

SKRIPSI

PERENCANAAN SISTEM PENGENDALI BANJIR KECAMATAN KUTA KABUPATEN BADUNG PROVINSI BALI



**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

Oleh :

**I PUTU PRANA WIRAATMAJA
02.26.034**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2009**

SKRIPSI

PERENCANAAN SISTEM PENGELOLAAN BANJIR
KECAMATAN KUTA KABUPATEN BADUNG
PROVINSI BALI

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

010 :

I PUTU PRANA WIRATAMA
02.28.034

JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2009

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**PERENCANAAN SISTEM PENGENDALI BANJIR
KECAMATAN KUTA KABUPATEN BADUNG
PROVINSI BALI**

Oleh :
I PUTU PRANA WIRAATMAJA
02.26.034

**Menyetujui
Tim Pembimbing**

Dosen Pembimbing I

Sudiro, ST. MT
NIP. V.103.990.0327

Dosen Pembimbing II

Candra Dwi Ratna W., ST. MT
NIP. Y.103.000.0349

Malang, Oktober 2009

Ketua Jurusan Teknik Lingkungan



Candra Dwi Ratna W., ST. MT
NIP. Y.103.000.0349

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

**PERENCANAAN SISTEM PENGENDALI BANJIR
KECAMATAN KUTA KABUPATEN BADUNG
PROVINSI BALI**

Oleh :

**I PUTU PRANA WIRAATMAJA
02.26.034**

Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji pada Ujian Komprehensif Skripsi Jurusan Program Studi Teknik Lingkungan Jenjang Strata Satu (S-1) dan diterima untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada tanggal 5 Oktober 2009

Mengetahui

Panitia Ujian Komprehensif Skripsi

Ketua



Ir. A. Agus Santoso, MT
NIP.P.101.870.0155

Sekretaris



Candra Dwi Ratna W., ST. MT
NIP.Y.103.000.0349

Dewan Penguji

Dewan Penguji I



Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi
NIP.131.965.844

Dewan Penguji II



Evy Hendrianti, ST. MMT
NIP.P.103.030.0382

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 1995-2001 Kawasan Seminyak–Legian–Kuta (SAMIGITA), rata-rata mencapai 14,69 % / tahun atau sekitar 55,37 Ha / tahun dengan jumlah penduduk mencapai \pm 21.981 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 SAMIGITA. 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 hidrolika, analisa sistem drainase makro dan mikro serta keilmuan bidang Teknik Lingkungan terutama Sistem Penyaluran Limbah Cair & Drainase. Evaluasi dan perencanaan sistem pengendali ini dilakukan dengan aspek teknis. Permasalahan sistem drainase makro adalah kurangnya daya tampung Tukad Mati sebagai saluran drainase utama dalam mengalirkan air buangan, untuk itu diperlukan rencana penanganan seperti pembuatan saluran diversifikasi I pada daerah bendungan Kapal yang dilengkapi bangunan pelimpah samping (*side spillway*) dan rencana *Long Storage* serta rehabilitasi Tukad Mati dengan pelebaran penampang pada bagian yang terjadi penyempitan. Permasalahan 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 beserta gorong-gorong. Disamping itu perlunya sumur resapan untuk meresapkan air hujan sehingga dapat mengurangi beban air yang diterima saluran drainase. Sedangkan perangkat lunak utama yang digunakan dalam perencanaan ini adalah AutoCad 2010.

Kata Kunci: Jaringan Drainase, Sistem Pengendali Banjir, Kecamatan Kuta Kabupaten Badung Bali, AutoCad 2010.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur Penyusun panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Berkat Rahmat-Nya Penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Perncaanaan Sistem Pengendali Banjir Kecamatan Kuta Kabupaten Badung Provinsi Bali**. Adapun tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi tugas dan syarat-syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Lingkungan pada Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang.

Terselesainya 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. Bapak Sudiro, ST. MT selaku dan Dosen Pembimbing I.
2. Ibu Candra Dwi Ratna selaku Dosen Pembimbing II dan Ketua Jurusan Teknik Lingkungan.
3. Bapak Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, Msi selaku Dosen Penguji I.
4. Ibu Evy Hendriarianti, ST. MMT selaku Dosen Penguji II.
5. Ibu Anis Artiyani, ST selaku Dosen Wali.
6. Bapak dan Ibu dosen Institut Teknologi Nasional Malang khususnya Jurusan Teknik Lingkungan atas bimbingan dan pengajaran yang telah diberikan.
7. Para Staf Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Badung Provinsi Bali selaku nara sumber yang telah meluangkan waktu untuk memberikan informasi tentang peta-peta kawasan dan kawasan rancangan.
8. Para Staf Badan Pusat Statistik Kabupaten Badung Provinsi Bali selaku nara sumber yang telah meluangkan waktu untuk memberikan informasi tentang data-data yang diperlukan dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Para Staf Badan Meteorologi dan Geofisika wilayah III kota Denpasar Provinsi Bali selaku nara sumber yang telah meluangkan waktu untuk memberikan informasi tentang data curah hujan.

10. Keluarga tercinta alm. Ayahanda, ibunda dan adik serta saudara-saudara yang telah memberikan perhatian, kasih sayang, serta doa restu dan motivasi serta dorongan baik berupa materiil maupun non materiil sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

11. Rekan-rekan yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan ini.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada semua pihak yang telah memberikan segala bantuan dan dukungan moril kepada penulis dalam rangka menyelesaikan skripsi 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, Oktober 2009

Penyusun

DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan Skripsi	i
Lembar Pengesahan Skripsi.....	ii
Abstraksi	iii
Kata Pengantar.....	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel.....	x
Daftar Gambar	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Maksud dan Tujuan.....	4
1.4.1 Maksud	4
1.4.2 Tujuan.....	4
1.5 Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sistem Pengendali Banjir	6
2.1.1 Prinsip Pengendalian Banjir	6
2.1.2 Strategi Pengendalian Banjir.....	7
2.1.3 Penanggulangan Bencana Banjir.....	9
2.2 Analisa Hidrologi	9
2.2.1 Curah Hujan Rata-rata Daerah (R).....	9
2.2.2 Curah Hujan Rancangan.....	12
2.2.3 Uji Kesesuaian Distribusi.....	14
2.2.4 Koefisien Pengaliran (C)	16
2.2.5 Koefisien Penyebaran Hujan (P)	18
2.2.6 Intensitas Hujan (I)	18
2.2.7 Waktu Konsentrasi (Tc)	20

