar{X}	(Log X - Log \bar{X}) ²	(Log X - Log \bar{X}) ³
1	210.32	2.32	2.22	0.10	0.01059	0.00109
2	197.17	2.29	2.22	0.07	0.00560	0.00042
3	157.25	2.20	2.22	-0.02	0.00055	-0.00001
4	120.55	2.08	2.22	-0.14	0.01928	-0.00268
5	211.90	2.33	2.22	0.11	0.01126	0.00120
6	139.18	2.14	2.22	-0.08	0.00584	-0.00045
7	172.50	2.24	2.22	0.02	0.00028	0.00000
8	147.80	2.17	2.22	-0.05	0.00253	-0.00013
9	154.05	2.19	2.22	-0.03	0.00105	-0.00003
10	170.76	2.23	2.22	0.01	0.00015	0.00000
Σ		22.19	2.22	-0.01	0.05713	-0.00059

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka perhitungan selanjutnya dapat dilakukan sebagai berikut :

- Logaritma rerata curah hujan (X_i) = $\frac{\sum \text{Log}X}{n} = \frac{22.19}{10} = 2.22$

- Simpangan baku (S) = $\sqrt{\frac{\sum (\log X_i - \log X)^2}{n-1}}$
 $= \sqrt{\frac{0.05713}{10-1}} = 0.08$

- Koefisien kepencengan (Cs) = $\frac{n \sum (\log X_i - \log X)^3}{(n-1)(n-2)S^3}$
 $= \frac{10 \times (-0.00059)}{(10-1)(10-2)0,09^3}$
 $= -0.16$

Dari nilai Cs = -0,16, maka didapat harga K = 0.843 (dengan interpolasi)

Log X_T = Log \bar{X} + S.K

$$= 2,22 + (0,08 \cdot 0,843)$$

$$= 2.3$$

$$X_5 = 202 \text{ mm}$$

4.1.3. Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi dilakukan untuk mengetahui dari hipotesa yang telah diambil dari distribusi frekuensi yang sesuai. Untuk melakukan uji ini data curah hujan harian rata-rata maksimum tiap tahun disusun dari besar ke kecil, sedangkan untuk menghitung probabilitasnya digunakan rumus Weibull.

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\%$$

1. Metode Gumbel

a. Uji kesesuaian distribusi dengan Smirnov Kolmogorov

Pengujian analisis curah hujan dilakukan dengan uji Smirnov Kolmogorov, hal ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian dari analisis curah hujan terhadap simpangan data. Dalam perhitungan probabilitas teoritis (P_t) digunakan plotting data dan garis durasi pada kertas probabilitas Gumbel dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Data curah hujan harian maksimum tahunan disusun kecil ke besar.
2. Probabilitas disusun dengan persamaan :

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\%$$

Dimana :

P = probabilitas (%)

m = nomer urut data dari data yang telah diurutkan

n = banyak data

Untuk mendapatkan X, maka Y harus diberi harga sembarang agar dapat menarik garis durasi. Garis durasi tersebut berupa garis lurus yang mempunyai persamaan :

$$X_{T5} = \bar{X} + K.S$$

$$= 168.15 + 30.55 \times \left(\frac{Y_T - 0.495}{0.949} \right)$$

Untuk $Y_T = -1$

$$= 168.15 + 30.55 \times \left(\frac{-1 - 0.495}{0.949} \right)$$

$$= 120 \text{ mm}$$

Untuk $Y_T = 2$

$$= 168.15 + 30.55 \times \left(\frac{2 - 0.495}{0.949} \right)$$

$$= 216.60 \text{ mm}$$

Tabel 4.10. Tahapan Ploting data Probabilitas

Tahun	Curah Hujan	Pe (%)
1	120.55	9.09
2	139.18	18.18
3	147.80	27.27
4	154.05	36.36
5	157.25	45.45
6	170.76	54.55
7	172.50	63.64
8	197.17	72.73
9	210.32	81.82
10	211.90	90.91

Untuk nilai Pt dapat di cari dari grafik probabilitas sebagai berikut :

Tabel 4.11. Uji Smirnov Kolmogorov

Tahun	Curah Hujan Maksimum Rata-rata (mm)	Pe (%)	Pt (%)	Δ Max (%)
1	120.55	9.09	7	2.10
2	139.18	18.18	24	5.80
3	147.80	27.27	35	7.73
4	154.05	36.36	42	5.64
5	157.25	45.45	46	0.50
6	170.76	54.55	60	5.45
7	172.50	63.64	62	1.64
8	197.17	72.73	84	11.27
9	210.32	81.82	85	3.18
10	211.90	90.91	85.5	5.41

Banyaknya data= 10

Taraf signifikan= 5 %

Harga Δcr= 0,41 (41%)

Δmaksimum= 11.27 %

Δmaksimum ≤ Δcr = 11.27 % ≤ 41 %, maka distribusi frekuensi Gumbel dapat diterima

b.Uji kesesuaian distribusi dengan Chi-Square

Curah hujan rata-rata maksimum dapat dikelompokkan dalam kelas-kelas sebagai berikut :

$$n= 10$$

$$K= 1 + 3,322 \cdot \log n$$

$$= 1 + 3,322 \cdot \log 10$$

$$= 1 + 3,322 \cdot 1$$

$$= 5 \text{ kelas}$$

Pembagian data pengamatan dibagi menjadi 5 sub-bagian, interval peluang

P = 0,20. Besarnya peluang untuk tiap sub-group adalah :

$$\text{Sub-group 1} = P \leq 0,20$$

$$\text{Sub-group 2} = P \leq 0,40$$

Sub-group 3= $P \leq 0,60$

Sub-group 4= $P \leq 0,80$

Sub-group 5= $P > 0,80$

Dimana $n = 10$, maka $Y_n = 0,4952$ dan $S_n = 0,9496$

1. Probabilitas 80%

$$T_r = \frac{100}{80} = 1,25$$

$$T_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right\}$$

$$Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{1,25 - 1}{1,25} \right) \right\}$$

$$= -0,476$$

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

$$= \frac{-0,476 - 0,4952}{0,9496}$$

$$= -1,022$$

$$X_T = \bar{X} + K \cdot S$$

$$= 171,65 + (-1,022 \cdot 35,81)$$

$$= 135 \text{ mm}$$

2. Probabilitas 60 %

$$T_r = \frac{100}{60} = 1,67$$

$$Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right\}$$

$$Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{1,67 - 1}{1,67} \right) \right\}$$

$$= -0,091$$

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

$$= \frac{-0,091 - 0,4952}{0,9496}$$

$$= -0,426$$

$$X_T = \bar{X} + K \cdot S$$

$$= 171,65 + (-0,426 \cdot 35,81)$$

$$= 156,4 \text{ mm}$$

3. Probabilitas 40%

$$T_r = \frac{100}{40} = 2,50$$

$$Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right\}$$

$$Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{2,50 - 1}{2,50} \right) \right\}$$

$$= 0,672$$

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

$$= \frac{0,672 - 0,4952}{0,9496}$$

$$= 0,186$$

$$\begin{aligned}
 X_T &= \bar{X} + K \cdot S \\
 &= 171.65 + (0.186 \cdot 35.81) \\
 &= 178 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

4. Probabilitas 20%

$$T_r = \frac{100}{20} = 5$$

$$Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right\}$$

$$Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{5 - 1}{5} \right) \right\}$$

$$= 1,501$$

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \\
 &= \frac{1,501 - 0,4952}{0,9496}
 \end{aligned}$$

$$= 1,059$$

$$\begin{aligned}
 X_T &= \bar{X} + K \cdot S \\
 &= 171.65 + 1.059 \cdot 35.81 \\
 &= 210 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Untuk mencari nilai yang diharapkan ($EF = \text{Expected Frequency}$) digunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 EF &= \frac{\text{banyaknyadata}(n)}{\text{jumlahkelas}(k)} \\
 &= \frac{10}{5} = 2
 \end{aligned}$$

Nilai yang diambil ($OF = \text{Observed Frequency}$) dilihat pada batas kelas atau besarnya curah hujan yang berada didalam batas kelas. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabelberikut ini :

Tabel 4.12. Uji Chi Square

No	Kelas (mm)	EF	OF	(EF-OF) ²
1.	0 – 135	2	1	1
2.	135 – 156.4	2	3	1
3.	156.4 – 178	2	3	1
4.	178 – 210	2	1	1
5.	> 210	2	2	0
Jumlah			10	4

$$\text{Derajat bebas (dk)} = k - m - 1$$

$$= 5 - 2 - 1 = 2$$

$$\text{Chi square (X}^2\text{)} = \frac{\sum (\text{EF} - \text{OF})^2}{\text{EF}} = \frac{4}{2} = 2$$

Berdasarkan jumlah data ($n = 10$) dan taraf signifikan $\alpha = 5\%$ maka diperoleh $X^2 = 5,991$ (dari **Tabel 2.3.** harga chi square).

Untuk X^2 hitung = $2 < X^2$ tabel = $5,991$, maka distribusi frekuensi Gumbel dapat diterima.

2. Metode Log-Pearson Type III

a. Uji kesesuaian distribusi dengan Smirnov Kolmogorov

Pengujian analisis curah hujan dilakukan dengan uji smirnov kolgomorov dilakukan untuk mengetahui kesesuaian dari analisis curah hujan terhadap simpangan data. Harga P_e disesuaikan dengan hasil perhitungan pada tabel 4.9. sehingga dalam perhitungan probabilitas teoritis (P_t) pada pengujian smirnov

kolgomorov didapat dari hasil plotting data probabilitas, berikut ini adalah tahapan dari plotting data probabilitas :

1. Data curah hujan harian maksimum tahunan disusun dari besar ke kecil
2. Probabilitas disusun dengan persamaan :

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\%$$

Dimana :

P = probabilitas (%)
 m = nomer urut data dari data yang telah diurutkan
 n = banyak data

Plot data curah hujan Xi dengan probabilitas P

Untuk mendapatkan X, maka Y harus diberi harga sembarang agar dapat menarik garis durasi. Garis durasi tersebut brupa garis lurus yang mempunyai persamaan :

$$\text{Log } X = \text{Log } \bar{X} + S.K$$

Untuk kala ulang 5 tahun dengan harga Cs = -0.16 dan harga K diperoleh dari interpolasi tabel koefisien kemencengan Log-Pearson III sebagai berikut :

Tabel 4.13. Nilai K untuk Cs = -0.16

Cs	Persentase peluang terlampaui					
	99	80	50	20	10	4
0	-2.326	-0.842	0	0.842	1.282	1.751
-0.16	-2.443	-0.832	0.024	0.848	1.263	1.694
-0.2	-2.472	-0.83	0.03	0.85	1.258	1.68

$$P= 10 \%, \text{Log } X_5 = 2.22 + (0.08 \times 1.263)$$
$$= 2.32$$

$$X_5 = 209 \text{ mm}$$

$$P= 50 \%, \text{Log } X_5 = 2.22 + (0.08 \times 0.024)$$
$$= 2.22$$

$$X_5 = 166 \text{ mm}$$

Tabel 4.14. Tahapan Ploting data Probabilitas

Tahun	Curah Hujan (mm)	Pe (%)
1	120.55	9.09
2	139.18	18.18
3	147.80	27.27
4	154.05	36.36
5	157.25	45.45
6	170.76	54.55
7	172.50	63.64
8	197.17	72.73
9	210.32	81.82
10	211.90	90.91

Untuk nilai Pt dapat di cari dari grafik probabilitas sebagai berikut :

Tabel 4.15. Uji Smirnov Kolmogorov

Tahun	Curah Hujan (mm)	Pe (%)	Pt (%)	Δ Pmax
1	211.9	9.09	6	3.06
2	210.32	18.18	8	10.18
3	197.17	27.27	16	11.27
4	172.50	36.36	44	7.64
5	170.76	45.45	45.5	0.05
6	157.25	54.55	68	13.45
7	154.05	63.64	78	14.36
8	147.80	72.73	83	10.24
9	139.18	81.82	91	9.18
10	120.55	90.91	98.4	7.49

Banyaknya data= 10

Taraf signifikan= 5 %

Harga $\Delta Cr = 0,41$ (41%)

$\Delta_{maksimum} = 14.36 \%$

$\Delta_{maksimum} \leq \Delta Cr = 14.36 \% \leq 41 \%$, maka distribusi frekuensi Log-Person Type III dapat diterima.

b.Uji kesesuaian distribusi dengan Chi Square

Curah hujan rata-rata maksimum dapat dikelompokkan dalam kelas-kelas sebagai berikut :

$$K = 1 + 3,322 \cdot \log n$$

$$= 1 + 3,322 \cdot \log 10$$

$$= 1 + 3,322 \cdot 1$$

$$= 5 \text{ kelas}$$

Pembagian data pengamatan dibagi menjadi 5 sub-bagian, interval peluang

$P = 0,20$. Besarnya peluang untuk tiap sub-group adalah :

Sub-group 1= $P \leq 0,20$

Sub-group 2= $P \leq 0,40$

Sub-group 3= $P \leq 0,60$

Sub-group 4= $P \leq 0,80$

Sub-group 5= $P > 0,80$

Dimana diketahui $C_s = -0,16$

- $P = 0,2$; $K = 0.848$ (Tabel 4.12)

$$\begin{aligned}\text{Log } X &= \text{Log } \bar{X} + S.K \\ &= 2,22 + 0,08 \cdot 0.848 \\ &= 2,287 \\ X &= 202 \text{ mm}\end{aligned}$$

- $P = 0,4$; $K = 0,56$ (interpolasi dari Tabel 4.12)

$$\begin{aligned}\text{Log } X &= \text{Log } \bar{X} + S.K \\ &= 2,22 + 0,08 \cdot 0,01 \\ &= 2.22\end{aligned}$$

$$X = 166 \text{ mm}$$

- $P = 0,6$; $K = 0.03$ (interpolasi dari Tabel 4.12)

$$\begin{aligned}\text{Log } X &= \text{Log } \bar{X} + S.K \\ &= 2,23 + 0,09 \cdot (-0.24) \\ &= 2.2\end{aligned}$$

$$X = 158 \text{ mm}$$

$$-P = 0,8 ; K = -0.844 \text{ (Tabel 4.12)}$$

$$\begin{aligned} \text{Log } X &= \text{Log } \bar{X} + S.K \\ &= 2,22 + 0,08 \cdot (-0.832) \\ &= 2,15 \end{aligned}$$

$$X = 143 \text{ mm}$$

Untuk mencari nilai yang diharapkan ($EF = \text{Expected Frequency}$) digunakan rumus :

$$\begin{aligned} EF &= \frac{\text{banyaknya data}(n)}{\text{jumlahkelas}(k)} \\ &= \frac{10}{5} = 2 \end{aligned}$$

Nilai yang diambil ($OF = \text{Observed Frequency}$) dilihat pada batas kelas atau besarnya curah hujan yang berada didalam batas kelas. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabelberikut ini :

Tabel 4.16. Uji Chi Square

No	Kelas (mm)	EF	OF	(EF-OF) ²
1.	< 143	2	2	0
2.	143 – 158	2	3	1
3.	158 – 166	2	0	4
4.	166 – 202	2	3	1
5.	> 202	2	2	0
Jumlah			10	6

Sumber : hasil perhitungan

$$\text{Derajat bebas (dk)} = k - m - 1$$

$$= 5 - 2 - 1 = 2$$

$$\text{Chi square (X}^2\text{)} = \frac{\sum (EF-OF)^2}{EF} = \frac{6}{2} = 3$$

Untuk X^2 hitung = 3 < X^2 tabel = 5,991, maka distribusi frekuensi Log Pearson Type III diterima.

Untuk memilih metode yang digunakan dapat dilihat dari tabel perbandingan berikut :

Tabel 4.17 Perbandingan Metode Gumbel dan Log-Pearson III

Metode	CH Rencana (mm)	Uji Chi-Square X^2	Uji Simov ΔP_{max} (%)	Keterangan
Gumbel	197	2	11.27	2 ≤ 5.991 (diterima) 11.27 ≤ 41 (diterima)
Log-Pearson III	154	3	14.36	3 ≤ 5.991 (diterima) 14.36 ≤ 41 (diterima)

Dari hasil perbandingan dua metode diatas, maka dapat disimpulkan bahwa **Metode Gumbel** dapat dipakai dalam perhitungan selanjutnya dengan kala ulang 5 tahun (X_5) = 197 mm. Hal ini dikarenakan metode Gumbel memiliki perbandingan nilai penyimpangan yang lebih kecil.

4.1.4 Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran adalah perbandingan antara tinggi aliran dan tinggi hujan untuk jangka waktu cukup lama. Besaran koefisien pengaliran dipengaruhi oleh data tata guna lahan, kemiringan jalan, jenis dan kondisi tanah. Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan adanya perubahan tata guna lahan dikemudian hari. Dalam studi ini besarnya koefisien pengaliran untuk jalan adalah 0.8 dari table 2.9.

4.1.5. Perhitungan Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengalir dari suatu titik terjauh pada suatu daerah pengaliran sampai dengan titik control yang ditentukan dibagian hilir suatu saluran.

Untuk menghitung waktu konsentrasi menggunakan rumus empiris yang dikembangkan oleh Kirpich (1940) yaitu :

$$T_c = 0.0195 \times \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77}$$

$$S = \frac{\Delta H}{L}$$

$$\Delta H = E_{\text{hulu}} - E_{\text{hilir}}$$

$$E_{\text{hulu}} = E_{\text{awal}} \left(\frac{E_{\text{akhir}} - E_{\text{awal}}}{\text{Jarak } E_{\text{awal}} - E_{\text{akhir}}} \right) \times \text{Jarak } E_{\text{awal}} - \text{titik hulu / hilir}$$

Contoh perhitungan untuk elevasi hulu saluran eksisting 1, data yang dibutuhkan diperoleh dari peta saluran drainase eksisting.

Diketahui :

- E_{awal} (elevasi rendah): 8,69 m
- E_{akhir} (elevasi tinggi): 11,62 m
- Jarak $E_{\text{awal}} - E_{\text{akhir}}$: 430,36 m
- Jarak $E_{\text{awal}} - \text{titik hulu}$: 264,89 m

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Elevasi} &= E_{\text{awal}} + \left(\frac{E_{\text{akhir}} - E_{\text{awal}}}{\text{Jarak } E_{\text{awal}} - E_{\text{akhir}}} \times \text{Jarak } E_{\text{awal}} - \text{titik hulu / hilir} \right) \\ &= 8,69 + \left(\frac{11,62 - 8,69}{430,36} \times 264,89 \right) \end{aligned}$$

$$= 10,53 \text{ m}$$

Untuk titik koordinat hulu dan hilir yang lainya dapat dilihat pada **Tabel 4.18**.

Tabel 4.18. Titik Koordinat, Elevasi dan Panjang Saluran Eksisting

Nama Jalan	Kode Saluran	Titik Koordinat (UTM)				Elevasi		Panjang Saluran (m)
		Hulu		Hilir		Hulu (m)	Hilir (m)	
		X	Y	X	Y			
Jl. Sunset Road	1	319406,0726	9039691,6125	319991,2734	9039025,6721	10,53	7,7	876
Jl. Kunti	2	319508,1274	9039076,0229	320010,1866	9039019,0118	7,7	7,1	534
Jl. Sunset Road	3	320010,1866	9039019,0118	320455,7800	9038246,0330	7,11	6,84	896
Jl. Sunset Road	4	320028,7513	9039032,7324	320467,2384	9038254,6302	6,84	6,16	895
Jl. Werkudara	5	319750,8416	9037768,9981	318992,3860	9037914,3638	6,16	5,38	979
Jl. Dewi Sri	6a	320937,9503	9037497,5238	320415,8173	9037227,6888	4,92	2,69	584
Jl. Abianbase	6b	320707,7879	9037024,4396	320559,6424	9037303,7494	2,87	2,79	402
Jl. By Pass Ngurah Rai	7	320477,3513	9038208,9158	321179,9084	9037179,4247	7,11	6,26	1259
Jl. Abianbase	8	320707,7879	9037024,4396	320655,2082	9036759,7674	3,56	2,87	374
Jl. Majapahit	9a	320369,3886	9036988,5816	320627,3762	9036734,9461	4,22	3,66	509
Jl. Majapahit	9b	320672,8536	9036336,9995	320501,8068	9036702,0335	4,96	4,53	422
Jl. Legian	10	320003,2459	9036896,6564	320398,9059	9035366,6917	4,35	3,16	1147
Jl. Majapahit	11	320801,7806	9035931,8079	320698,5331	9035376,3777	3,36	3,18	573
Jl. Pantai Kuta	12	319454,0751	9036819,5802	320750,8432	9035319,9094	3,33	3,18	2480
Jl. Singosari – Jl. Kalianget	13	319968,6733	9035094,4911	320725,4500	9035102,2078	3,56	2,60	801
Jl. Bakungsari – Jl. Kahuripan	14	320175,2443	9034831,0510	320530,6603	9035114,9604	3,80	3,54	684
Jl. Kubuanyar	15	319639,8038	9033696,4403	320175,2443	9034831,0510	3,80	2,76	1471
Jl. Singosari	16	319506,4887	9033727,8756	319968,9733	9035094,4911	2,60	2,40	1489
Jl. Kartika Plaza	17	319516,0871	9033987,6659	319637,1168	9034585,0054	2,45	1,77	606
Jl. Dewi Sartika	18	320134,7041	9033567,3654	319639,8038	9033696,4403	3,88	2,76	511
Jl. Dewi Sartika	19	319490,1713	9033699,9599	319112,2116	9033795,3153	2,44	1,61	404

$$S = \frac{10.53 - 6.84}{876}$$

$$= 0.0042$$

$$T_c = 0.0195 \times \left(\frac{876}{\sqrt{0.0042}} \right)^{0.77} = 295 \text{ menit} = 4.9 \text{ jam}$$

4.1.6. Penentuan Intensitas Curah Hujan (I)

Intensitas curah hujan merupakan jumlah hujan yang dinyatakan dalam tingginya kapasitas / volume air hujan tiap satuan waktu. Untuk menghitung intensitas curah hujan (I)

Besarnya intensitas hujan berubah-ubah tergantung lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Untuk memudahkan perhitungan terlebih dahulu dibuat blok-blok yang dilayani oleh saluran drainase eksisting, kemudian untuk menentukan nilai intensitas curah hujan (I) menggunakan rumus Mononobe :

$$I = \frac{R}{24} \left(\frac{24}{T_c} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Beriku ini adalah contoh perhitungan Intensitas curah hujan pada saluran I, dengan curah hujan rencana R = 197 mm

$$I = \frac{197}{24} \left(\frac{24}{4.9} \right)^{\frac{2}{3}} = 19.68 \text{ mm/jam} = 5.4 \times 10^{-6} \text{ m/dt}$$

4.1.7. Perkiraan Debit Banjir Rencana (Qr)

4.1.7.1. Perhitungan Debit Air Hujan (Qa)

Debit air hujan didasarkan pada limpasan air hujan yang terjadi dan tingkat aliran puncak dengan variable amatan yang diorientasikan pada intensitas hujan selama waktu konsentrasi dan luas daerah pengaliran. Rumus yang digunakan untuk menentukan debit air hujan adalah :

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

Contoh perhitungan untuk menghitung debit air hujan (Qa) untuk blok A :

Diketahui :

- Luas blok A = $0.194 \text{ km}^2 = 194 \text{ M}^2$
- Intensitas hujan = $5 \times 10^{-6} \text{ m/dt}$

Untuk perhitungan awal perlu diketahui nilai koefisien pengaliran (C) seperti pada tabel 2.2 pada *catchment area* setiap saluran, dimana nilai c ini dipengaruhi oleh tata guna lahan pada setiap *catchment area*.

Contoh perhitungan nilai C pada blok A :

Tabel 4.19. Nilai C pada Blok A

Blok	Penggunaan Lahan	Harga C
Blok A	Perumahan	0,70
	Jalan	0,95

Sumber : Hasil Analisa

Setelah diperoleh nilai koefisien pengaliran, maka besarnya debit air hujan pada saluran I (blok A) dapat dicari dengan rumus rasional :

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

$$= 0,278 \cdot 1,65 \cdot 5,4 \times 10^{-6} \cdot 0.194 = 0.41 \text{ m}^3/\text{dt}$$

4.1.7.2. Perhitungan Debit Domestik (Qd)

$$Qd = \frac{Pn \cdot 80\% \cdot Qkeb}{A}$$

Dimana :

P_n = Jumlah penduduk pada tahun n

A = luas daerah studi

γ = besarnya kapasitas air yang akan terbuang (m/dt/orang)

➤ Perkembangan Jumlah Penduduk

Untuk mengetahui proyeksi jumlah penduduk pada tahun yang direncanakan yaitu selama 5 tahun, berdasarkan data yang diperoleh dari kantor BPS kabupaten Badung pada tahun 2007 jumlah penduduk daerah study mencapai ± 18.996 jiwa. Sedangkan pertumbuhan rata-rata penduduk pertahun mencapai 3,2 %. Maka untuk perhitungan proyeksi jumlah penduduk sampai tahun 2012 digunakan persamaan eksponensial :

$$P_n = P_0 \times e^{r \cdot n}$$

Sehingga :

$$P_5 = 18996 \times 2,71828183^{0,032 \cdot 5}$$

$$P_5 = 22292 \text{ jiwa}$$

Jadi jumlah penduduk 5 tahun mendatang, tepatnya pada tahun 2012 diperkirakan sebesar ± 22292 jiwa.

➤ Kapasitas air yang akan terbuang (γ)

Dengan berpedoman pada perkiraan jumlah kebutuhan air rata-rata di wilayah Kota sebesar 150 liter/hari/orang, maka dianggap besarnya air yang terbuang adalah 80 % dari kebutuhan air bersih,

$$\begin{aligned}\gamma &= 150 \times 80 \% = 120 \text{ lt/hari/orang} \\ &= \frac{128}{24 \times 60 \times 60} \\ &= 1.48 \times 10^{-3} \text{ lt/dt/orang}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_d &= \frac{22292.0,0014}{12,93} \\ &= 2.55 \text{ lt/dtk/km}^2 = 0.0025 \text{ m}^3/\text{dt km}^2\end{aligned}$$

➤ Debit Air Buangan Untuk Masing-masing Saluran

Untuk besarnya debit buangan untuk masing-masing saluran dapat dihitung dengan rumus :

$$Q_{d \text{ saluran}} = Q_d \times \text{luas daerah layanan}$$

Sebagai contoh diambil saluran 1 (blok A) dengan luas sebesar 0,194 km²

$$\begin{aligned}Q_{d \text{ saluran}} &= Q_{d \text{ total}} \times \text{luas daerah layanan} \\ &= 0.0025 \times 0,194 \\ &= 0,00046 \text{ m}^3/\text{dtk}\end{aligned}$$

➤ Perhitungan debit rencana :

$$\begin{aligned}Q &= Q_a + Q_d \\ &= 0.41 + 0.00046 = 041 \text{ m}^3/\text{dt}\end{aligned}$$

Dari hasil analisa debit banjir rencana menunjukkan bahwa air yang mengalir akibat curah hujan di saluran drainase Jalan Sunset Road sebesar **0.46 m³/dt**. Untuk perhitungan debit rencana yang lainnya dapat dilihat pada **Tabel 4.20**

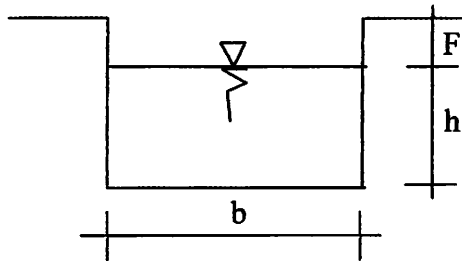
Tabel 4.20. Perhitungan Debit Banjir

Kode Blok	Kode Saluran	L (m)	A (km)	S	tc (jam)	I (m/dt)	Qd (m ³ /dt)	Qh (m ³ /dt)	Qr (m ³ /dt)	Uraian Q	Qr (m ³ /dt)
A	1	876	0.194	0.0042	4.92	0.000005	0.00049	0.4119	0.412	Q1	0.412
B	2	534	0.129	0.0032	3.73	0.000006	0.00032	0.3296	0.330	Q2	0.330
C	3	896	0.222	0.0003	13.83	0.000002	0.00056	0.2366	0.237	Q1+Q2+Q3	0.979
D	4	895	0.150	0.0003	13.80	0.000002	0.00038	0.1601	0.160	Q4	0.160
E	5	979	0.191	0.0008	10.18	0.000003	0.00048	0.2498	0.250	Q5	0.250
F	6a	584	0.193	0.0038	3.74	0.000006	0.00048	0.4920	0.493	Q7+Q6a+Q6b	0.70
	6b	402	0.063	0.0002	8.75	0.000003	0.00016	0.0911	0.091	Q6b	0.091
G	7	1259	0.106	0.0007	13.17	0.000002	0.00027	0.1167	0.117	Q7	0.117
H	8	374	0.082	0.0018	3.51	0.000006	0.00021	0.2180	0.218	Q8	0.218
I	9a	509	0.109	0.0011	5.43	0.000004	0.00027	0.2166	0.217	Q9a	0.217
	9b	422	0.109	0.0010	4.84	0.000005	0.00027	0.2339	0.234	Q9b	0.234
J	10	1147	0.110	0.0010	10.39	0.000003	0.00028	0.1419	0.142	Q10	0.142
K	11	573	0.151	0.0004	8.79	0.000003	0.00038	0.2178	0.218	Q11	0.218
L	12	2047	0.580	0.0004	23.42	0.000002	0.00145	0.4350	0.436	Q12a	0.436
M	12	351	0.038	0.0004	6.03	0.000004	0.00010	0.0705	0.071	Q10+Q11+Q12a+Q12b	0.867
N	13	801	0.279	0.0012	7.45	0.000004	0.00070	0.4491	0.450	Q13+Q14+Q15+Q16+Q17	1.438
O	14	684	0.059	0.0007	8.12	0.000003	0.00015	0.0897	0.090	Q14+Q15+Q18+Q11,12,13	0.680
P	15	1471	0.278	0.0007	14.59	0.000002	0.00070	0.2860	0.287	Q15+Q18	0.590
Q	16a	965	0.276	0.0004	13.13	0.000002	0.00069	0.3046	0.305	Q16+Q17	0.499
	16b	515	0.201	0.0004	8.09	0.000003	0.00050	0.3062	0.307	Q16a+Q16b+Q17	0.806
R	17	606	0.106	0.0011	6.17	0.000004	0.00027	0.1936	0.194	Q17	0.194
S	18	511	0.128	0.0022	4.18	0.000005	0.00032	0.3031	0.303	Q18	0.303
T	19	404	0.054	0.0021	3.58	0.000006	0.00014	0.1419	0.142	Q19	0.142

4.2 Analisa Hidrolika

4.2.1. Kapasitas Saluran Yang Ada (Eksisting)

Adapun bentuk penampang saluran pada daerah studi adalah berbentuk segi empat.