2.2.8	Perkiraan Puncak Banjir (Qa)	21
2.2.9	Perkiraan Debit Air Buangan (Qd)	21
2.3	Analisa Hidrolika	23
2.3.1	Tata Letak Saluran	23
2.3.2	Perencanaan Saluran Drainase	25
2.3.3	Kemiringan Saluran.....	28
2.3.4	Koefisien Kekasaran Manning.....	28
2.3.5	Perencanaan Sumur Resapan.....	29
2.4	Perhitungan Dimensi Gorong-gorong	30
2.5	Teknik Pengumpulan Data	30
2.5.1	Pembuatan Kuisisioner	31

BAB III METODOLOGI PERENCANAAN

3.1.	Kegiatan Perencanaan	32
3.1.1	Ide Studi	32
3.1.2	Identifikasi Masalah	32
3.1.3	Studi Literatur	32
3.1.4	Pengumpulan Data	32
3.1.5	Analisa dan Pengolahan Data.....	35
3.2.	Evaluasi dan Perencanaan Sistem Pengendali Banjir	36
3.3	Kesimpulan dan Saran.....	40
3.4	Penyusunan Laporan	40
3.5	Kerangka Perencanaan	40

BAB IV GAMBARAN UMUM DAERAH STUDI

4.1	Lokasi Studi.....	42
4.2	Kondisi Tata Guna Lahan	43
4.3	Data Fisik Kawasan Rencana.....	43
4.3.1	Iklim	43
4.3.2	Hidrologi	46
4.3.3	Topografi, Morfologi dan Geologi.....	48
4.4	Kondisi Eksisting Sistem Pengendali Banjir dan Sistem Drainase	49

4.4.1	Batasan Catchment Area	53
4.4.2	Pola Aliran Saluran Eksisting	53
4.4.3	Identifikasi Banjir dan Potensi Banjir	58

BAB V ANALISA DATA

5.1	Sistem Drainase Eksisting	61
5.1.1	Sistem Drainase Makro	61
5.1.2	Sistem Drainase Mikro	64
5.2	Analisa Hidrologi	66
5.2.1	Curah Hujan Rata-rata (R)	66
5.2.2	Perhitungan Curah Hujan Rancangan	71
5.2.3	Perhitungan Intensitas Curah Hujan (I).....	84
5.2.4	Waktu Konsentrasi (Tc)	86
5.2.5	Perkiraan Puncak Banjir (Q)	88
5.2.6	Debit Banjir Rencana Saluran (Qr)	93
5.3	Analisa Hidrolika	95
5.3.1	Analisa Kapasitas Saluran Eksisting	95
5.4	Analisa Data Kuisisioner	101

BAB VI EVALUASI DAN PERENCANAAN SISTEM PENGENDALI BANJIR

6.1	Evaluasi Permasalahan Banjir Kawasan Kuta.....	104
6.1.1	Permasalahan Drainase Makro	104
6.1.2	Permasalahan Drainase Mikro	115
6.2	Rencana Sistem Pengendali Banjir	128
6.2.1	Sistem Pengendali Banjir Makro.....	128
6.2.2	Sistem Pengendali Banjir Mikro	137
6.3	Perencanaan Saluran Sekunder	146
6.4	Perencanaan Sumur Resapan.....	157
6.5	Perhitungan Dimensi Gorong-gorong	160
6.6	Evaluasi Kapasitas Saluran Utama Tukad Mati	162

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan..... 166

7.2 Saran..... 167

DAFTAR PUSTAKA 167

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Gambar xiii

Lampiran 2 : Data Curah Hujan xiv

Lampiran 3 : Kuisisioner xv

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Harga ΔCr Untuk Uji Smirnov Kolgomorov	15
Tabel 2.2	Nilai K untuk Distribusi Log Pearson Type III.....	16
Tabel 2.3	Koefisien Pengaliran (C)	17
Tabel 2.4	Koefisien Penyebaran Hujan.....	18
Tabel 2.5	Kemiringan Dinding Saluran	28
Tabel 2.6	Harga-harga Koefisien Kekasaran Manning.....	28
Tabel 3.1	Kebutuhan Data Yang Terkait Dalam Perencanaan Sistem Pengendali Banjir.....	34
Tabel 4.1	Data Klimatologi Stasiun Ngurah Rai Rata-rata Tahun 2008.....	45
Tabel 4.2	Distribusi Jumlah Penduduk Kawasan SAMIGITA Tahun 2008	49
Tabel 5.1	Hujan Harian Rata-rata Stasiun Ngurah Rai (445b)	67
Tabel 5.2	Hujan Harian Rata-rata Stasiun Sanglah (445d)	67
Tabel 5.3	Hujan Harian Rata-rata Stasiun Sumerta (445)	68
Tabel 5.4	Hujan Harian Rata-rata Stasiun Abiansemal (440a)	68
Tabel 5.5	Hujan Harian Rata-rata Stasiun Kapal (440g)	69
Tabel 5.6	Perbaikan Data Curah Hujan yang Hilang untuk Stasiun Kapal.	70
Tabel 5.7	Hujan Maksimum Rata-rata Setiap Stasiun Selama 10 Tahun ...	70
Tabel 5.8	Perhitungan Dengan Metode E.J. Gumbel	71
Tabel 5.9	Perhitungan Nilai Probabilitas Empiris (Pe)	73
Tabel 5.10	Perhitungan Uji Smirnov Kolgomorov (E.J. Gumbel).....	75
Tabel 5.11	Perhitungan Uji Chi Square (E.J. Gumbel)	78
Tabel 5.12	Perhitungan Dengan Metode Log Pearson Type III.....	79
Tabel 5.13	Perhitungan Uji Smirnov Kolgomorov (Log Pearson Type III)	81
Tabel 5.14	Perhitungan Uji Chi Square (Log Pearson Type III)	83
Tabel 5.15	Titik Koordinat, Elevasi dan Panjang Saluran Eksisting	85
Tabel 5.16	Nilai C Pada Blok A.....	89
Tabel 5.17	Hasil Proyeksi Fasilitas	90
Tabel 5.18	Perhitungan Perkiraan Pemakaian Air Bersih Untuk Fasilitas Tahun 2032.....	91