Diketahui :

- lebar dasar saluran (b) = 0.8 m
- tinggi muka air (h) = 0.5
- tinggi jagaan (F) = 0.3
- koefisie kekasaran manning (n) = 0.025
- kemiringan dasar saluran (S) = 0.0018

Luas penampang basah :

$$\begin{aligned}
 A &= b \times h \\
 &= 0.8 \times 0.5 \\
 &= 0.4\text{m}^2
 \end{aligned}$$

Keliling basah :

$$\begin{aligned}
 P &= b + 2h \\
 &= 0.8 + (2 \times 0.5) \\
 &= 1.8\text{m}
 \end{aligned}$$

Jari-jari hidrolis :

$$R = \frac{A}{P}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{0.4}{1.8} \\ &= 0.22 \end{aligned}$$

Kecepatan aliran saluran :

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{1}{0.025} \times 0.22^{\frac{2}{3}} \times 0.0018^{\frac{1}{2}} \\ &= 0.63 \end{aligned}$$

Debit kapasitas saluran :

$$\begin{aligned} Q &= A \times V \\ &= 0.4 \times 0.63 \\ &= 0.25^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan debit saluran eksisting yang lainnya dapat dilihat pada **Tabel**

4.21. berikut :

Tabel 4.21 Perhitungan Debit Saluran Eksisting

Nama Jalan	Kode Sal.	n	b (m)	h (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	S	V (m/dt)	Qs (m ³ /dt)	Qr (m ³ /dt)	Keterangan
Jl. Sunset Road	1	0.025	0.8	0.6	0.48	2	0.24	0.0042	1.00	0.48	0.41	Memenuhi
Jl. Kunti	2	0.025	0.7	0.6	0.42	1.9	0.22	0.0032	0.83	0.35	0.33	tdk. Memenuhi
Jl. Sunset Road	3	0.025	1.5	1	1.50	3.5	0.43	0.0003	0.39	0.59	0.98	tdk. Memenuhi
Jl. Sunset Road	4	0.025	1	0.6	0.60	2.2	0.27	0.0003	0.29	0.18	0.16	tdk. Memenuhi
Jl. Werkudara	5	0.025	1	0.7	0.70	2.4	0.29	0.0008	0.50	0.35	0.25	Memenuhi
Jl. Dewi Sri	6a	0.025	1	0.5	0.50	2	0.25	0.0038	0.98	0.49	0.70	tdk. Memenuhi
Jl. Abianbase	6b	0.025	0.7	0.4	0.28	1.5	0.19	0.0002	0.18	0.05	0.09	tdk. Memenuhi
Jl. By Pass Ngurah Rai	7	0.025	0.8	0.5	0.40	1.8	0.22	0.0007	0.38	0.15	0.12	Memenuhi
Jl. Abianbase	8	0.025	0.8	0.5	0.40	1.8	0.22	0.0018	0.63	0.25	0.22	Memenuhi
Jl. Majapahit	9a	0.025	0.7	0.7	0.49	2.1	0.23	0.0011	0.50	0.25	0.22	Memenuhi
Jl. Majapahit	9b	0.025	0.7	0.7	0.49	2.1	0.23	0.0010	0.48	0.24	0.23	Memenuhi
Jl. Legian	10	0.025	0.7	0.5	0.35	1.7	0.21	0.0010	0.45	0.16	0.14	Memenuhi
Jl. Majapahit	11	0.025	0.8	0.7	0.56	2.2	0.25	0.0004	0.32	0.18	0.22	tdk. Memenuhi
Jl. Pantai Kuta	12a	0.025	1.2	0.9	1.08	3	0.36	0.0005	0.45	0.49	0.44	Memenuhi
Jl. Pantai Kuta	12b	0.025	1.5	1	1.50	3.5	0.43	0.0005	0.51	0.76	0.87	tdk. Memenuhi
Jl. Singosari – Jl. Kaliangget	13	0.025	1.5	1	1.50	3.5	0.43	0.0012	0.79	1.18	1.44	tdk. Memenuhi
Jl. Bakungsari – Jl. Kahurpan	14	0.025	1.5	1	1.50	3.5	0.43	0.0007	0.60	0.90	0.68	Memenuhi
Jl. Kubuanyar	15	0.025	1.5	1	1.50	3.5	0.43	0.0007	0.60	0.91	0.59	Memenuhi
Jl. Singosari	16a	0.025	1.5	1	1.50	3.5	0.43	0.0004	0.45	0.68	0.50	Memenuhi
	16b	0.025	1.5	1	1.50	3.5	0.43	0.0004	0.45	0.68	0.81	tdk. Memenuhi
Jl. Kartika Plaza	17	0.025	0.8	0.5	0.40	1.8	0.22	0.0011	0.49	0.20	0.19	Memenuhi
Jl. Dewi Sartika	18	0.025	0.7	0.4	0.28	1.5	0.19	0.0022	0.61	0.17	0.30	tdk. Memenuhi
Jl. Dewi Sartika	19	0.025	0.8	0.5	0.40	1.8	0.22	0.0021	0.66	0.27	0.14	Memenuhi

4.2.2. Solusi Terhadap Masalah Genangan

Berdasarkan dari gambar genangan daerah studi dan hasil evaluasi pada tabel 4.21 diketahui ada beberapa saluran drainase di kawasan Kuta tidak mencukupi mengalirkan air buangan untuk 5 tahun kedepan. Untuk itu perlu dilakukan penanganan banjir dengan normalisasi saluran seperti :

- a. Evaluasi kapasitas saluran existing
- b. Perencanaan saluran bawah jalan apabila perubahan dimensi saluran melebihi 1,8 dan lebar jalan terbatas (kecil) m.
- c. Perencanaan saluran skunder
- d. Perencanaan pintu air otomatis di outfall-outfall tertentu.

a. Evaluasi Kapasitas Saluran Existing

Setelah debit hujan rencana saluran eksisting dihitung, maka langkah selanjutnya yaitu mengevaluasi kapasitas saluran eksisting terhadap debit banjir rencana untuk perencanaan selama 5 tahun

1. The first part of the report...

The first part of the report deals with the general situation of the country...

2. The second part of the report...

The second part of the report deals with the economic situation...

3. The third part of the report...

The third part of the report deals with the social situation...

4. The fourth part of the report...

The fourth part of the report deals with the political situation...

5. The fifth part of the report...

The fifth part of the report deals with the cultural situation...

6. The sixth part of the report...

The sixth part of the report deals with the international situation...

7. The seventh part of the report...

The seventh part of the report deals with the future prospects...

Tabel 4.21 Perhitungan Pendimensian Ulang Saluran Existing

Nama Jalan	Kode Saluran	n	b (m)	h (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	S	V (m/dt)	Qs (m ³ /dt)	Qr (m ³ /dt)	Keterangan
Jl. Sunset Road	1	0.025	0.7	0.6	0.42	1.9	0.22	0.0042	0.95	0.40	0.41	Memenuhi
Jl. Kunti	2	0.025	0.7	0.6	0.42	1.9	0.22	0.0032	0.83	0.35	0.33	Memenuhi
Jl. Sunset Road	3	0.025	2	1.1	2.20	4.2	0.52	0.0003	0.45	0.99	0.98	Memenuhi
Jl. Sunset Road	4	0.025	1	0.6	0.60	2.2	0.27	0.0003	0.29	0.18	0.16	Memenuhi
Jl. Werkudara	5	0.025	1	0.7	0.70	2.4	0.29	0.0008	0.50	0.35	0.25	Memenuhi
Jl. Dewi Sri	6a	0.025	1.2	0.6	0.72	2.4	0.30	0.0038	1.11	0.80	0.70	Memenuhi
Jl. Abianbase	6b	0.025	1	0.5	0.50	2	0.25	0.0002	0.22	0.11	0.09	Memenuhi
Jl. By Pass Ngurah Rai	7	0.025	0.8	0.5	0.40	1.8	0.22	0.0007	0.38	0.15	0.12	Memenuhi
Jl. Abianbase	8	0.025	0.8	0.5	0.40	1.8	0.22	0.0018	0.63	0.25	0.22	Memenuhi
Jl. Majapahit	9a	0.025	0.7	0.7	0.49	2.1	0.23	0.0011	0.50	0.25	0.22	Memenuhi
Jl. Majapahit	9b	0.025	0.7	0.7	0.49	2.1	0.23	0.0010	0.48	0.24	0.23	Memenuhi
Jl. Legian	10	0.025	0.7	0.5	0.35	1.7	0.21	0.0010	0.45	0.16	0.14	Memenuhi
Jl. Majapahit	11	0.025	1	0.7	0.70	2.4	0.29	0.0004	0.35	0.25	0.22	Memenuhi
Jl. Pantai Kuta	12	0.025	1.2	0.9	1.08	3	0.36	0.0005	0.45	0.49	0.44	Memenuhi
	12	0.025	1.6	1.1	1.76	3.8	0.46	0.0005	0.54	0.94	0.87	Memenuhi
Jl. Singosari – Jl. Kallianget	13	0.025	1.5	1.2	1.80	3.9	0.46	0.0012	0.83	1.49	1.44	Memenuhi
Jl. Bakungsari – Jl. Kahuripan	14	0.025	1.3	1	1.30	3.3	0.39	0.0007	0.57	0.74	0.68	Memenuhi
Jl. Kubuanyar	15	0.025	1.2	1	1.20	3.2	0.38	0.0007	0.55	0.66	0.59	Memenuhi
Jl. Singosari	16a	0.025	1.5	1	1.50	3.5	0.43	0.0004	0.45	0.68	0.50	Memenuhi
	16b	0.025	1.5	1.2	1.80	3.9	0.46	0.0004	0.48	0.86	0.81	Memenuhi
Jl. Kartika Plaza	17	0.025	0.8	0.5	0.40	1.8	0.22	0.0011	0.49	0.20	0.19	Memenuhi
Jl. Dewi Sartika	18	0.025	0.9	0.5	0.45	1.9	0.24	0.0022	0.72	0.32	0.30	Memenuhi
Jl. Dewi Sartika	19	0.025	0.8	0.5	0.40	1.8	0.22	0.0021	0.66	0.27	0.14	Memenuhi

Dari peta genangan banjir dapat dilihat belum semua titik-titik genangan terlayani oleh saluran drainase, hal ini menandakan permasalahan banjir belum dapat teratasi secara tuntas. Solusi selanjutnya dalam penyelesaian permasalahan banjir dapat dilakukan dengan pembuatan saluran sekunder untuk mengalirkan banjir langsung menuju saluran utama (Tukad Mati) atau menuju laut.

b. Perencanaan Saluran Sekunder

Perencanaan saluran sekunder dilakukan untuk mengurangi masalah genangan yang ada. Pembuatan saluran sekunder dilakukan dengan mempertimbangkan :

- a. Titik genangan air pada daerah studi.
- b. Debit banjir rencana (Q_r) masing-masing saluran baru.
- c. Lebar jalan.
- d. Titik-titik *outfall* ke sungai atau laut pada daerah studi.

Setelah mempertimbangkan keempat point diatas, maka dapat dilakukan perencanaan saluran sekunder. Saluran ini berfungsi sebagai saluran air hujan dan air buangan rumah tangga.

Tabel 4.23.
Titik Koorinat, Elevasi dan Panjang Saluran Baru

Nama Jalan	Kode Saluran	Titik Koordinat (UTM)				Elevasi		Panjang Saluran (m)
		Hulu		Hilir		Hulu (m)	Hilir (m)	
		X	Y	X	Y			
Jl. Basangkasa – Jl. Seminyak	1	319393,7641	9039684,9555	319545,8845	9038827,5967	10,48	7,99	876
Jl. Sunset Road	2	319358,2323	9039703,6333	320025,9208	9039041,3525	10,61	6,90	890
I.C. Seminyak – Jl. Sunset Road	3	320581,8183	9039166,5494	320027,2938	9039038,2122	6,88	6,13	599
Jl. Seminyak – Jl. Nakula	4	319546,4553	9038823,2859	320090,9374	9038124,2363	7,99	4,83	1119
Jl. Seminyak – Jl. Double Six	5	319530,5513	9038813,3067	318896,2840	9038100,8858	7,97	5,13	1436
Jl. Seminyak – Jl. Padma Timur	6	319660,6848	9038141,8099	320132,4189	9037302,4620	5,89	2,88	1184
Jl. Padma Utara	7a	319440,1609	9037654,2487	319614,5699	9037163,3812	4,30	3,83	544
Jl. Padma	7b	319642,3525	9038139,0126	319370,8636	9037249,3661	5,88	3,69	1507
Jl. Dewi Sri 1	8a	320662,8840	9037847,2755	320555,7303	9037316,6332	4,90	2,78	625
Jl. Dewi Sri	8b	320930,3211	9037506,8891	320438,1891	9037249,3661	4,75	2,77	556
Jl. Legian Timur	9	319920,7136	9037215,1784	320413,9380	9035364,1057	5,66	3,46	1916
Jl. Raya Kuta	10	320547,1700	9035121,3609	320659,7365	9034158,6566	4,95	3,46	973
Jl. Kendedes	11	320659,7365	9034158,6566	320813,7332	9034772,6222	4,95	3,62	883
Jl. Kubuanyar 1	12	320645,7939	9034153,8001	319901,5471	9034190,2035	4,95	3,09	898
Jl. Kubuanyar 2	13	320681,5936	9033881,1284	319852,8662	9033962,2237	4,95	3,30	982
Jl. Kediri	14	320706,2396	9033693,6597	319648,4302	9033682,7445	4,80	2,81	1117
Jl. Raya Kuta	15	320718,1589	9033700,0034	320661,8710	9034144,5099	4,95	4,80	448
Jl. Dewi Sartika	16	319491,7092	9033703,9233	319078,9248	9033812,4173	2,71	1,61	427
Jl. Singosari	17	319628,7231	9034580,8146	320743,0339	9035104,7738	2,60	2,45	1397

Sumber : Hasil Perhitungan

FAP 10/11

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

Account No.	Balance	Interest	Dividend	Total
1000	1000.00			1000.00
1001	1000.00			1000.00
1002	1000.00			1000.00
1003	1000.00			1000.00
1004	1000.00			1000.00
1005	1000.00			1000.00
1006	1000.00			1000.00
1007	1000.00			1000.00
1008	1000.00			1000.00
1009	1000.00			1000.00
1010	1000.00			1000.00
1011	1000.00			1000.00
1012	1000.00			1000.00
1013	1000.00			1000.00
1014	1000.00			1000.00
1015	1000.00			1000.00
1016	1000.00			1000.00
1017	1000.00			1000.00
1018	1000.00			1000.00
1019	1000.00			1000.00
1020	1000.00			1000.00
1021	1000.00			1000.00
1022	1000.00			1000.00
1023	1000.00			1000.00
1024	1000.00			1000.00
1025	1000.00			1000.00
1026	1000.00			1000.00
1027	1000.00			1000.00
1028	1000.00			1000.00
1029	1000.00			1000.00
1030	1000.00			1000.00
1031	1000.00			1000.00
1032	1000.00			1000.00
1033	1000.00			1000.00
1034	1000.00			1000.00
1035	1000.00			1000.00
1036	1000.00			1000.00
1037	1000.00			1000.00
1038	1000.00			1000.00
1039	1000.00			1000.00
1040	1000.00			1000.00
1041	1000.00			1000.00
1042	1000.00			1000.00
1043	1000.00			1000.00
1044	1000.00			1000.00
1045	1000.00			1000.00
1046	1000.00			1000.00
1047	1000.00			1000.00
1048	1000.00			1000.00
1049	1000.00			1000.00
1050	1000.00			1000.00
1051	1000.00			1000.00
1052	1000.00			1000.00
1053	1000.00			1000.00
1054	1000.00			1000.00
1055	1000.00			1000.00
1056	1000.00			1000.00
1057	1000.00			1000.00
1058	1000.00			1000.00
1059	1000.00			1000.00
1060	1000.00			1000.00
1061	1000.00			1000.00
1062	1000.00			1000.00
1063	1000.00			1000.00
1064	1000.00			1000.00
1065	1000.00			1000.00
1066	1000.00			1000.00
1067	1000.00			1000.00
1068	1000.00			1000.00
1069	1000.00			1000.00
1070	1000.00			1000.00
1071	1000.00			1000.00
1072	1000.00			1000.00
1073	1000.00			1000.00
1074	1000.00			1000.00
1075	1000.00			1000.00
1076	1000.00			1000.00
1077	1000.00			1000.00
1078	1000.00			1000.00
1079	1000.00			1000.00
1080	1000.00			1000.00
1081	1000.00			1000.00
1082	1000.00			1000.00
1083	1000.00			1000.00
1084	1000.00			1000.00
1085	1000.00			1000.00
1086	1000.00			1000.00
1087	1000.00			1000.00
1088	1000.00			1000.00
1089	1000.00			1000.00
1090	1000.00			1000.00
1091	1000.00			1000.00
1092	1000.00			1000.00
1093	1000.00			1000.00
1094	1000.00			1000.00
1095	1000.00			1000.00
1096	1000.00			1000.00
1097	1000.00			1000.00
1098	1000.00			1000.00
1099	1000.00			1000.00
1100	1000.00			1000.00

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

AMERICAN NATIONAL BANK AND TRUST COMPANY

Tabel 4.24. Perencanaan Saluran Baru

Kode Blok	Kode Sal.	L (m)	A (km)	S	tc (jam)	I (m/dt)	Qd (m3/dt)	Qh (m3/dt)	Qr (m3/dt)
A	1	876	0.149	0.002842	5.73	0.000004	0.0003725	0.2859	0.286
B	2	599	0.056	0.001252	5.86	0.000004	0.00014	0.1058	0.106
C	3	1119	0.22	0.002824	6.93	0.000004	0.00055	0.3717	0.372
D	4	1436	0.172	0.001978	9.63	0.000003	0.00043	0.2333	0.234
E	5	1184	0.108	0.002542	7.54	0.000003	0.00027	0.1725	0.173
F	6a	544	0.156	0.000864	6.28	0.000004	0.00039	0.2816	0.282
	6b	1507	0.056	0.001453	11.26	0.000003	0.00014	0.0685	0.069
G	7a	625	0.095	0.003392	4.13	0.000005	0.0002375	0.2269	0.227
	7b	556	0.058	0.003561	3.70	0.000006	0.000145	0.1490	0.149
H	8	1916	0.264	0.001148	14.83	0.000002	0.00066	0.2685	0.269
I	9	973	0.095	0.001531	7.88	0.000003	0.0002375	0.1474	0.148
J	10	883	0.047	0.001506	7.36	0.000004	0.0001175	0.0763	0.076
K	11	898	0.132	0.002071	6.59	0.000004	0.00033	0.2306	0.231
L	12	982	0.132	0.00168	7.66	0.000003	0.00033	0.2087	0.209
M	13	1117	0.094	0.001782	8.27	0.000003	0.000235	0.1412	0.141

Setelah perencanaan saluran baru selesai maka langkah selanjutnya yang perlu dilakukan adalah mengevaluasi keseluruhan saluran baik saluran eksisting maupun saluran baru terhadap debit banjir rencana. Evaluasi ini bertujuan untuk mengetahui apakah keseluruhan saluran mampu mengatasi permasalahan banjir di kawasan studi. Untuk mempermudah pengerjaan maka terlebih dahulu merencanakan sekema jaringan saluran Existing dan saluran baru, seperti pada gambar berikut :

1950-1951

1950-1951

The following table shows the results of the survey conducted in the year 1950-1951. The data is presented in a tabular format, with columns representing different categories and rows representing the years. The survey was conducted in the month of January, and the results are as follows:

Year	Category 1	Category 2	Category 3	Category 4
1950	10	20	30	40
1951	15	25	35	45

The data indicates a steady increase in all categories over the two-year period. The most significant growth was observed in Category 4, which increased from 40 in 1950 to 45 in 1951. This suggests a positive trend in the overall survey results.

Dari gambar skema jaringan di atas, terdapat beberapa saluran baru yang mengalir ke saluran existing ataupun sebaliknya, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Saluran baru (1) menuju saluran existing (4)
2. Saluran baru (2) menuju saluran existing (2)
3. Saluran existing (7) menuju saluran baru (7a)
4. Saluran baru (8) menuju saluran existing (12b)
5. Saluran baru (11) menuju saluran existing (15)
6. Saluran baru (12) menuju saluran existing (15)
7. Saluran baru (13) menuju saluran existing (15)

Tabel 4.26. Perhitungan Debit Total Saluran Existing

Nama Jalan	Kode Sal.	n	b (m)	h1 (m)	H (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	S	V (m/dt)	Qs (m ³ /dt)	Qr (m ³ /dt)	Keterangan
Jl. Sunset Road	1	0.025	0.7	0.6	1	0.42	1.9	0.22	0.0042	0.95	0.40	0.41	Memenuhi
Jl. Kunti	2	0.025	0.7	0.6	1	0.42	1.9	0.22	0.0032	0.83	0.35	0.44	Tidk. Memenuhi
Jl. Sunset Road	3	0.025	2	1.1	1.5	2.20	4.2	0.52	0.0003	0.45	0.99	0.98	Memenuhi
Jl. Sunset Road	4	0.025	1	0.6	1	0.60	2.2	0.27	0.0003	0.29	0.18	0.45	Tidk. Memenuhi
Jl. Werkudara	5	0.025	1	0.7	1	0.70	2.4	0.29	0.0008	0.50	0.35	0.25	Memenuhi
Jl. Dewi Sri	6a	0.025	1.2	0.6	1	0.72	2.4	0.30	0.0038	1.11	0.80	0.70	Memenuhi
Jl. Abianbase	6b	0.025	1	0.5	0.8	0.50	2	0.25	0.0002	0.22	0.11	0.09	Memenuhi
Jl. By Pass Ngurah Rai	7	0.025	0.8	0.5	0.8	0.40	1.8	0.22	0.0007	0.38	0.15	0.12	Memenuhi
Jl. Abianbase	8	0.025	0.8	0.5	0.8	0.40	1.8	0.22	0.0018	0.63	0.25	0.22	Memenuhi
Jl. Majapahit	9a	0.025	0.7	0.7	1	0.49	2.1	0.23	0.0011	0.50	0.25	0.22	Memenuhi
Jl. Majapahit	9b	0.025	0.7	0.7	1	0.49	2.1	0.23	0.0010	0.48	0.24	0.23	Memenuhi
Jl. Legian	10	0.025	0.7	0.5	1	0.35	1.7	0.21	0.0010	0.45	0.16	0.14	Memenuhi
Jl. Majapahit	11	0.025	1	0.7	1	0.70	2.4	0.29	0.0004	0.35	0.25	0.22	Memenuhi
Jl. Pantai Kuta	12a	0.025	1	0.9	1.3	0.90	1.8	0.50	0.0004	0.50	0.45	0.44	Memenuhi
Jl. Pantai Kuta	12b	0.025	1.6	1.1	1.5	1.76	3.8	0.46	0.0004	0.48	0.84	1.14	Tidk. Memenuhi
Jl. Singosari – Jl. Kallanget	13	0.025	1.5	1.2	1.7	1.80	3.9	0.46	0.0012	0.83	1.49	1.91	Tidk. Memenuhi
Jl. Bakungsari – Jl. Kahuripan	14	0.025	1.3	1	1.5	1.30	3.3	0.39	0.0007	0.57	0.74	1.26	Memenuhi
Jl. Kubuhanyar	15	0.025	1.2	1	1.5	1.20	3.2	0.38	0.0007	0.55	0.66	1.17	Tidk. Memenuhi
Jl. Singosari	16a	0.025	1.5	1	1.5	1.50	3.5	0.43	0.0004	0.45	0.68	0.50	Memenuhi
Jl. Singosari	16b	0.025	1.5	1.2	1.5	1.80	3.9	0.46	0.0004	0.48	0.86	0.81	Memenuhi
Jl. Kartika Plaza	17	0.025	0.8	0.5	0.8	0.40	1.8	0.22	0.0011	0.49	0.20	0.19	Memenuhi
Jl. Dewi Sartika	18	0.025	0.9	0.5	0.8	0.45	1.9	0.24	0.0022	0.72	0.32	0.30	Memenuhi
Jl. Dewi Sartika	19	0.025	0.8	0.5	0.8	0.40	1.8	0.22	0.0021	0.66	0.27	0.14	Memenuhi

Tabel 4.27. Perhitungan Pendimensian Ulang Total Saluran Existing

Nama Jalan	Kode Sal.	n	b (m)	h1 (m)	h(m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	S	V (m/dt)	Qs (m ³ /dt)	Qr (m ³ /dt)	Keterangan
Jl. Sunset Road	1	0.025	0.7	0.6	1	0.42	1.9	0.22	0.0042	0.95	0.40	0.41	Memenuhi
Jl. Kunti	2	0.025	1	0.6	1	0.60	2.2	0.27	0.0032	0.95	0.57	0.44	Memenuhi
Jl. Sunset Road	3	0.025	2	1.1	1.5	2.20	4.2	0.52	0.0003	0.45	0.99	0.98	Memenuhi
Jl. Sunset Road	4	0.025	1.5	1.2	1.7	1.80	3.9	0.46	0.0003	0.42	0.75	0.45	Memenuhi
Jl. Werkudara	5	0.025	1	0.7	1	0.70	2.4	0.29	0.0008	0.50	0.35	0.25	Memenuhi
Jl. Dewi Sri	6a	0.025	1.2	0.6	1	0.72	2.4	0.30	0.0038	1.11	0.80	0.70	Memenuhi
Jl. Abianbase	6b	0.025	1	0.5	0.8	0.50	2	0.25	0.0002	0.22	0.11	0.09	Memenuhi
Jl. By Pass Ngurah Rai	7	0.025	0.8	0.5	0.8	0.40	1.8	0.22	0.0007	0.38	0.15	0.12	Memenuhi
Jl. Abianbase	8	0.025	0.8	0.5	0.8	0.40	1.8	0.22	0.0018	0.63	0.25	0.22	Memenuhi
Jl. Majapahit	9a	0.025	0.7	0.7	1	0.49	2.1	0.23	0.0011	0.50	0.25	0.22	Memenuhi
Jl. Majapahit	9b	0.025	0.7	0.7	1	0.49	2.1	0.23	0.0010	0.48	0.24	0.23	Memenuhi
Jl. Legian	10	0.025	0.7	0.5	1	0.35	1.7	0.21	0.0010	0.45	0.16	0.14	Memenuhi
Jl. Majapahit	11	0.025	1	0.7	1	0.70	2.4	0.29	0.0004	0.35	0.25	0.22	Memenuhi
Jl. Pantai Kuta	12a	0.025	1	0.9	1.3	0.90	1.8	0.50	0.0004	0.50	0.45	0.44	Memenuhi
Jl. Pantai Kuta	12b	0.025	2.2	1.2	1.6	2.64	4.6	0.57	0.0004	0.55	1.46	1.14	Memenuhi
Jl. Singosari – Jl. Kalianget	13	0.025	2	1.1	1.7	2.20	4.2	0.52	0.0012	0.90	1.98	1.91	Memenuhi
Jl. Bakungsari – Jl. Kahuripan	14	0.025	1.8	1.1	1.7	1.98	4	0.50	0.0007	0.66	1.31	1.26	Memenuhi
Jl. Kubuanyar	15	0.025	1.7	1.1	1.7	1.87	3.9	0.48	0.0007	0.65	1.22	1.17	Memenuhi
Jl. Singosari	16a	0.025	1.5	1	1.5	1.50	3.5	0.43	0.0004	0.45	0.68	0.50	Memenuhi
	16b	0.025	1.5	1.2	1.5	1.80	3.9	0.46	0.0004	0.48	0.86	0.81	Memenuhi
Jl. Kartika Plaza	17	0.025	0.8	0.5	0.8	0.40	1.8	0.22	0.0011	0.49	0.20	0.19	Memenuhi
Jl. Dewi Sartika	18	0.025	0.9	0.5	0.8	0.45	1.9	0.24	0.0022	0.72	0.32	0.30	Memenuhi
Jl. Dewi Sartika	19	0.025	0.8	0.5	0.8	0.40	1.8	0.22	0.0021	0.66	0.27	0.14	Memenuhi

Dari hasil pendimesian ulang diatas, terdapat perubahan dimensi yang besar (> 1,5) dan hal ini tidak dapat di terapkan di lapangan mengingat pada daerah lokasi tidak memiliki lahan cukup luas untuk perubahan dimensi saluran. Untuk penangana masalah ini penulis mencoba merencanakan saluran drainase bawah jalan dengan tujuan untuk mengurangi beban debit banjir yang terjadi dengan dimensi saluran yang cukup besar.

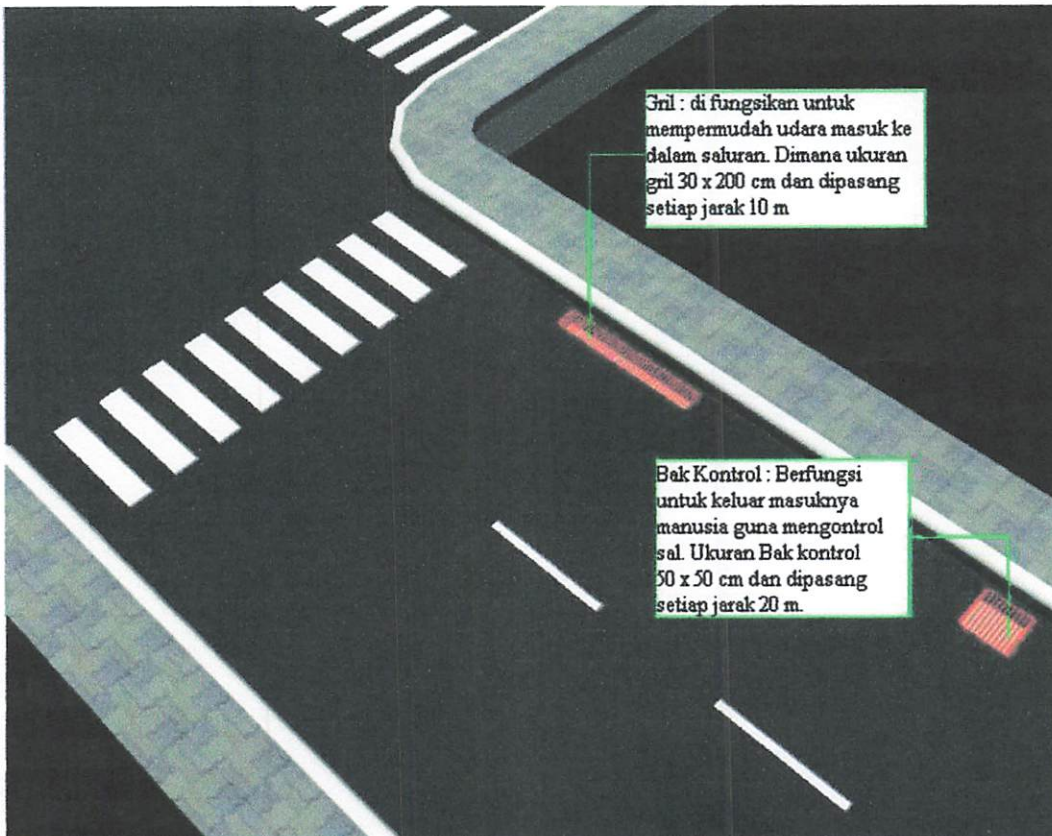
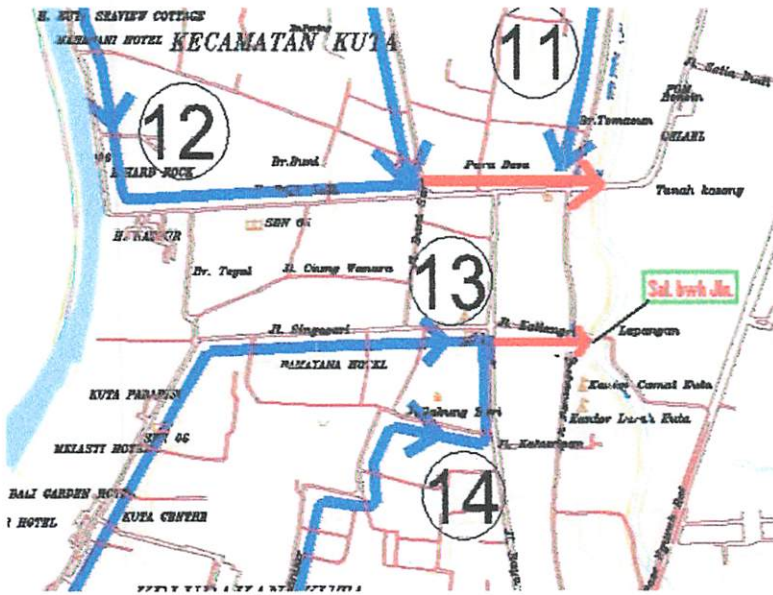
c. Saluran Drainase Bawah Jalan

Saluran drainase bawah jalan ini umumnya direncanakan pada daerah yang padat dan tidak memiliki lahan yang cukup luas untuk perubahan dimensi saluran. Saluran drainase bawah jalan ini umumnya terbuat dari beton yang dilengkapi dengan bak kontrol (man-hole). Karena saluran ini tertutup, maka perubahan penampang akibat sedimentasi, sampah dan lain-lain tidak terlihat. Oleh karena itu saluran drainase bawah jalan ini harus memiliki dimensi saluran yang cukup besar, untuk mempermudah dilakukannya pembersihan dan inspeksi dengan tenaga manusia.