Tabel 5.19 Hasil Perhitungan I , T_c , Q_a , $Q_{d_{\text{saluran}}}$ dan Q_r	94
Tabel 5.20 Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase Sesuai Dengan Kondisi Eksisting	98
Tabel 5.21 Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase Saat Ini	99
Tabel 5.22 Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase Maksimum	100
Tabel 5.23 Persentase Jawaban Kuisisioner Untuk Lama Genangan	101
Tabel 5.24 Persentase Jawaban Kuisisioner Untuk Lama Genangan Dalam Satuan Jam	102
Tabel 6.1 Permasalahan Drainase Makro	112
Tabel 6.2 Kondisi Saluran Eksisting	118
Tabel 6.3 Permasalahan Drainase Mikro	122
Tabel 6.4 Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Maksimum Terhadap Saluran Rencana	127
Tabel 6.5 Sistem Pengendali Banjir Makro	134
Tabel 6.6 Sistem Pengendali Banjir Mikro	142
Tabel 6.7 Evaluasi Kapasitas Saluran Maksimum Setelah Memperbesar Dimensi Terhadap Debit Rencana	145
Tabel 6.8 Titik Koordinat, Elevasi dan Panjang Saluran Baru	147
Tabel 6.9 Nilai C Pada Blok A	150
Tabel 6.10 Hasil Perhitungan v , I , T_c , Q_a , $Q_{d_{\text{saluran baru}}}$ dan $Q_{r_{\text{saluran baru}}}$	152
Tabel 6.11 Perhitungan Kapasitas Saluran Baru	155
Tabel 6.12 Evaluasi Keseluruhan Saluran	156
Tabel 6.13 Rencana Sumur Resapan	160
Tabel 6.14 Perhitungan Dimensi Gorong-gorong	162
Tabel 6.15 Akumulasi Debit Air Buangan Dari Saluran Drainase Menuju Tukad Mati	165

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pola Alamiah	23
Gambar 2.2	Pola Siku	24
Gambar 2.3	Pola Paralel.....	24
Gambar 2.4	Pola Graid Iron	24
Gambar 2.5	Pola Radial	25
Gambar 2.6	Pola Jaring-jaring	25
Gambar 2.7	Penampang Saluran Trapesium.....	25
Gambar 2.8	Penampang Saluran Segi Empat	26
Gambar 2.9	Saluran Type 50	26
Gambar 3.1	Kerangka Perencanaan	41
Gambar 4.1	Daerah Studi (Kecamatan Kuta Kabupaten Badung Bali) ...	42
Gambar 4.2	Tata Guna Lahan	44
Gambar 4.3	Kondisi Lapangan Jl. Legian dan Tukad Mati	47
Gambar 4.4	Daerah Tangkapan Tukad Mati.....	48
Gambar 4.5	Sistem Drainase Makro	51
Gambar 4.6	Batasan Catchment Area Kawasan Kuta.....	53
Gambar 4.7	<i>Outfall</i> Kawasan Kuta	56
Gambar 4.8	Saluran Drainase Eksisting.....	57
Gambar 4.9	Titik Genangan Air.....	60
Gambar 5.1	Stasiun Hujan Daerah Studi	66
Gambar 5.2	Blok Area Pelayanan Saluran Drainase Eksisting.....	87
Gambar 5.3	Detail Dimensi Saluran Drainase Eksisting	95
Gambar 5.4	Grafik Persentase Jawaban Kuisisioner Untuk Lama Genangan	102
Gambar 5.5	Grafik Persentase Jawaban Kuisisioner Untuk Lama Genangan Dalam Satuan Jam.....	103
Gambar 6.1	Aliran Air Persawahan disekitar Bendungan Kapal.....	104
Gambar 6.2	Penyempitan Alur Tukad Mati di Jembatan Nakula	107
Gambar 6.3	Penyempitan Alur Tukad Mati di Jembatan Patih Jelantik ...	108
Gambar 6.4	Permasalahan Sistem Drainase Makro	111

Gambar 6.5	Contoh Daerah Genangan Banjir di Kelurahan Seminyak....	115
Gambar 6.6	Penyumbatan Street Inlet	116
Gambar 6.7	Drainase Rusak Akibat Akar Pohon.....	117
Gambar 6.8	Beton Pinggiran Drainase Rusak Akibat Kecelakaan	117
Gambar 6.9	Tumpukan Sampah Pada Saluran Drainase	117
Gambar 6.10	Pembangunan Saluran Drainase yang Belum Selesai (Lokasi Jl. Sunset Road)	120
Gambar 6.11	Permasalahan Sistem Drainase Mikro.....	121
Gambar 6.12	Bangunan Pelimpah Samping (<i>Side Spillway</i>)	128
Gambar 6.13	Sistem Pengendali Banjir Makro.....	133
Gambar 6.14	Sistem Pengendali Banjir Mikro	141
Gambar 6.15	Blok Area Pelayanan Saluran Drainase Baru.....	149

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dengan pertumbuhan jumlah penduduk yang pesat, air telah menjadi salah satu kekayaan yang sangat penting. Air merupakan hal pokok bagi konsumsi dan sanitasi. Air dikendalikan dan diatur guna memenuhi berbagai tujuan yang luas yaitu salah satunya mengendalikan banjir dan drainase lahan, hal ini merupakan penerapan teknik sumber daya air pada pengendalian banjir (*flood control*). Kawasan-kawasan industri bermunculan karena tersedianya air yang cukup untuk peningkatan produksi terutama di daerah perkotaan, sehingga dengan semakin bertambahnya daerah-daerah industri dapat menyebabkan bertambahnya jumlah air buangan yang dihasilkan. Salah satu contoh daerah industri terutama industri pariwisata yang semakin berkembang adalah kawasan Kecamatan Kuta Kabupaten Badung Bali.

Sektor pariwisata merupakan unggulan daerah Bali. Untuk mempertahankan dan lebih banyak menarik kunjungan wisatawan maka Pemerintah memberikan perhatian yang serius terhadap faktor-faktor yang akan mempengaruhi kunjungan wisata. Salah satu diantaranya adalah menciptakan lingkungan yang bersih dan sehat. Kawasan Kuta sebagai daerah tujuan wisata internasional mengalami perkembangan pembangunan yang cukup pesat yang mengakibatkan dari tahun ke tahun terjadi alih fungsi lahan. Penyediaan fasilitas akomodasi pariwisata memerlukan lahan yang tidak sedikit, sehingga perubahan tata guna lahan berdasarkan studi BAPPEDA Badung tahun 2004 bahwa dari tahun 1995-2001 Kawasan Seminyak–Legian–Kuta (SAMIGITA) rata-rata mencapai 14,69 % / tahun atau sekitar 55,37 Ha / tahun. Perkembangan wilayah yang tidak dibarengi dengan penyediaan fasilitas saluran drainase akan menjadi sangat rawan terjadinya banjir atau genangan. Perubahan penggunaan lahan tersebut selain memberikan beberapa dampak positif juga memberikan dampak negatif. Salah satu dampak negatif yang terjadi adalah berkurangnya daya resap

tanah dan meningkatnya "*surface run-off*" yang mengakibatkan adanya kawasan-kawasan rawan banjir yang pada akhirnya menimbulkan keluhan-keluhan dari masyarakat di kawasan SAMIGITA. Perkembangan wilayah di wilayah Kuta terjadi di bagian timur Seminyak dan Legian, hal ini dapat dilihat pembangunan di sepanjang Jl. Sunset Road dan pengembangan L.C (*land consolidation*). Di sepanjang Jl. Sunset Road belum dilengkapi dengan saluran drainase secara permanen dan terdapat saluran pembuang irigasi menuju Tukad Mati. Daerah L.C di sebelah timur Legian terdapat beberapa saluran irigasi hilang sehingga menambah permasalahan banjir atau genangan yang ada di wilayah ini. Akibatnya genangan tersebut tidak menuju ke saluran drainase, melainkan meluber ke bahu jalan. Hal ini dikarenakan saluran-saluran yang ada tidak berfungsi dengan baik akibat dari banyaknya sedimen dan sampah pada saluran tersebut serta adanya gorong-gorong yang tidak dapat mengalirkan air dengan baik.