Dari Tabel 4.27 terdapat saluran yang akan diletakkan di bawah jalan, diantaranya :

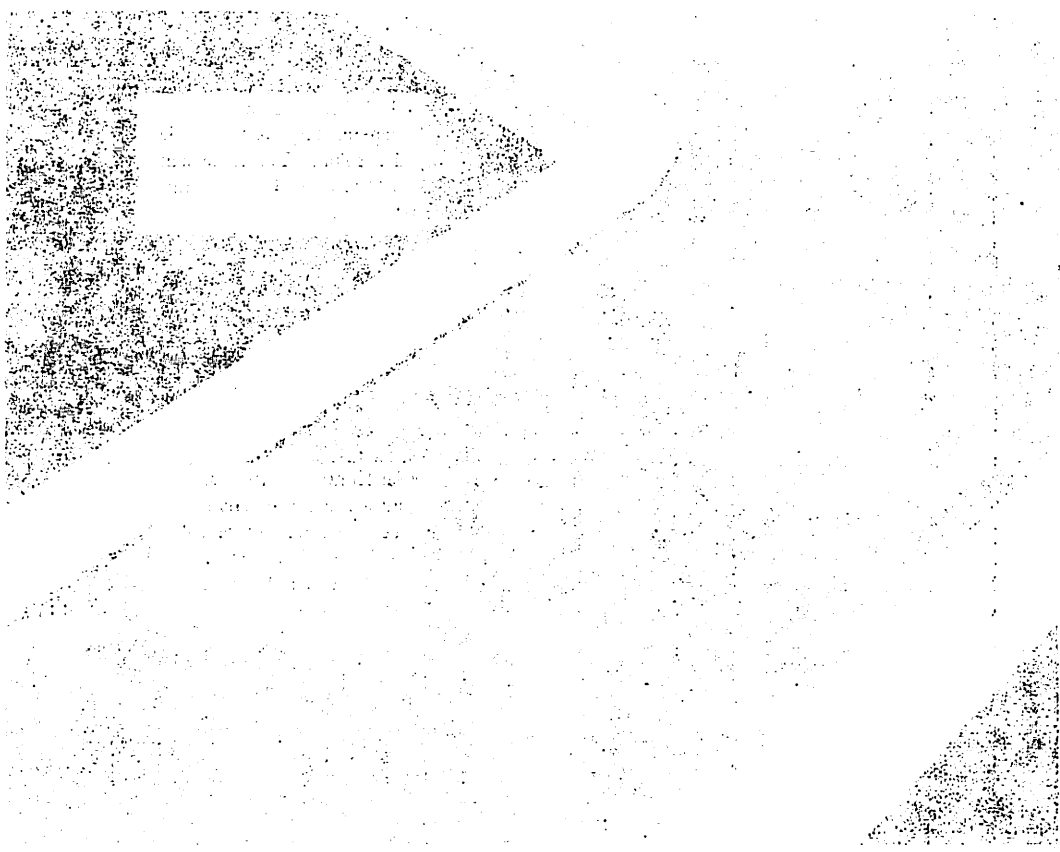
Jalan Singosari – Jalan Kalianget (kode sal. 13)

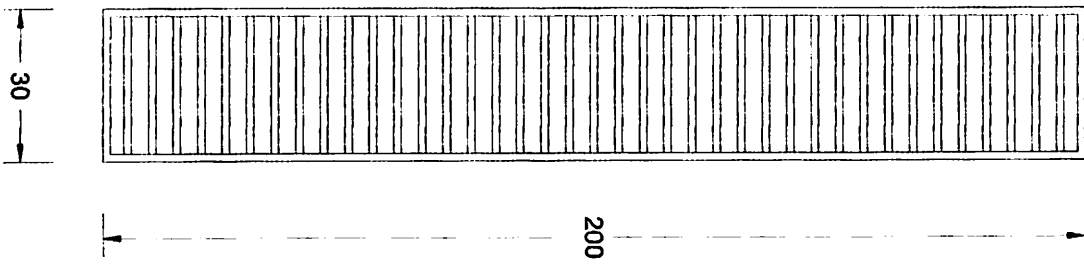
Berikut ini adalah gambar rencana saluran drainase :



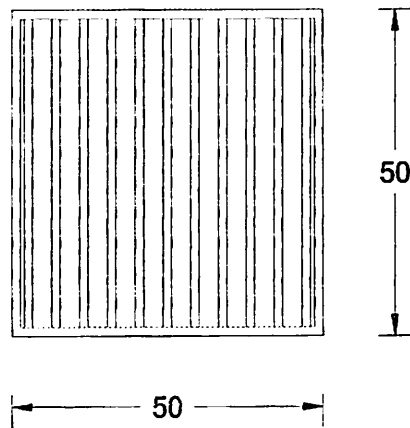
1988-1989

1988-1989





GRIL



Bak Kontrol

Gambar 4.2. Gril dan Bak Kontrol

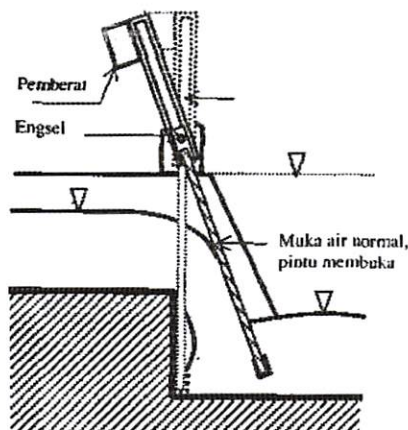
Dari keterangan gambar di atas dapat dilihat bahwa dalam perencanaan saluran bawah jalan terdapat beberapa bangunan penunjang diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Gril : gril di fungsikan untuk dapat masuknya udara kedalam saluran, sehingga mempermudah manusia untuk masuk ke dalamnya. Ukuran Gril adalah 30 x 200 cm, dimana gril dipasang setiap jarak 10 m. Jumlah Gril yang direncanakan adalah 9 buah dari panjang saluran recana yaitu 240 m.

2. Bak Kontrol : Difungsikan sebagai jalan keluar masuknya orang , guna mengontrol saluran bawah jalan. Dimana ukuran Bak kontrol adalah 50 x 50 cm, dan dipasang setiap jarak 20 m. Jumlah Bak Kontrol yang direncanakan adalah 4 buah dari panjang saluran recana yaitu 240 m

d. Pintu Air Otomatis

Pada daerah datar, khususnya daerah pantai, sering menghadapi kondisi saluran drainase mempunyai pembuangan (*outlet*) di badan air yang muka airnya berfluktuasi. Saluran drainase yang membuang langsung ke laut dipengaruhi oleh pasang surut, sedangkan drainase yang membuang ke banjir kanal dipengaruhi oleh tinggi banjir. Pada kondisi air di hilir tinggi, baik akibat air pasang maupun air banjir, maka air dari drainase tidak dapat mengalir ke pembuang, bahkan dimungkinkan terjadi aliran balik. Untuk menghindari hal ini, maka pada ujung saluran drainase khususnya yang mengalir ke pantai, perlu dilengkapi dengan bangunan pengatur berupa pintu pengatur untuk menghindari terjadinya aliran balik. Dalam studi ini digunakan Pintu Air Otomatis Sederhana seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 4.3. Pintu Air Otomatis Sederhana

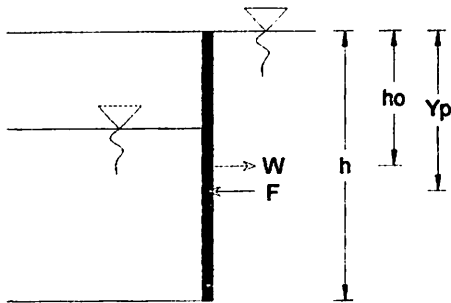
Pintu klep sederhana terbuka karena desakan aliran air dibantu oleh momen dari pemberat pintu. Pada saat air di hilir naik (akibat pasang surut atau banjir), maka tekanan air di hilir lebih tinggi dari tekanan air di hulu, sehingga mendorong pintu untuk menutup. Adapun ujung saluran yang di beri pintu otomatis ini adalah sebagai berikut :

1. Dewi Sartika (existing. 19)
2. Jalan Double Six (baru. 4)
3. Jalan Padma Timur (baru. 6a)

Perencanaan Pintu Air

Pintu air di Jl. Double Six (baru. 4) berbentuk segi empat dengan $L = 0.8$ m, $b = 0.8$ m, mempunyai sendi pada titik B.

a. Berat Pintu Air



- Panjang bagian pintu yang terendam air (h) = 0.8
- luas bidang pintu (A) = $L \times b = 0.8 \times 0.8 = 0.64$ m
- Jarak vertical pusat berat terhadap muka air :

$$h_0 = \frac{h}{2} = \frac{0.8}{2} = 0.4 \text{ m}$$

- Momen Inersia bidang pintu :

$$I_0 = \frac{1}{12} \times b \times h^3$$

$$I_0 = \frac{1}{12} \times b \times h^3$$

$$I_0 = \frac{1}{12} \times 0.8 \times 0.8^3 = 0.03 \text{ m}^4$$

- Gaya tekan :

$$F = A \times p_0$$

$$= A \times h_0 \times \gamma$$

$$= 0.64 \times 0.4 \times 1 = 0.3 \text{ ton}$$

- Pusat gaya tekanan :

$$y_p = h_0 + \frac{I_0}{h_0 \times A} = \left(\frac{1}{2} \times 0.4 \right) + \frac{0.03}{\left(\frac{1}{2} \times 0.4 \right) \times 0.64} = 0.53 \text{ m}$$

- Berat pintu berdasarkan momen terhadap sendi, $\sum M_s = 0$:

$$F (y_p - h_0) - W = 0$$

$$0.3 \times (0.53 - 0.4) - W = 0$$

$$W = 0.03 \text{ ton}$$

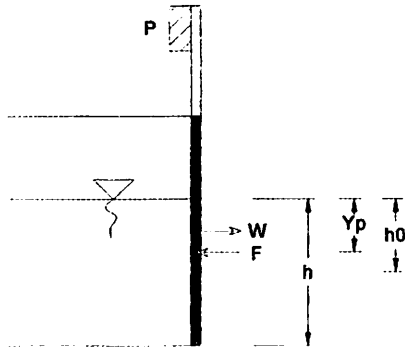
- Apabila pintu tersebut terbuat dari besi dengan rapat relatif $S = 7,85$; berarti

tebal pintu adalah :

$$t = \frac{W}{A \times \gamma_{\text{besi}}} = \frac{0.03}{0.64 \times 7,85} = 0.01 \text{ m} = 1 \text{ cm}$$

b. Perhitungan Pembukaan Pintu Air Otomatis

Dari hasil perhitungan di atas didapat berat pintu $W = 0,03$ T dan berat pemberat dirncanakan sebesar $P = 0.02$ T, maka untuk perhitungan pembukaan pintu air otomatis dapat dilakukan:



- Panjang bagian pintu yang terendam air = h
- luas bidang pintu (A) = $b \times y = 0.8 \times h = 0.8h$
- Jarak vertical pusat berat terhadap muka air :

$$h_0 = \frac{h}{2} = \frac{h}{2} = 0,5h$$

- Gaya tekan hidrostatis :

$$F = A \times p_0$$

$$= A \times h_0 \times \gamma$$

$$= 0.8h \times h \times 1 = 0.8h^2 \text{ ton}$$

- Momen Inersia bidang pintu : $I_0 = \frac{1}{12} \times b \times y^3$

$$I_0 = \frac{1}{12} \times 0.8 \times h^3 = 0.067$$

- Pusat gaya tekanan :

$$y_p = h_0 + \frac{I_0}{h_0 \times A} = \left(\frac{1}{2} \times h\right) + \frac{0,067h^3}{\left(\frac{1}{2} \times h\right) \times 0,8h} = 0,67h$$

- Pintu membuka apabila momen terhadap sendi B adalah nol, $\sum M_s = 0$:

$$F \times (y - y_p) + (P \times AB) - (W \times 0,5 \times L)$$

$$0,8h^2 \times (h - 0,67h) + (0,02 \times 0,8) - (0,03 \times 0,5 \times 0,8) = 0$$

$$h = 0,5 \text{ m}$$

Jadi pintu akan membuka apabila kedalaman air di hulu adalah $h = 0,5 \text{ m}$

Untuk perencanaan pintu air otomatis lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.28

Tabel 4.28. Perencanaan Pintu Air Otomatis

No	Nama Jalan	P (ton)	W (ton)	h (m)
1	Jalan Double Six	0.02	0.03	0.5
2	Jalan Padma Utara	0.05	0.08	0.6
3	Jalan Dewi Sartika	0.02	0.03	0.6

4.2.3. Penelusuran Banjir Saluran Drainase

Penelusuran banjir adalah peramalan hidrograf di suatu titik pada suatu aliran yang didasari atas pengamatan hidrograf di titik lain.

Tujuan penelusuran banjir adalah untuk :

- Peramalan banjir jangka pendek
- Perhitungan hidrograf satuan pada berbagai titik sepanjang saluran dari hidrograf satuan di suatu titik di saluran tersebut.
- Peramalan terhadap kelakuan sungai setelah terjadi perubahan keadaan.

Pada dasarnya penelusuran banjir lewat saluran drainase adalah persoalan aliran tidak tunak (non steady flow), sehingga dapat dicari penyelesaiannya. Cara penelusuran banjir pada bab ini tidak berdasarkan atas hukum-hukum dasar hidrolika, yang ditinjau disini adalah kontinuitas, sdangkan persamaan keduanya didapat dengan cara empiris dari pengamatan banjir. Oleh karenanya berlakunya cara ini harus diperiksa untuk setiap kasus khusus. Dlam penelusuran saluran ini digunakan Metode Muskingum.

Untuk merumuskan persamaan kontinuitas,waktu (t) harus dibagi menjadi menjadi periode-periode Δt yang lebih kecil, dimana periode penelusuran ini harus dibuat lebih kecil dari waktu tempuh dalam bagian memanjang saluran drainase tersebut sehingga selama selama periode penelusuran Δt tersebut, puncak banjirnya tidamenutup bagian memanjang saluran secara menyeluruh.