Kompleksnya permasalahan banjir/genangan di wilayah Kuta tentunya memerlukan penanganan yang terintegrasi antara konteks drainase makro dengan drainase mikro. Permasalahan banjir di Kuta tidak saja disebabkan oleh beban limpasan berdasarkan daerah tangkapan di wilayah studi tetapi harus memperhitungkan kapasitas tampung Tukad Mati dalam konteks drainase makro. Daerah tangkapan drainase makro Tukad Mati sebagian besar berada di wilayah Kota Denpasar dengan kondisi lahan yang setiap tahun terjadi alih fungsi lahan dan keberadaan saluran pembuang irigasi tidak jelas akibat terdesak oleh pembangunan. Pembangunan yang tidak terkendali dan tidak dibarengi dengan penataan sistem pengamanan banjir akan memperparah banjir / genangan yang terjadi di bagian hilir yakni wilayah Kuta.

Agar daerah SAMIGITA dapat berkembang dengan cepat dan sesuai dengan tujuannya, maka perlu adanya perbaikan dan penyempurnaan saluran-saluran drainase kota dan kawasan SAMIGITA sehingga mampu memberikan pelayanan prima 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.

1.2. Identifikasi Masalah

Melihat dari topografi kawasan Kuta berupa topografi dataran alluvial, sehingga memiliki kemiringan lereng yang kecil. Kemiringan lereng wilayah Kuta berkisar antara 0 – 5%, dengan ketinggian dari permukaan laut antara 0 – 14 meter. Dengan tersedianya sungai-sungai besar dan kecil serta dekat dengan pantai, kawasan Kuta dapat dianggap cukup ideal, tetapi pada musim hujan genangan-genangan air selalu terjadi. Hal ini dikarenakan saluran drainase yang sudah ada kurang dapat menampung debit air pada titik rawan genangan. Periode genangan yang ditimbulkan terkadang bisa sampai \pm 1 minggu dan tinggi genangan dapat mencapai ketinggian 100 cm, sehingga cukup menjadi masalah dan perlu mendapat perhatian tidak hanya oleh pemerintah lokal dan penduduk lokal, tetapi juga oleh wisatawan yang berkunjung ke Bali khususnya ke Kuta, karena mengingat Kuta adalah kawasan sentra pariwisata yang ada di Bali.

Karena itu perlu diadakan rehabilitasi sistem jaringan drainase pada wilayah tersebut oleh pemerintah Kecamatan Kuta. Untuk hal tersebut maka perlu diadakan kajian terhadap sistem jaringan drainase di Desa Seminyak, Desa Legian dan Desa Kuta (SAMIGITA) Kecamatan Kuta Kabupaten Badung guna menanggulangi masalah banjir di kawasan Kuta.

Berdasarkan pengamatan, faktor-faktor yang mengakibatkan terjadinya genangan adalah :

1. Pembangunan yang tidak terkontrol dan tidak dibarengi dengan penataan sistem pengendali banjir.
2. Sistem jaringan drainase yang tidak berfungsi sebagaimana layaknya.
3. Belum tersedianya pemeliharaan saluran drainase secara rutin sehingga saluran drainase tidak berfungsi secara optimal.
4. Perkembangan kawasan Kuta yang bertambah mengakibatkan air buangan domestik tidak sesuai dengan saluran pembuangan.
5. Minimnya kesadaran masyarakat akan kebersihan saluran drainase. Seperti penumpukan sampah pada saluran drainase akibat membuang sampah sembarangan.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang disebutkan diatas, maka penyelesaian permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Berapakah besarnya debit banjir rancangan pada daerah studi dengan menggunakan periode ulang 5 tahun selama 25 tahun ?
2. Berapa kapasitas saluran yang dibutuhkan dan apakah kapasitas saluran mencukupi jika dibandingkan dengan hasil debit rencana ?
3. Bagaimana rancangan dimensi saluran drainase agar kedepannya masalah genangan atau banjir itu tidak terulang kembali ?
4. Bagaimana solusi atau penanganan banjir sehingga banjir tersebut dapat dikendalikan agar kedepannya masalah genangan atau banjir itu tidak terulang kembali ?

1.4. Maksud dan Tujuan

1.4.1. Maksud

Maksud dari studi ini adalah untuk mengkaji dan menganalisa sistem jaringan drainase dan sistem pengendali banjir di Kecamatan Kuta, Kabupaten Badung, Bali, dimana setiap musim hujan terjadi genangan air yang selalu meresahkan masyarakat setempat. Maksud lainnya adalah untuk menyusun konsep rancangan teknis sistem jaringan drainase dan sistem pengendali banjir, sehingga untuk kedepannya tidak terjadi masalah genangan air lagi.

1.4.2. Tujuan

Merencanakan sistem pengendali banjir baik makro maupun mikro guna mengurangi genangan yang terjadi sehingga tidak menimbulkan kerugian disekitar kawasan Kuta.

1.5. Ruang Lingkup

Dengan melihat permasalahan diatas maka untuk mengkaji sistem jaringan drainase dan sistem pengendali banjir di Desa Seminyak, Desa Legian dan Desa Kuta (SAMIGITA) Kecamatan Kuta Kabupaten Badung, diambil batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Daerah studi dibatasi pada Kecamatan Kuta Kabupaten Badung, Bali, dengan luasan wilayah 1.293 Ha (BPS, 2007).
2. Perhitungan besarnya debit banjir rancangan pada daerah studi dengan menggunakan periode ulang 5 tahunan selama 25 tahun, dan perhitungan rehabilitasi dimensi saluran.
3. Perencanaan sistem drainase yang sesuai dengan perhitungan debit rancangan, sehingga masalah genangan pada daerah studi tidak terjadi lagi.
4. Evaluasi dan rencana pengendali banjir mikro maupun makro hanya memperhitungkan aspek teknis.
5. Tidak memperhitungkan kapasitas Tukad Mati sebagai saluran pembuang utama untuk proyeksi 25 tahun kedepan, evaluasi dilakukan dengan menggunakan data debit puncak sampai tahun 2009.
6. Perencanaan ini tidak membahas RAB.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Pengendalian Banjir

Banjir adalah suatu keadaan sungai dimana aliran airnya tidak tertampung oleh palung sungai. Untuk itu perlu dilakukan suatu pengendalian terhadap banjir dimana pengendalian banjir adalah upaya fisik dan non fisik untuk pengamanan terhadap banjir dengan mengendalikan debit banjir sampai tingkat tertentu yang layak. Adapun sistem pengendali banjir dapat dibedakan menjadi 2, yaitu :

1. Sistem Pengendali Banjir Makro :

Pengendali banjir makro merupakan pengendali banjir yang melingkupi daerah tangkapan air (*cathment area*) dari sungai.