Persamaan kontinuitas dipakai dalam penelusuran banjir ini adalah sebagai berikut:

$$\frac{I_1 + I_2}{2} + \left(\frac{S_1}{\Delta t} - \frac{Q_1}{2} \right)$$

Jika :

$$\frac{S_1}{\Delta t} - \frac{Q_1}{2} = \psi_1 \text{ dan}$$

$$\frac{S_2}{\Delta t} - \frac{Q_2}{2} = \psi_2$$

Maka dari rumus diatas dapat di tulis :

$$\frac{I_1 + I_2}{2} + \psi_1 = \psi_2$$

Dimana :

$$\begin{aligned} I &= \text{debit masuk (m}^3/\text{dt)} \\ Q &= \text{debit keluar (m}^3/\text{dt)} \\ &= C \times B \times H^{3/2} \end{aligned}$$

C = koefisien debit pintu (0.6 m/dt)

B = lebar saluran drainase

H = tinggi energi diatas ambang bangunan pelimpah

Untuk nilai I dapat dicari menggunakan metode Nakayasu :

❖ **Metode Nakayasu**

- Parameter yang di pakai (dalam tabel data) :

a. Luas daerah air hujan (A_n) = 0.212 km²

b. Panjang saluran utama (L) = 0.54 km

c. Hujan satuan (Ro) = 1 mm

Mencari lengkung waktu hujan sampai debit puncak / waktu kosentrasi

Karena $L \leq 15$ Km, maka dipakai :

$$t_g = 0,21 \times L^{0,7}$$

$$= 0,21 \times 0.54^{0,7}$$

$$= 0.14 \text{ jam (kosentrasi)}$$

Tegangan waktu dari permulaan-permulaan hujan sampai puncak banjir (T_p)

$T_r =$ diambil 0.2 jam

$$T_p = t_g + 0.8 t_r$$

$$= 0.14 + 0.8 \times 0.2$$

$$= 0.3 \text{ jam}$$

1) Parameter (α)

$$\alpha = \frac{0.47(A_u \cdot L)^{0.25}}{t_g}$$

$$= \frac{0.47(0.212 \times 0.54)^{0.25}}{0.14}$$

$$= 1.95$$

- 2) Waktu yang dibutuhkan untuk penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30 % dari debit puncak ($T_{0.3}$) :

$$\begin{aligned} T_{0.3} &= \alpha \times t_g \\ &= 1.95 \times 0.14 \\ &= 0.27 \text{ jam} \end{aligned}$$

- 3) Debit puncak banjir (Q_p)

$$\begin{aligned} Q_p &= \frac{A_v \cdot x R_0}{3.6(0.3 \times T_p + T_{0.3})} \\ &= \frac{0.212 \times 1}{3.6(0.3 \times 0.3 + 0.27)} \\ &= 0.162 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

- 4) Unit Hidrograf (Menentukan Banjir Rancangan)

- Untuk kurva naik

$$a \leq t \leq T_p \text{ atau } 0 \leq t < 1$$

$$Q_a = Q_p \left[\frac{t}{T_p} \right]^{2.4}$$

$$t = 0 \quad \rightsquigarrow \quad Q_t = 0$$

$$t = 0.2 \quad \rightsquigarrow \quad Q_t = 0.162 \times \left(\frac{0.2}{0.3} \right)^{2.4} = 0.06 \text{ m}^3/\text{dt}$$

untuk nilai Q_t selanjutnya lihat tabel berikut :

t (m ³ /dt)	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
Q (m ³ /dt)	0.00	0.04	0.03	0.02	1.71	2.90

- Untuk kurva turun

$$(T_p + T_{0.3}) \leq t < (T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3})$$

$$1.0 \leq t < 2$$

$$Q_t = Q_p \times 0.3 \left(\frac{t - T_p + 0.5 T_{0.3}}{1.5 T_{0.3}} \right)$$

- $t = 1.2 \rightsquigarrow Q_t = 0.162 \times 0.3 \left(\frac{1.2 - 0.3 + (0.5 \times 0.27)}{1.5 \times 0.27} \right) = 0.037 \text{ m}^3/\text{dt}$

untuk nilai Q_t selanjutnya lihat tabel berikut :

t (m ³ /dt)	1.2	1.4	1.6	1.8	2
Q (m ³ /dt)	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01

Untuk perhitungan penelusuran banjir lihat Tabel 4.28 – 4.29

Tabel 4.28. Hubungan elevasi – tampungan – debit (H-S-Q)

EI (m)	H (m)	S (m ³)	S/Δt (m ³ /dt)	Q (m ³ /dt)	ψ1 (m ³ /dt)	ψ2 (m ³ /dt)
3.2	0	0	0	0	0	0
3.4	0.2	86	0.12	0.096	0.07	0.17
3.6	0.4	173	0.24	0.192	0.14	0.34
3.8	0.6	259	0.36	0.288	0.22	0.50
4.0	0.8	346	0.48	0.384	0.29	0.67
4.2	1	432	0.60	0.48	0.36	0.84
4.4	1.2	518	0.72	0.576	0.43	1.01
4.6	1.4	605	0.84	0.672	0.50	1.18
4.8	1.6	691	0.96	0.768	0.58	1.34
5	1.8	778	1.08	0.864	0.65	1.51
5.2	2	864	1.20	0.96	0.72	1.68
5.4	2.2	950	1.32	1.056	0.79	1.85
5.6	2.4	1037	1.44	1.152	0.86	2.02
5.8	2.6	1123	1.56	1.248	0.94	2.18
6.0	2.8	1210	1.68	1.344	1.01	2.35
6.2	3	1296	1.80	1.44	1.08	2.52
6.4	3.2	1382	1.92	1.536	1.15	2.69
6.6	3.4	1469	2.04	1.632	1.22	2.86
6.8	3.6	1555	2.16	1.728	1.30	3.02

Tabel 4.29. Penelusuran Banjir Saluran Drainase

t (jam)	I (m ³ /dt)	(I1+ I2)/2 (m ³ /dt)	ψ1 (m ³ /dt)	ψ2 (m ³ /dt)	H (m)	Q (m ³ /dt)
0	0.161				0.2	0.10
0.2	0.061	0.11	0.070	0.170	0.20	0.10
0.4	0.323	0.19	0.070	0.262	0.31	0.15
0.6	0.855	0.59	0.112	0.701	0.84	0.40
0.8	1.705	1.28	0.301	1.581	1.88	0.90
1	2.914	2.31	0.678	2.987	3.56	1.71
1.2	0.037	1.48	1.280	2.755	3.28	1.57
1.4	0.029	0.03	1.181	1.214	1.44	0.69

Dari perhitungan di atas didapat elevasi muka air maksimum pada pintu adalah El. 3.2 + 3.56 = 6.76 m, yang terjadi paa saat outflow $Q = 1.7 \text{ m}^3/\text{dt}$. Elevasi mukaair saluran (6.76 m) lebih tinggi dari elevasi muka tanah (4 m), maka kapasitas pintu dan tampungan tidak mencukupi, oleh karenanya disarankan dipasang Pompa Air.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan tahapan kegiatan perencanaan teknis saluran drainase dari pengumpulan data sampai analisis yang dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal diantaranya :

1. Kawasan perencanaan merupakan daerah perkotaan dan daerah wisata yang pesat perkembangannya dan mengalami perubahan penggunaan lahan yang sangat cepat pula. Hal ini ditunjukkan oleh pembangunan prasarana pendukung pariwisata dan berkembang permukiman di kawasan studi.
2. Dari hasil analisa hidrologi, bahwa semua saluran drainase existing pada daerah genangan tidak dapat menampung debit banjir rencana.. Untuk menanggulangi masalah ini penulis merencanakan perubahan dimensi saluran.
3. Dari peta genangan banjir dapat dilihat belum semua titik-titik genangan terlayani oleh saluran drainase, hal ini menandakan permasalahan banjir belum dapat teratasi secara tuntas. Untuk meyelesaikan masalah ini, maka perlu direncanakannya saluran baru.
4. Dengan direncanakannya saluran baru, maka ada beberapa pola aliran baru menuju saluran existing. Hal ini mengakibatkan ada penambahan debit banjir rencana pada sal existing, maka perlu adanya evaluasi total.
5. Dari Analisa perhitungan ada beberapa dimensi saluran yang cukup besar ($> 1,5$) dan hal ini tidak dapat di terapkan di lapangan mengingat pada daerah lokasi tidak

memiliki lahan cukup luas untuk perubahan dimensi saluran. Untuk penanganan masalah ini penulis mencoba merencanakan saluran drainase bawah jalan dengan tujuan untuk mengurangi beban debit banjir yang terjadi dengan dimensi saluran yang cukup besar.

6. Kecamatan kuta merupakan dataran rendah, dimana dataran rendah ini sering bermasalah pada Saluran pembuang (outfall) yang ke laut akibat pasang surut, maupun yang menuju ke sungai yang diakibatkan oleh tinggi banjir. Pada kondisi air di hilir tinggi, baik akibat air pasang maupun air banjir, maka air dari drainase tidak dapat mengalir ke pembuang, bahkan dimungkinkan terjadi aliran balik. Untuk menghindari terjadinya aliran balik, maka direncanakan pemasangan pintu air otomatis pada ujung-ujung saluran tertentu.

5.2. SARAN

1. Dalam merencanakan suatu sistem drainase, seharusnya dilakukan dengan teliti, sehingga diperoleh hasil yang efektif dan efisien dan didapatkan tingkat umur efektif saluran tersebut dapat sesuai dengan umur yang direncanakan.
2. Dalam pendimensian saluran seharusnya meninjau dari segi efisiensi hidrolis, praktis dan ekonomis.
3. Perlunya koordinasi yang baik antara beberapa instansi terkait dalam menangani permasalahan banjir.

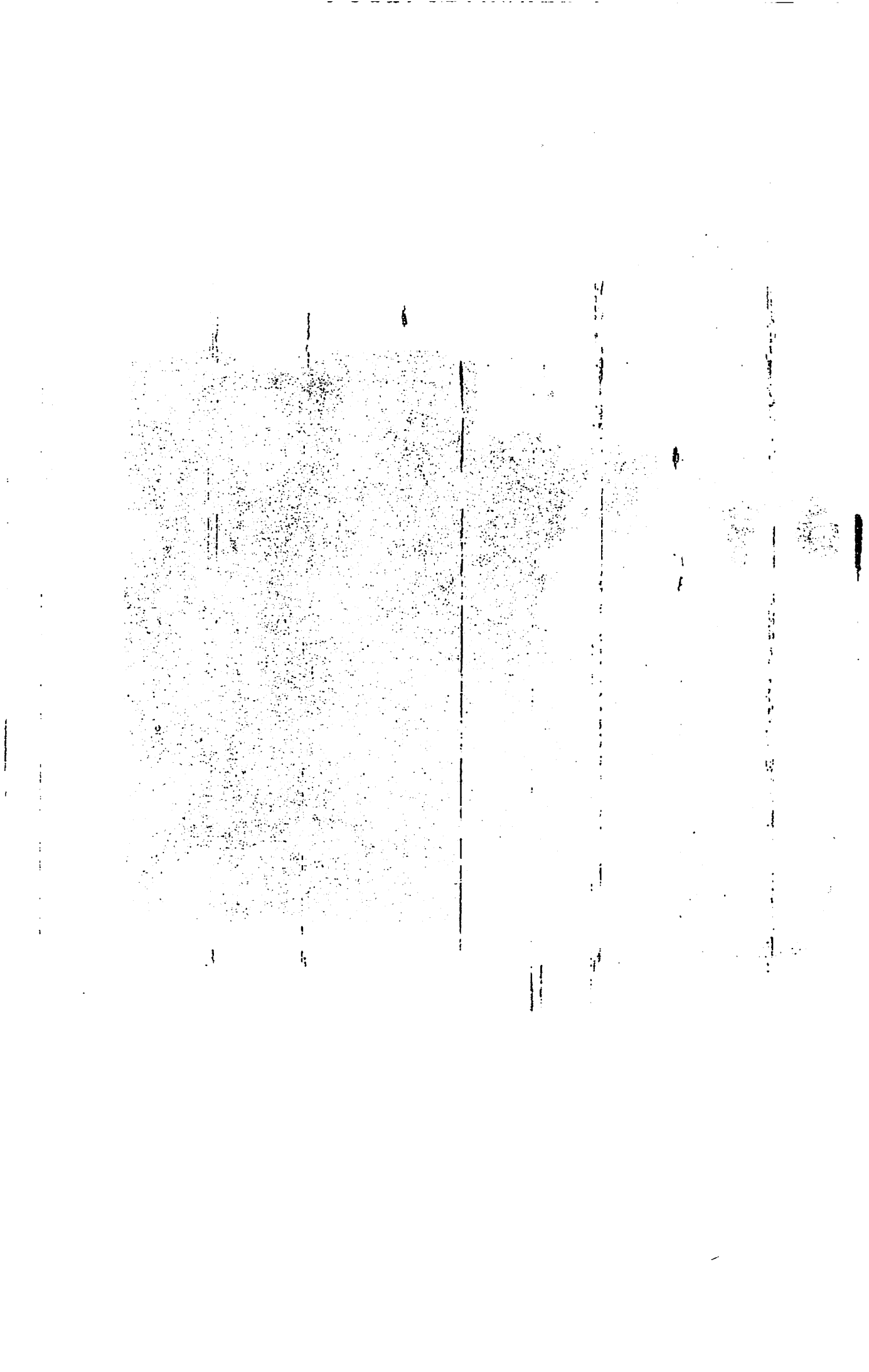
DAFTAR PUSTAKA

1. **Subarkah, Imam. 1980. Hidrologi Perencanaan Bangunan Air. Bandung : Penerbit Idea Dharma.**
2. **Suripin. 2004. Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan. Yokyakarta : Penerbit Andi.**
3. **Bambang Triatmojo, 1994, Hidrolika I : Penerbit Beta Offet, Jakarta.**
4. **Anonim, Drainase Perkotaan.**
5. **Intitut Teknologi Surabaya, 2002, Pengelolaan System Drainase dan Penyaluran Air Limbah : Penerbit Intitut Teknologi Surabaya.**
6. **Van te Chow, 1997, Hidrologi Saluran Terbuaka : Penerbit Erlangga, Jakarta.**
7. **Anonim, 2008, Kabupaten Badung Dalam Angka 2008, Kantor Badan Pusat Statistik Kabupaten Badung Propinsi Bali.**
8. **C.D Soemarto, Ir.B.I.E, Dipl.H, 1987, Hidrologi Teknik: Penerbit Usaha Nasional, Surabaya.**

LAMPIRAN

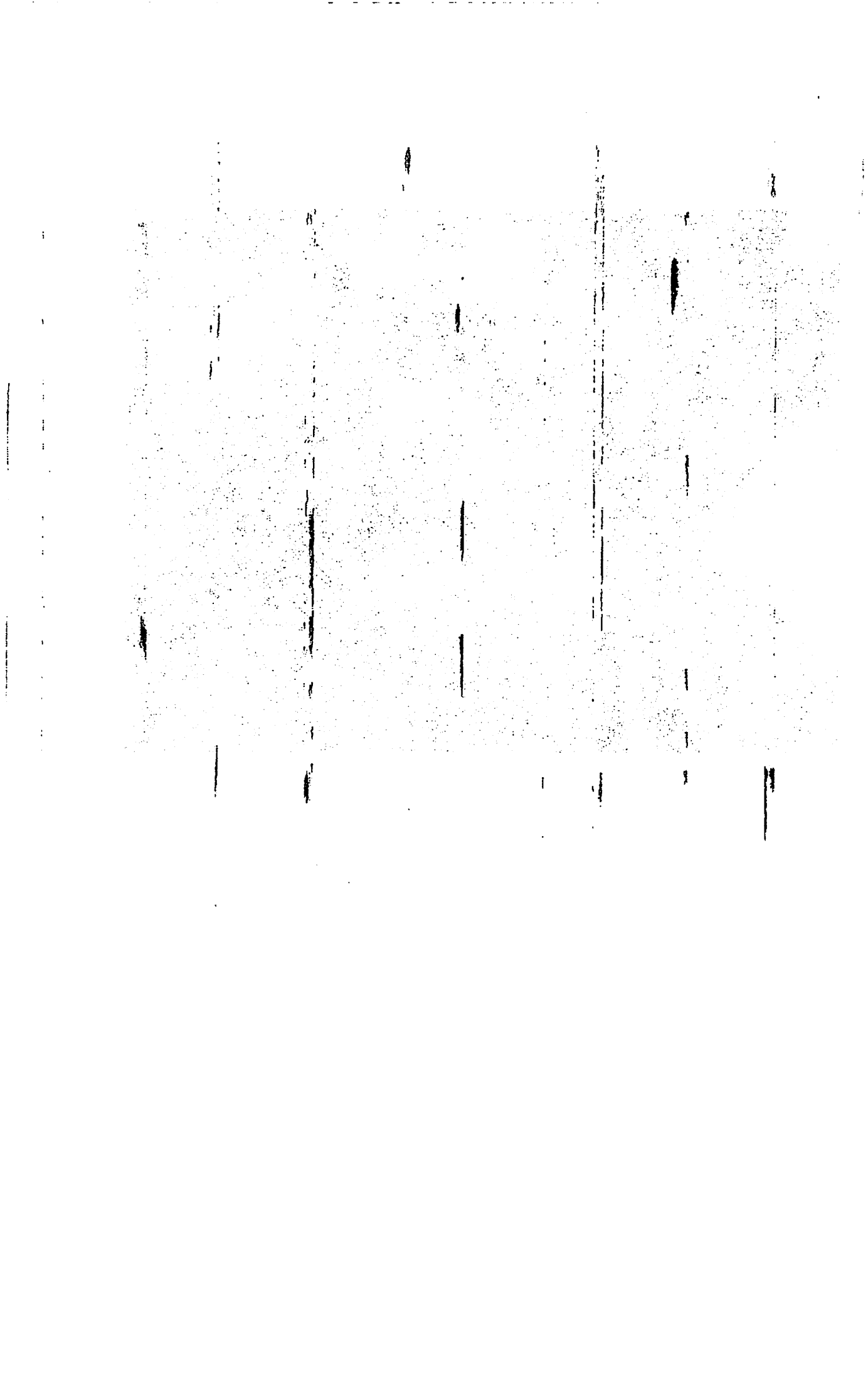


Banjir di Jl. Dewi Sri





Banjir di Jl. Dewisri





Br. Basangkasa



Br. Basangkasa

Total Curah Hujan/Hari Hujan

Nama Pos : Ngurah Rai

No. Pos : 445 b.

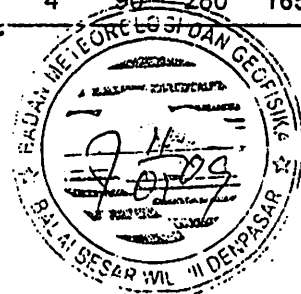
Posisi : 08° 45' S - 115° 10' E

Tinggi : 3 meter

Tahun	Total Curah Hujan (mm)												
	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Total
1998	169	129	168	48	31	48	66	0.2	56	283	169	582	1749.2
1999	595	300	459	397	50	97	32	1		203	204	502	2839
2000	377	459	399	442	301	47	45	-	3	142	349	25	2590
2001	567	215	166	69	6	139	13	1	3	85	30	328	1623
2002	326	406	73	36	10	-	6	1	2		95	210	1164
2003	639	218	131	168	72	11	4	10	98	10	169	378	1908
2004	167	279	230	48	147	19	41	4	16	4	100	312	1367
2005	287	105	170	177	16	28	14	59	1	204	122	306	1489
2006	375	287	388	221	51	15	2	7	-	1	10	131	1487
2007	215	165	359	344	20	31	3	40	1	78	76	652	1984
2008	319	453	268	95	65	25	9	1	46	4	90	280	1655

Keterangan :
= tidak ada data.
- = tidak ada hujan.

Sumber : Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar



Total Curah Hujan/Hari Hujan

Nama Pos.: Sanglah

No. Pos : 445 d

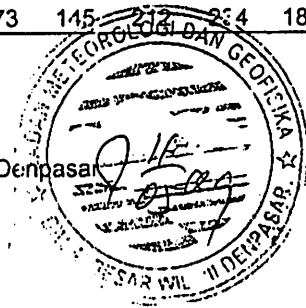
Posisi : 08° 40' 58" S - 115° 12' 36"E

Tinggi : 15 meter

Tahun:	Total Curah Hujan (mm)												
	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Total
1998	204	62	77	53	24	134	38	9	93	169	326	372	1560.3
1999	513	378	509	448	6	84	12	4	2	317	294	456	3020.9
2000	286	486	375	411	240	14	51	5	3	346	392	45	2655.4
2001	497	238	167	103	4	112	3	2	3	116	287	383	1913.8
2002	300	425	44	48	1	8	21	7	10	-	197	264	1324
2003	712.8	287.7	265.2	256.3	40.7	27.7	0.9	1.9	110	39.7	233.6	373.8	2350.3
2004	149	304	219	36	325	6	44	10	1	24	148	315	1579.8
2005	381	174	150	212	8	9	12	31	4	230	216	460	1893
2006	466	195	301	173	77	15	7	10	0	35	34	133	1445.7
2007	120	73	331	97	25	20	5	18	0	44	266	437	1486.7
2008	326	366	328	112	65	1	2	1	73	145	212	254	1865.4

Keterangan : = tidak ada data.
- = tidak ada hujan.

Sumber : Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar



Total Curah Hujan/Hari Hujan

Nama Pos : Sumerta

No. Pos : 445

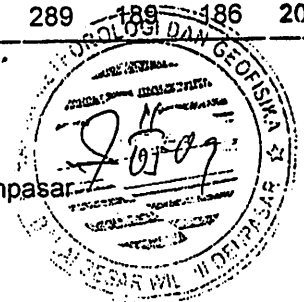
Posisi : 08° 38' 18"S - 115° 13' 24"E

Tinggi : 40 meter

Tahun	Total Curah Hujan (mm)												
	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Seo	Okt	Nop	Des	Total
1998	325	67	91	60	10	63	52	30	203	240	311	354	1806
1999	513	424	435	412	5	48.5	11	7	0	370	231	320	2776.5
2000	303	503	277	476	193	21	0	0	2	287	423	26.5	2511.5
2001	355	308	264	50	13	95	0	0	5	167	163.5	394	1814.5
2002	323	497	59.5	97.5	0	27	5.5	6	5	0	392	361	1773.5
2003	846	319	230	277	34	21	0	0	126	17	144	426	2437.5
2004	125	564	268	0	320	0	100	0	0	143	215	86	1820
2005	357	248	191	90	0	20	52	31	21	197	197	454	1856
2006	586	136	302	340	82	20	9	4	-	2	61	35	1577.3
2007	233	174	521	46	0	31	0	0	0	0	203	315	1522.5
2008	322	380	372	57	142	0	0	0	65	289	189	186	2000

Keterangan : = tidak ada data.
- = tidak ada hujan.

Sumber : Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar



Total Curah Hujan/Hari Hujan

Nama Pos : Ngurah Rai

No. Pos : 445 b.

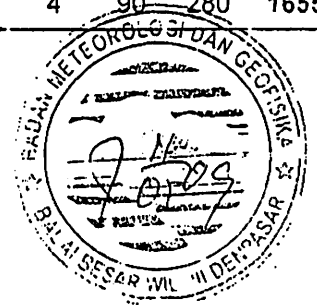
Posisi : 08° 45' S - 115° 10' E

Tinggi : 3 meter

Tahun	Total Curah Hujan (mm)												
	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Total
1998	169	129	168	48	31	48	66	0.2	56	283	169	582	1749.2
1999	595	300	459	397	50	97	32	1		203	204	502	2839
2000	377	459	399	442	301	47	45	-	3	142	349	25	2590
2001	567	215	166	69	6	139	13	1	3	85	30	328	1623
2002	326	406	73	36	10	-	6	1	2		95	210	1164
2003	639	218	131	168	72	11	4	10	98	10	169	378	1908
2004	167	279	230	48	147	19	41	4	16	4	100	312	1367
2005	287	105	170	177	16	28	14	59	1	204	122	306	1489
2006	375	287	388	221	51	15	2	7	-	1	10	131	1487
2007	215	165	359	344	20	31	3	40	1	78	76	652	1984
2008	319	453	268	95	65	25	9	1	48	4	90	280	1655

Keterangan :
 = tidak ada data.
 - = tidak ada hujan.

Sumber : Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar



Curah Hujan/Hari Hujan

Stasiun Pos : Kapal

elevasi : 440 m

koordinat : 08° 34' 42"S - 115° 11' 01"E

ketinggian : 250 meter

Total Curah Hujan (mm)

Tahun	Total Curah Hujan (mm)												
	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Total
1998	203	80	144	20	30	0	73	0	101	400	379	384	1814
1999	370	391	222	161	59	35	24	19	7	158	219	254	1919
2000		R	U	S	A	K							
2001	473.5	277	279	119	12	237	0	0	0	302	411.5	185	2296
2002	294.1	532	57	170	0	0	0	31	0	0	0	0	1084.1
2003	1005	450	193	204	67	23	0	0	102	105	268	716	3130.5
2004	214	322	284	204	180	7	0	0	0	0	0	147	1357
2005	444	151	136	204	-	1	77	92	425	208	171	781	2688.9
2006	495	173	391	80	89	175	274	13	0	30	86	13	1818.5
2007	316	47	216	157	193	128	0	47	0	96	247	453	1900
2008	396	477	737	52	29	17	15	11	142	210	275	175	2534.7

Curah Hujan/Hari Hujan

Stasiun Pos : Mengwi Gede

elevasi : 440 m

koordinat : 08° 32' 12" S - 115° 10' 17"E

ketinggian : meter

Total Curah Hujan (mm.)

Tahun	Total Curah Hujan (mm.)												
	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Total
2007	127	130	250	139	0	0	0	2	0	73	116	739	1574.4
2008	462.1	323.5	162.5	61.7	74	5	14.5	0	106	148	190	153.5	1700.8

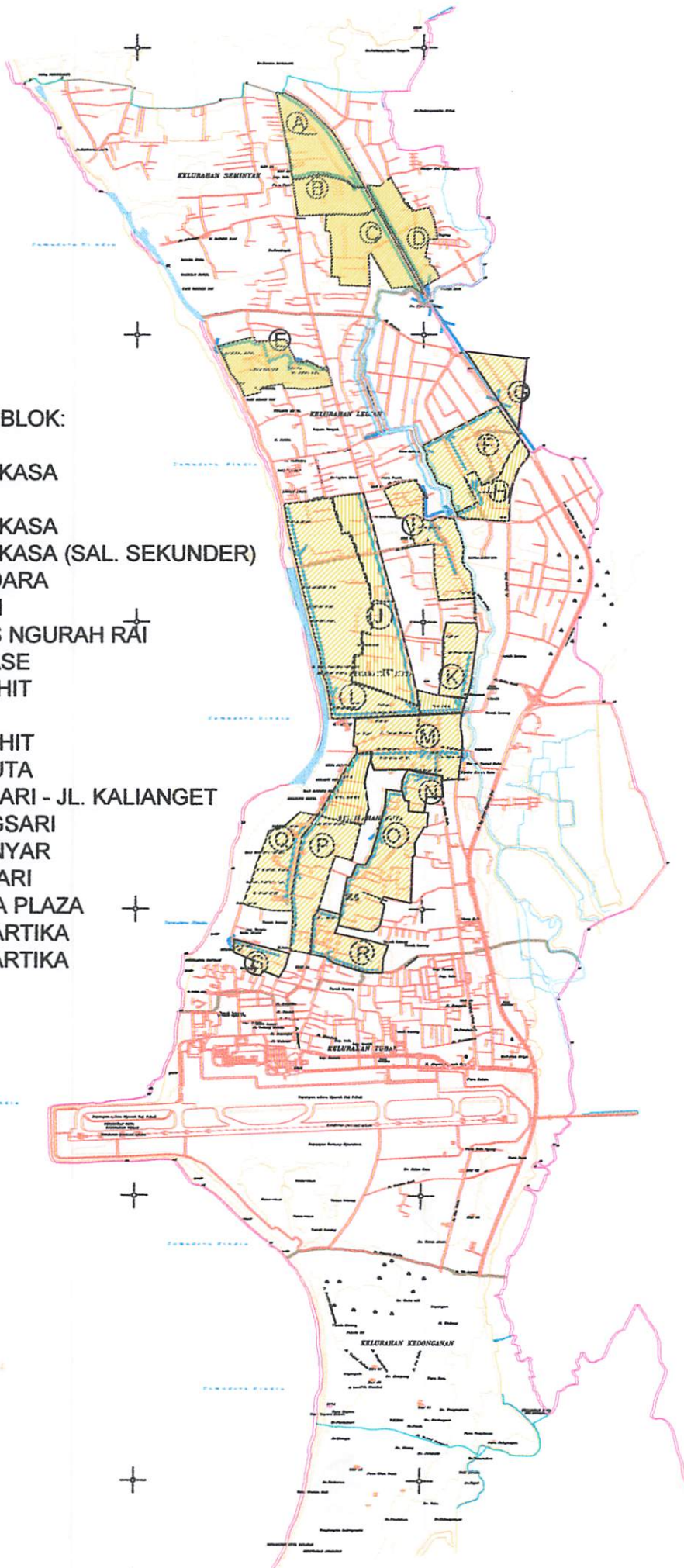
Angka : = tidak ada data.
- = tidak ada hujan.

Alamat : Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar



RANGAN BLOK:

BASANGKASA
KUNTI
BASANGKASA
BASANGKASA (SAL. SEKUNDER)
WERKUDARA
DEWI SRI
BY PASS NGURAH RAI
ABIANBASE
MAJAPAHIT
LEGIAN
MAJAPAHIT
RAYA KUTA
SINGOSARI - JL. KALIANGET
BAKUNGSARI
KUBUANYAR
SINGOSARI
KARTIKA PLAZA
DEWI SARTIKA
DEWI SARTIKA



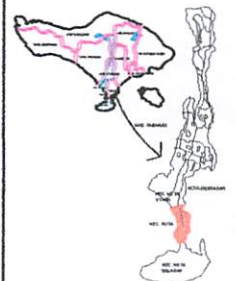
SKRIPSI

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

KETERANGAN :

- BATAS ADMINISTRASI**
- Batas Kelurahan/Desa
 - Batas Kecamatan
 - Batas Kabupaten/Kota
- Saluran Drainase**
- Saluran Drainase Eksisting
 - Rencana Saluran Drainase Sekunder
- JALAN DAN JEMBATAN EKSTING**
- Jalan
 - Jembatan
- PERAKAN**
- Sungai
 - Garis Pantai

INDEKS PETA



JUDUL :
PERENCANAAN
SISTEM PENGENDALI BANJIR
KECAMATAN KUTA
KABUPATEN BADUNG
PROVINSI BALI

NAMA GAMBAR :
BLOK AREA PELAYANAN
SALURAN EKSTING

SKALA : 1 : 30.000

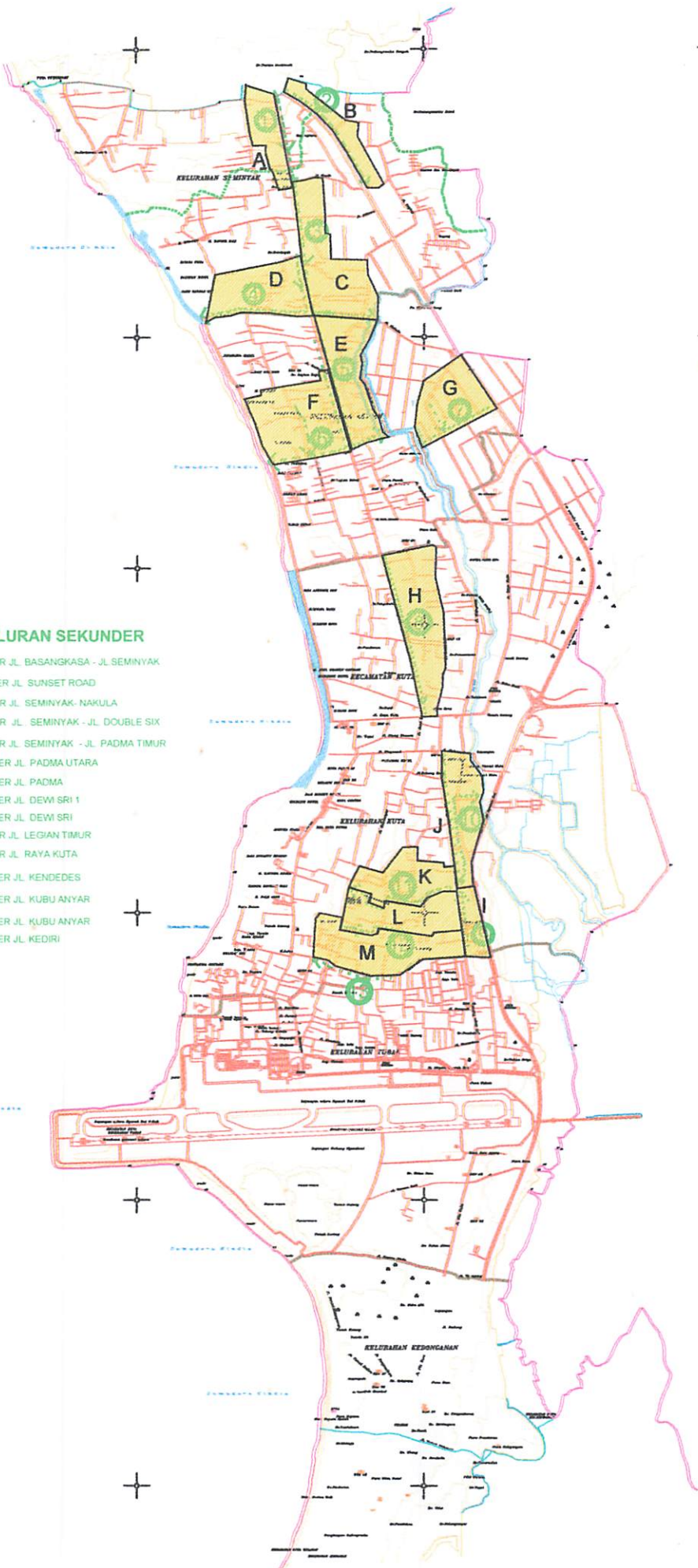


DIGAMBAR OLEH :
BYPO SUPRAYOGI
02.21.091

DIPERIKSA OLEH :
1. Dr.Ir.H.KUSTAMAR,MT.
2. Ir.H.HRIJANTO,MT.