2. Sistem Pengendali Banjir Mikro :

Pengendali banjir mikro adalah suatu pengendalian banjir dengan cara membagi daerah tangkapan air (*cathment area*) pada sub area sehingga membentuk jaringan saluran sekunder, maka arah dan pola aliran saluran drainase akan terlihat jelas dan kemana air pada saluran itu dibuang.

Pengendalian banjir dimaksudkan untuk memperkecil dampak negatif dari bencana banjir, antara lain korban jiwa, kerusakan harta benda, kerusakan lingkungan dan terganggunya kegiatan sosial ekonomi. Perencanaan sistem pengendali banjir ini didasari pada draft final sekretariat TKPSDA 2003 diantaranya :

2.1.1. Prinsip Pengendalian Banjir

- a. Menahan air sebesar mungkin di hulu dengan membuat waduk dan konservasi tanah dan air.
- b. Meresapkan kedalam tanah air hujan sebanyak mungkin dengan sumur sumur resapan dan menyediakan daerah terbuka hijau.
- c. Mengendalikan air di bagian tengah dengan menyimpan sementara di daerah retensi.

- d. Mengalirkan air secepatnya ke muara atau ke laut dengan menjaga kapasitas wadah-wadah air;
- e. Mengamankan penduduk, prasarana vital dan harta benda.

2.1.2. Strategi Pengendalian Banjir

Dalam melakukan pengendalian banjir perlu disusun strategi agar dapat dicapai hasil yang diharapkan. Strategi pengendalian banjir meliputi:

a. Pengendalian tata ruang.

Pengendalian tata ruang dilakukan dengan perencanaan penggunaan ruang sesuai kemampuannya dengan mempertimbangkan permasalahan banjir, pemanfaatan lahan sesuai dengan peruntukannya, penegakan hukum terhadap pelanggaran rencana tata ruang yang telah memperhitungkan Rencana Induk Pengembangan Wilayah Sungai.

b. Pengaturan debit banjir

Pengaturan debit banjir dilakukan melalui kegiatan pembangunan dan pengaturan : bendungan dan waduk banjir, tanggul banjir, palung sungai, pembagi atau pelimpah banjir, daerah retensi banjir, dan sistem polder.

c. Pengaturan daerah rawan banjir

Pengaturan daerah rawan banjir dilakukan dengan cara:

- Pengaturan tata guna lahan dataran banjir (*flood plain management*).
- Penataan daerah lingkungan sungai seperti: penetapan garis sempadan sungai, peruntukan lahan dikiri kanan sungai, penertiban bangunan disepanjang aliran sungai.

d. Peningkatan peran masyarakat.

Peningkatan peran masyarakat dalam pengendalian banjir diwujudkan dalam :

- Pembentukan forum peduli banjir sebagai wadah bagi masyarakat untuk berperan dalam pengendalian banjir.
- Bersama dengan Pemerintah dan Pemerintah Daerah dalam menyusun dan mensosialisasikan program pengendalian banjir.

- Mentaati peraturan tentang pelestarian sumberdaya air antara lain tidak melakukan kegiatan kecuali dengan ijin dari pejabat yang berwenang untuk:
 - Mengubah aliran sungai.
 - Mendirikan, mengubah atau membongkar bangunan-bangunan di dalam atau melintas sungai.
 - membuang benda -benda / bahan-bahan padat dan atau cair ataupun yang berupa limbah ke dalam maupun di sekitar sungai yang diperkirakan atau patut diduga akan mengganggu aliran.
 - pengerukan atau penggalian bahan galian golongan C dan atau bahan lainnya.
 - Pengaturan untuk mengurangi dampak banjir terhadap masyarakat
 - o Pengaturan untuk mengurangi dampak banjir terhadap masyarakat dilakukan dengan :
 - o Penyediaan informasi dan pendidikan.
 - o Rehabilitasi, rekonstruksi dan atau pembangunan fasilitas umum.
 - o Melakukan penyelamatan, pengungsian dan tindakan darurat lainnya.
 - o Penyesuaian pajak.
 - o Asuransi banjir.
 - Pengelolaan Daerah Tangkapan Air
 - o Pengelolaan daerah tangkapan air dalam pengendalian banjir antara lain dapat dilakukan melalui kegiatan:
 - o Pengaturan dan pengawasan pemanfaatan lahan (tata guna hutan, kawasan budidaya dan kawasan lindung);
 - o Rehabilitasi hutan dan lahan yang fungsinya rusak
 - o Konservasi tanah dan air baik melalui metoda vegetatif, kimia, maupun mekanis
 - o Perlindungan/konservasi kawasan - kawasan lindung.

2.1.3. Penanggulangan Bencana Banjir

a. Penjinakan (mitigasi)

Penjinakan ancaman bahaya banjir dilakukan agar keadaan darurat yang ditimbulkan oleh bahaya banjir dapat diringankan atau dijinakan efeknya antara lain melalui:

- Pengoperasian dan pemeliharaan sarana dan prasarana pengendalian banjir.
- Perlindungan sumberdaya air dan lingkungan.

b. Tanggap Darurat

Tanggap darurat ditujukan untuk meningkatkan kemampuan mengatasi keadaan darurat akibat banjir, dilakukan dengan cara :

- Mengerahkan sumberdaya seperti: personil, bahan banjiran, peralatan, dana dan bantuan darurat.
- Menggerakkan masyarakat dan petugas satuan tugas penanggulangan bencana banjir (Satlak dan Satkorlak).
- Mengamankan secara darurat sarana dan prasarana pengendali banjir yang berada dalam kondisi kritis.
- Mengevakuasi penduduk dan harta benda.

2.2. 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.

2.2.1. Curah Hujan Rata-rata Daerah

Data yang tercatat pada stasiun pencatat hujan adalah merupakan hujan titik (*point rainfall*). Dalam analisa selanjutnya yang perlu diketahui adalah

besarnya hujan rerata daerah. Dalam menganalisa curah hujan rata-rata daerah, digunakan data sekunder untuk menentukan curah hujan harian maksimum. Adapun metode yang digunakan meliputi :

a. Cara Aljabar

Cara ini adalah perhitungan rata-rata secara aljabar curah hujan didalam dan disekitar daerah yang bersangkutan. Hasil yang diperoleh tidak berbeda jauh dari hasil yang didapat dengan cara lain jika titik pengamatan itu banyak tersebar merata diseluruh daerah itu.

Perhitungan curah hujan dengan cara rata-rata aljabar mempergunakan persamaan sebagai berikut :

$$R = \frac{1}{n} \cdot (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \dots\dots\dots (2-1)$$

Dimana :

- R = Curah hujan daerah (mm).
- n = Jumlah titik atau pos pengamatan.
- R₁, R₂, ... , R_n = Curah hujan ditiap titik pengamatan (mm).

b. Cara Poligon Thiessen

Cara ini diperoleh dengan membuat polygon yang memotong tegak lurus pada tengah-tengah garis penghubung dua stasiun. Dengan demikian tiap stasiun penakar R_n akan terletak pada suatu wilayah polygon tertutup A_n.

Perhitungan curah hujan dengan cara Poligon Thiessen mempergunakan persamaan sebagai berikut :

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

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

$$= W_1 \cdot R_1 + W_2 \cdot R_2 + \dots + W_n \cdot R_n \dots\dots\dots (2-4)$$

Dimana :

- R = Curah hujan daerah (mm).
- R₁, R₂, ... , R_n = Curah hujan ditiap titik pengamatan (mm).

A_1, A_2, \dots, A_n = Bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan.

$$W_1, W_2, \dots, W_n = \frac{A_1}{A}, \frac{A_2}{A}, \dots, \frac{A_n}{A}$$

c. Cara Garis Isohyet

Isohyet adalah garis lengkung yang menunjukkan tempat kedudukan harga curah hujan yang sama dan diperoleh dengan cara interpolasi harga-harga curah hujan lokal R. perlu dicatat bahwa Poligon Tiessen adalah tetap tidak tergantung pada curah hujan R, sedangkan Pola Isohyet berubah dengan harga R tidak tetap meski stasiun curah hujan tetap. Peta gambar isohyet digambar pada peta topografi dengan perbedaan 10 mm sampai 20 mm berdasarkan data curah hujan pada tiap-tiap titik pengamatan didalam sekitar daerah yang dimaksud. Luas daerah antara dua garis isohyet yang berdekatan diukur dengan plani meter. Demikian harga dari garis-garis Isohyet yang berdekatan termasuk bagian-bagian itu dapat dihitung menurut persamaan sebagai berikut :

$$R = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + \dots + A_n \cdot R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2-5)$$

Dimana :

R = Curah hujan daerah (mm).

A_1, A_2, \dots, A_n = Luas bagian-bagian antara garis-garis Isohyet.

R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan rata-rata pada bagian-bagian A_1, A_2, \dots, A_n

Sumber : Suripin, 2004

Dalam berbagai kondisi kadang kala data curah hujan yang diperoleh dari stasiun pengamat tidak lengkap, hal ini sering kali disebabkan karena kerusakan alat pengukur curah hujan. Untuk mencari data curah hujan yang hilang dapat digunakan rumus *Normal Ratio Method* :

$$P_x = \frac{1}{n} \left[\frac{N_x \cdot P_a}{N_a} \right] + \left[\frac{N_x \cdot P_b}{N_b} \right] + \left[\frac{N_x \cdot P_c}{N_c} \right] \dots\dots\dots (2-6)$$

Dimana :

P_x = Nilai curah hujan yang dicari (bulanan)

n = Banyaknya data

- N_x = Total hujan tahunan normal pada stasiun terdekat
- P_a, P_b dan P_c = Hujan bulanan yang diketahui pada stasiun A, B dan C
- N_a, N_b dan N_c = Total hujan tahunan normal pada stasiun A, B dan C

Sumber : Linsley, Kohler dan Paulhus, 1958

2.2.2. Curah Hujan Rancangan

2.2.2.1. Metode E.J. Gumbel

Menurut Gumbel (1941), tujuan dari statistik harga-harga ekstrim adalah untuk menganalisa pengamatan harga-harga ekstrim tersebut dalam maramal harga-harga ekstrim berikutnya.

Adapun rumus yang dipakai adalah sebagai berikut :

$$X_T = X + K \cdot S \dots\dots\dots (2-7)$$

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)

$$= \frac{1}{n} \cdot \sum_1^n X_i \dots\dots\dots (2-8)$$

S = Standart deviasi

$$= \sqrt{\frac{\sum_1^n (x - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2-9)$$

K = Faktor frekuensi yang merupak-an fungsi dari periode ulang dan tipe distribusi frekuensi.

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots (2-10)$$

Dimana :

Y_T = Reduced variety sebagai fungsi dari waktu ulang T, untuk distribusi E.J Gumbel.

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

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

Sumber : Suripin, 2004

Dengan mendistribusikan persamaan (2-7) dan (2-10), maka diperoleh

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

$$X_T = X + \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \cdot [Y_T - Y_n] \dots\dots\dots (2-11)$$

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 :

$$X_T = b + \frac{1}{a} Y_T \dots\dots\dots (2-12)$$

Dimana :

XT = besarnya hujan dengan waktu balik T tahun (mm)

YT = reduced variate

2.2.2.2. Distribusi Log Pearson Type III

Setelah diketahui tinggi curah hujan harian maksimum dari data hujan yang diperoleh, maka dengan menggunakan metode ini dapat dihitung besarnya hujan rencana yang terjadi dengan periode, ulang T tahun.

Metode pada distribusi Log Pearson Type III menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Log}X_T = \text{Log}X + (G.S) \dots\dots\dots (2-13)$$

Dimana :

Log XT = Logaritma besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun .

Log X = Rata-rata dari logaritma curah hujan.

G = Faktor sifat distribusi Log Pearson Type III yang merupakan fungsi koefisien kepercengan (Cs) terhadap waktu ulang (p).