RENCANA SALURAN SEKUNDER

1. SALURAN SEKUNDER JL. BASANGKASA - JL. SEMINYAK
2. SALURAN SEKUNDER JL. SUNSET ROAD
3. SALURAN SEKUNDER JL. SEMINYAK - NAKULA
4. SALURAN SEKUNDER JL. SEMINYAK - JL. DOUBLE SIX
5. SALURAN SEKUNDER JL. SEMINYAK - JL. PADMA TIMUR
- 6a. SALURAN SEKUNDER JL. PADMA UTARA
- 6b. SALURAN SEKUNDER JL. PADMA
- 7a. SALURAN SEKUNDER JL. DEWI SRI 1
- 7b. SALURAN SEKUNDER JL. DEWI SRI 2
8. SALURAN SEKUNDER JL. LEGIAN TIMUR
9. SALURAN SEKUNDER JL. RAYA KUTA
10. SALURAN SEKUNDER JL. KENDEDES
11. SALURAN SEKUNDER JL. KUBU ANYAR
12. SALURAN SEKUNDER JL. KUBU ANYAR
13. SALURAN SEKUNDER JL. KEDIRI



SKRIPSI
 JURUSAN TEKNIK SIPIL
 INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
 MALANG

KETERANGAN :

- BATAS ADMINISTRASI**
- Batas Kelurahan/Desa
 - Batas Kecamatan
 - Batas Kabupaten/Kota
 - Saluran Drainase Eksisting
 - Rencana Saluran Drainase Baru
- JALAN DAN JEMBATAN EKSTING**
- Jalan
 - Jembatan
- PERAIRAN**
- Sungai
 - Ciri Pantai

INDEKS PETA



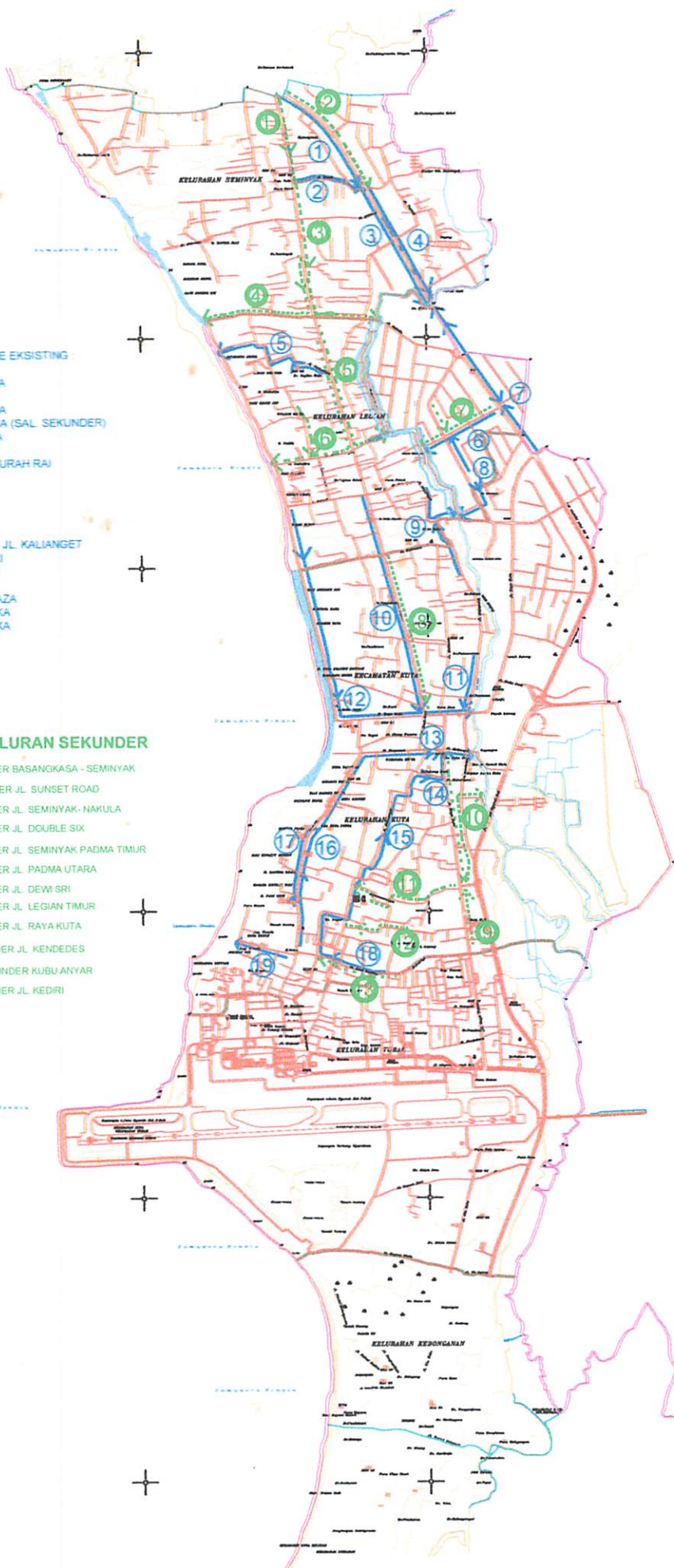
JUDUL :
**PERENCANAAN SALURAN DRAINASE
 (STUDI KASUS BALUR/RI KECAMATAN
 KUTA - KABUPATEN BADUNG - BALI)**

NAMA GAMBAR :
**BLOK AREA PELAYANAN
 SALURAN BARU**

SKALA : 1 : 30.000



DIGAMBAR OLEH :
 BYPO SUPRAYOGI
 02.20.091



- SALURAN DRAINASE EKSTING**
1. JL. BASANGKASA
 2. JL. KUNTI
 3. JL. BASANGKASA
 4. JL. BASANGKASA (SAL. SEKUNDER)
 5. JL. WERKUDARA
 6. JL. DEWI SRI
 7. JL. BY PASS NGURAH RAI
 8. JL. ABIANBASE
 9. JL. MAJAPAHIT
 10. JL. LEGIAN
 11. JL. MAJAPAHIT
 12. JL. RAYA KUTA
 13. JL. SINGOSARI - JL. KALIANGET
 14. JL. BAKUNGSARI
 15. JL. KUBUANYAR
 16. JL. SINGOSARI
 17. JL. KARTIKA PLAZA
 18. JL. DEWI SARTIKA
 19. JL. DEWI SARTIKA

- RENCANA SALURAN SEKUNDER**
1. SALURAN SEKUNDER BASANGKASA - SEMINYAK
 2. SALURAN SEKUNDER JL. SUNSET ROAD
 3. SALURAN SEKUNDER JL. SEMINYAK- NAKULA
 4. SALURAN SEKUNDER JL. DOUBLE SIX
 5. SALURAN SEKUNDER JL. SEMINYAK PADMA TIMUR
 6. SALURAN SEKUNDER JL. PADMA UTARA
 7. SALURAN SEKUNDER JL. DEWI SRI
 8. SALURAN SEKUNDER JL. LEGIAN TIMUR
 9. SALURAN SEKUNDER JL. RAYA KUTA
 10. SALURAN SEKUNDER JL. KENDEDES
 - 11-12. SALURAN SEKUNDER KUBU ANYAR
 13. SALURAN SEKUNDER JL. KEDIRI

SKRIPSI

JURUSAN TEKNIK SIPIL
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG

KETERANGAN :

BATAS ADMINISTRASI
 --- Batas Kelurahan/Desa
 --- Batas Kecamatan
 --- Batas Kabupaten/Kota
 --- Saluran Drainase Eksting
 --- Rencana Saluran Drainase Sekunder

JALAN DAN JEMBATAN EKSTING
 Jalan
 Jembatan

PERAIRAN
 Sungai
 Garis Pantai

INDEKS PETA

JUDUL :

PERENCANAAN
SISTEM PENGEDELIAN BAHAMIR
KECAMATAN KUTA
KABUPATEN BADUNG
PROVINSI BALI

NAMA GAMBAR :

RENCANA SALURAN
SEKUNDER

SKALA : 1 : 30.000

U
 500 1000

DIGAMBAR OLEH :

BYPO SUPRYOGI
02.21.091

DIPERIKSA OLEH :

1. Dr. Ir. H. KUSTAMAR, MT.
2. Ir. H. HIRJANTO, MT.



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL S1
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp.551951 – 551431
MALANG

LEMBAR ASISTENSI
BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Bypo Suprayogi **NIM** : 02.21.091
Jurusan : Teknik Sipil S-1
Pembimbing : Dr. Ir. Kustamar, MT.

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	21/7 ⁰⁸	→ brlo I, perbeli. revisi → Coln' skn, peyele & hal gambar → tempn. tabel diperbar. → skn br II diferen:	
2	25/7 ⁰⁸	Caritn' Metode (III)	
3	3/8 ⁰⁹	stratz: penyelesaian Tempn' Coln' aktivitas	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL S1

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp.551951 - 551431
MALANG

4	13/09	Perencanaan Distribusi tenaga Gasal VS. LP II	↳
5	27/09	perlihatkan bus A dan Desi Saluran; → buat Rencana sistem tenaga keluar dalam. 	↳
6	74/09	→ (+) Simulasi dengan vs. yang ada di di mana	↳



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL S1
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp.551951 – 551431
MALANG


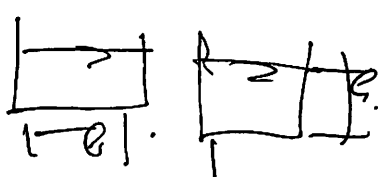
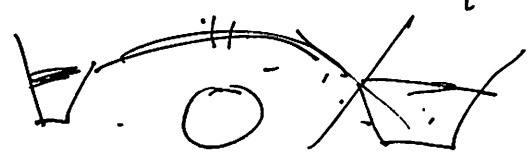
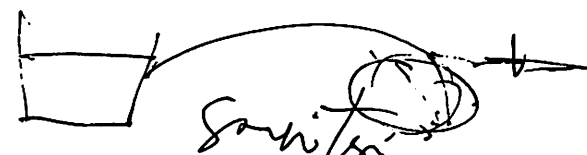

	7/10/09	Saplan Chut Ferris	✓
--	---------	--------------------	---



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL S1
 Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp.551951 – 551431
MALANG

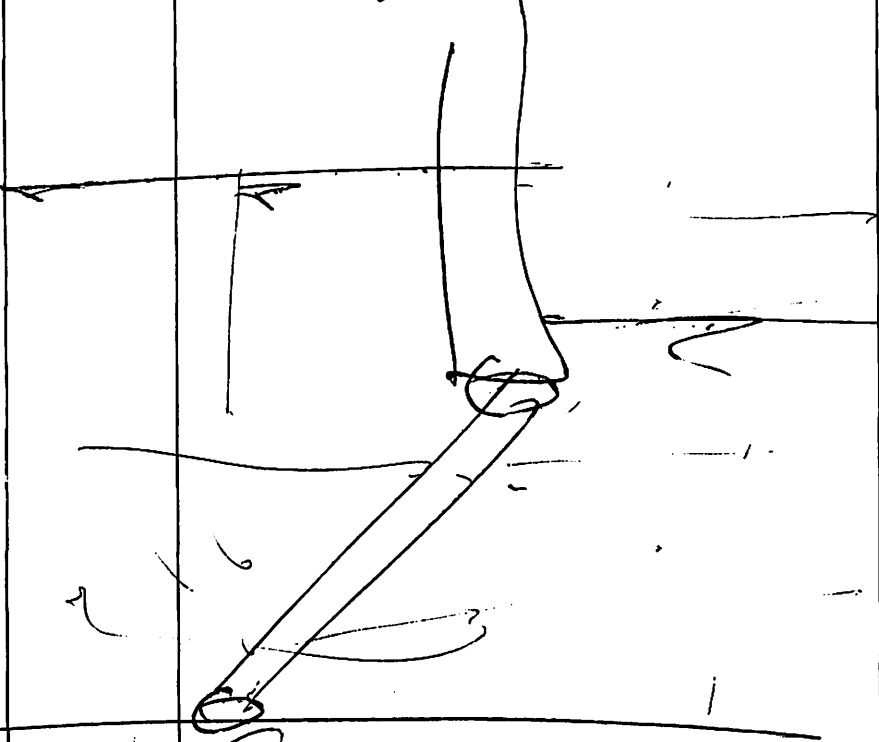
LEMBAR ASISTENSI
BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Bypo Suprayogi **NIM** : 02.21.091
Jurusan : Teknik Sipil S-1
Pembimbing : Ir. H. Hirijanto, MT.

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	03/08/09	Bab I Lembar Corel ² an y. ada di lanjutkan	
		1. cat - preve. Pmiesi ubre.  2.   3. Pintai  4. Sgari 5. -legue 6. pompa 7. -legue 8. -legue	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL S1
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp.551951 – 551431
MALANG

	<p>09 03</p>	<p>-- 86. layout. -- prese. perzin Mingso. -- Ciri Polusi 4. Torbrie</p> <p>gambar pap. melastang Mewarja Tol. Jember</p> 	<p>J</p> <p>J</p>
<p>20 09</p>		<p>Mewarja</p>	<p>J</p>



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
 Jl. Bendungan Sigitra-gura 2
 Jl. Raya Karangre Km 2
 Malang

SEMINAR HASIL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG _____

Nama : BYPO SUPRAYOGI

NIM : 02.21.091

Hari / tanggal : KAMIS / 08-10-2009

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi .

Foreler p... (handwritten signature)

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2009
 Dosen Pembahas

(Ir. HARI WIHANTYO, MS)

Malang, _____ 2009
 Dosen Pembahas

(_____)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
 Jl. Bendungan Sigura-gura 2
 Jl. Raya Karangre Km 2
 Malang

**SEMINAR HASIL SKRIPSI
 JURUSAN TEKNIK SIPIL S-1**

**FORM REVISI / PERBAIKAN
 BIDANG _____**

Nama : BYPO SUPRAYOGI

NIM : 02.21.091

Hari / tanggal : KAMIS / 08-10-2009

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

Cek 4 perhitungan

4 analisa cek pener.

[Signature]

[Signature]

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

kripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2009
 Dosen Pembahas

Malang, _____ 2009
 Dosen Pembahas

(_____)

(Dr. IBNU HIDAYAT P.S)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
 Jl. Bendungan Sigura-gura 2
 Jl. Raya Karanglo Km. 2
 Malang

UJIAN SKRIPSI JURUSAN TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG KEAIRAN

Nama : BYPO SUPRAYOGI

NIM : 02.21.091

Hari / tanggal : Rabu / 14-10-2009

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

perbaiki Rumus

00 9/4 20

[Signature]

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikutkan Yudisium.

Perbaikan Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2009
 Dosen Penguji

(_____)

Malang, _____ 2009
 Dosen Penguji

(*Ir. IBNU HIDAYAT P.J*)