S = Standart deviasi

$$= \sqrt{\frac{\sum (\text{Log}X_i - \overline{\text{Log}X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (2-14)$$

Sumber : Suripin, 2004

2.2.3. Uji Kesesuaian Distribusi

a. Uji Smirnov Kolmogorov

Pengujian ini dilakukan dengan menggambarkan probabilitas untuk tiap data, yaitu distribusi empiris dan distribusi teoritis yang disebut dengan Δ_{maks} . Dalam bentuk persamaan dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\Delta_{maks} = |P_e - P_t| \dots\dots\dots (2-15)$$

Dimana :

- Δ_{maks} = Selisih antara peluang empiris dan peluang teoritis
- Δ_{er} = Simpangan kritis
- P_e = Probabilitas empiris
- P_t = Probabilitas teoritis

Sumber : Suripin, 2004

Kemudian dibandingkan antara Δ_{maks} . Dengan Δ_{er} bila $\Delta_{maks} < \Delta_{er}$, maka pemilihan distribusi frekuensi tersebut dapat diterapkan data tersebut. Tahapan uji ini sebagai berikut :

1. Data curah hujan maksimum harian rata-rata tiap tahun disusun dari kecil ke besar atau sebaliknya.
2. Hitung probabilitas dengan rumus :

$$P_t = 1 - e^{-e^{-Y_t}} \times 100\% \dots\dots\dots (2-17)$$

Dimana :

- P = Probabilitas
- e = Bilangan alam
- Y_t = Reduce variate

3. Hitung nilai selisih antara peluang pengamatan (P_e) dengan peluang teoritis (P_t) dan tentukan nilai maksimumnya (A_{maks}).

4. Test Uji Smirnov Kolmogorov dengan table Uji Smornov Kolmogorov.

Tabel 2.1
Harga ΔCr Untuk Uji Smirnov Kolmogorov

n \ α	0.2	0.1	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.3	0.34	0.4
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.2	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.2	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
N>50	1,07/N0,5	1,22/N0,5	1,36/N0,5	1,63/N0,5

Sumber : Suripin, 2004

b. Uji Chi-Square

Uji ini dilakukan untuk menguji simpangan secara vertikal yang ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$X^2 = \sum \frac{(O_j - E_j)^2}{E_j} \dots\dots\dots (2-17)$$

Dimana :

- X² = Harga Chi Square
- E_j = Frekuensi teoritis kelas J
- O_j = Frekuensi pengamatatar kelas J

jumlah kelas distribusi dihitung dengan rumus:

$$K = 1 + 3.2222 \text{ Log } n \dots\dots\dots (2-18)$$

$$V (DK) = k - I - m \dots\dots\dots (2-19)$$

Dimana :

- K = Jumlah kelas distribusi
- n = Banyaknya data
- V (DK) = Derajat kebasahan
- m = Parameter, besarnya = α

Agar distribusi frekuensi yang dipilih dapat diterima , maka nilai $X^2 < X^2_{cr}$

Sumber : Suripin, 2004

Tabel 2.2.
Nilai K Untuk Distribusi Log Pearson Type III

Nilai Cs	Interval Kejadian							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase Peluang Terlampaui							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,720	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,350	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,600	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,073	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

Sumber : Suripin, 2004

2.2.4. Koefisien Pengaliran (C)

Pada suatu daerah pengaliran dengan tata guna lahan yang berbeda-beda, maka besarnya angka koefisien pengaliran ditetapkan dengan mengambil harga rata-rata berdasarkan bobot luas daerah. Tata guna lahan yang dipakai sebagai acuan adalah rencana tata guna lahan pada saat perencanaan ini dilaksanakan.

Tabel 2.3.
Koefisien Pengaliran (C)

No.	Macam Daerah Aliran	Koefisien Pengaliran (C)
1	Perumputan : a. Tanah Pasir, datar 2% b. Tanah pasir, rasa- rata 2-7% c. Tanah pasir, curam 7% d. Tanah gemuk, datar 2% e. Tanah gemuk, rata-rata 2-7% f. Tanah gemuk, curam 7%	0.05-0.10 0.10-0.15 0.15-0.20 0.13-0.17 0.18-0.22 0.25-0.36
2	Business : a- Daerah kota b. Daerah pinggiran	0.75-0.95 0.50-0.75
3	Perumahan a. Daerah 'Single Family' b. 'Multi Unit' terpisah-pisah c. 'Multi Unit' tertutup d. 'Suburan' e. Daerah rumah-rumah, apartemen	0.30-0.50 0.40-0.60 0.60-0.75 0.25-0.40 0.50-0.70
4	Industri : a. Daerah ringan b. Daerah berat	0.50-0.80 0.60-0.90
5	Pertamanan, kuburan	0.10-0.25
6	Halaman kereta api	0.20-0.40
7	Jalan a. Beraspal b. Beton c. Batu	0.70-0.95 0.80-0.95 0.70-0.85
8	Daerah yang tidak dikerjakan	0.10-0.30
9	Tempat bermain	0.20-0.35
10	Untuk berjalan	0.75-0.85
11	Atap	0.75-0.95

Sumber : Shahin, 1976

2.2.5. Koefisien Penyebaran hujan (P)

Koefisien penyebaran hujan (p) merupakan nilai yang digunakan untuk mengoreksi pengaruh hujan yang tidak merata pada suatu daerah pengaliran. Nilai besaran ini tergantung kondisi dan luas daerah pengaliran. Untuk daerah yang relatif kecil biasanya hujan diasumsikan merata, sehingga nilai koefisien besaran hujan P = 1

Table 2.4. Koefisien Penyebaran Hujan

Luas daerah pengaliran (Km2)	Koefisien Penyebaran Hujan (β)
0-4	1
5	0.995
10	0.980
15	0.955
20	0.920
25	0.875
30	0.820
50	0.500

Sumber : Shahin, 1976

2.2.6. Intensitas 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) memerlukan data panjang saluran. Untuk mengetahui panjang saluran drainase eksisting, dapat diketahui dari interpolasi titik koordinat UTM (Universal Tranverse Mecator) pada peta saluran drainase eksisting dengan skala 1 : 15000. Tinggi elevasi pada hulu dan hilir saluran drainase eksisting dapat dicari dengan rumus interpolasi :

$$\text{Elevasi} = E_{awal} + \left(\frac{E_{akhir} - E_{awal}}{\text{Jarak}E_{awal} - E_{akhir}} \right) \times \text{Jarak}E_{awal} - \text{titikhulu / hilir} \dots\dots\dots (2-20)$$

Perhitungan intensitas hujan dapat ditempuh dengan cara empiris dengan menggunakan rumus-rumus sebagai berikut :

a. Tallbot (1881) (CD. Soemarto, 1987 : 39)

$$i = \frac{a}{a+b} \dots\dots\dots (2-21)$$

$$a = \frac{\sum i(i.t)\sum(i^2) - \sum(i^2.t)\sum i}{P \sum(i^2) - (\sum i)^2} \dots\dots\dots (2-22)$$

$$b = \frac{\sum i \sum(i-t) - P \sum(i^2.t)}{P \sum(i^2) - \sum i} \dots\dots\dots (2-23)$$

b. Sherman (1953) (CD. Soemarto, 1987 : 40)

$$i = \frac{a}{t^n} \dots\dots\dots (2-24)$$

$$Loga = \frac{\sum Logi \sum (Logt)^2 - \sum (Logt.Logi)\sum Logt}{P \sum (Logt)^2 - (\sum Logt)^2} \dots\dots\dots (2-25)$$

$$n = \frac{\sum i \sum(i.t) - P \sum(i^2.t)}{P \sum(i^2) - (\sum i)^2} \dots\dots\dots (2-26)$$

c. Ishiguro (CD. Soemarto, 1987 : 40)

$$i = \frac{a}{\sqrt{t+b}} \dots\dots\dots (2-27)$$

$$a = \frac{\sum(i\sqrt{t})\sum(i)^2 - \sum(i\sqrt{t})\sum i}{P \sum i^2 - (\sum i)^2} \dots\dots\dots (2-28)$$

d. Mononobe (CD. Soemarto, 1987 : 40)

$$i = \frac{d_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \dots\dots\dots (2-29)$$

Dimana :

- i = Intensitas hujan (mm/jam).
- t = Waktu (durasi) curah hujan ((menit untuk a sampai c) dan (jam untuk d)).
- a, b, n, m = Konstanta.
- d₂₄ = tinggi hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

Dalam kajian sistem drainase ini untuk mendapatkan nilai Intensitas hujan digunakan minus rasional oleh Dr. Mononobe, yaitu :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{t_c} \right]^{2/3}$$

Sedangkan waktu konsentrasi (t_c) dihitung dengan menggunakan rumus Kirpich :

$$T = \frac{0,0195}{60} \times \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0,77} \dots\dots\dots (2-30)$$

Dimana :

R_{24} = Curate hujan harian maksimum dalam 24 jam (mm)

I = Intensitas hujan (mm/jam)

L = Panjang saluran (m)

S = Kemiringan rerata saluran

Sumber : Suripin, 2004

2.2.7. Waktu Konsentrasi (T_c)

Waktu konsentrasi (T_c) adalah waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dari titik yang paling jauh pada daerah aliran sampai dengan titik yang ditinjau. Untuk debit banjir perkotaan, waktu konsentrasi (T_c) terdiri dari waktu yang diperlukan bagi air untuk mengalir diatas permukaan tanah ke saluran terdekat (T_i) dan waktu yang diperlukan bagi air yang mengalir di saluran sampai ketitik yang ditinjau (T_f).

$$T_c = T_i + T_f \dots\dots\dots (2-31)$$

Untuk mencari T_i tergantung beberapa faktor yang kadang-kadang sulit mendapatkan datanya. Dalam perencanaan didaerah ini T_i diasumsikan sebesar 30 menit.

Waktu aliran didalam saluran (T_f) harus diperkirakan dari sifat hidrolis saluran, yaitu :

$$T_f = \frac{L}{60 \cdot v} \dots\dots\dots (2-32)$$

Dimana :

- L = Panjang saluran (m)
- v = Kecepatan aliran (m/dtk)
- $= 20 \left[\frac{S}{I} \right]^{0,6}$ (2-33)
- h = Beda tinggi muka air di hulu dan hilir saluran (m)

Sumber : Suripin, 2004

2.2.8. Perkiraan Puncak Banjir

Perkiraan puncak banjir pada daerah studi dengan menggunakan metode rasional. Dalam perencanaan bangunan air pada daerah pengaliran sungai dimana menyangkut masalah hidrologi didalamnya, sering dijumpai dalam puncak banjir dihitung dengan metode yang sederhana dan praktis. Pada keadaan tertentu, bentuk hidrograf banjir yang terjadi kadang-kadang tidak dibacakan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan.

Namun demikian metode perhitungan ini dalam teknik penyajiannya memasukkan faktor curah hujan, keadaan fisik dan sifat hidrolika daerah aliran sehingga dikenal sebagai metode rasional.

Pada mulanya metode ini diterapkan dengan persamaan :

$$Qa = C.I.A (2-34)$$

$$Qa = \frac{C.I.A}{3,6} = 0,278.C.I.A (2-35)$$

Dimana :

- C = Koefisien *run-off*
- I = Intensims maksimum selama waktu konsentrasi
- A = Luas daerah pengaliran (m²)
- Qa = Debit maksimum (m³/dt)

Sumber : Suripin, 2004

2.2.9. Perkiraan Debit Air Buangan

Dalam menjalankan aktifitas sehari-hari dan mempertahankan hidupnya, manusia akan berhubungan dengan air (air bersih) baik sebagai kebutuhan utama maupun sebagai pelengkap. tidak seluruhnya dari penggunaan air bersih ini akan

habis terpakai, tetapi sebagian dari sisa aktifitas akan diubah menjadi air yang tidak dapat dipakai yang akhirnya akan dibuang bersama sisa aktifitas lainnya atau disebut juga air buangan.

Sumber-sumber Air Buangan :

1. Air Buangan Domestik

Yaitu air buangan yang berasal dari buangan rumah tangga (termasuk dari septick tank) fasilitas sosial dan fasilitas komersil.

2. Air Buangan Industri

Yaitu air buangan yang berasal dari aktifitas proses produksi.

3. Air Irigasi

Yaitu air buangan yang berasal dari pengairan lahan produktif dimana kandungan nutrien mendominasi di dalam air buangan ini.

4. Air Alami

Yaitu air buangan yang berasal dari air hujan.

Rata-rata air buangan yang dihasilkan sekitar 80% dari penggunaan air bersih, untuk kebutuhan air bersih rata-rata dikota besar maupun menengah kira-kira sebesar 160 lt/jiwa/hari. Acuan utama dalam menentukan debit air buangan adalah jumlah penduduk dan jumlah fasilitas umum, metode yang digunakan dalam memperkirakan jumlah penduduk dan jumlah fasilitas digunakan metode eksponensial.

• Perkiraan Pertumbuhan Penduduk

$$P_n = P_o \times e^{r \cdot n} \dots\dots\dots (2-36)$$

Dimana :

P_n = Jumlah penduduk tahun ke n.

P_o = Jumlah penduduk pada awal tahun.

r = Angka pertumbuhan penduduk.

n = Jangka waktu dalam tahun.

e = Bilangan pokok dari sistem logaritma dalam sebenarnya.

Sumber : Suripin, 2004

- Perkiraan Jumlah Fasilitas Umum

Proyeksi fasilitas digunakan untuk memperkirakan fasilitas di setiap kelurahan sampai dengan periode tahun perencanaan. Proyeksi ini menggunakan pendekatan nilai perbandingan jumlah penduduk tahun proyeksi dengan tahun sekarang yang diasumsikan ekuivalen dengan perbandingan jumlah fasilitas tahun proyeksi dengan jumlah fasilitas tahun sekarang. Rumus yang digunakan :

$$\frac{X}{Z} = \frac{\sum P_n}{\sum P_o} \dots\dots\dots (2-37)$$

Dimana :

- X = Jumlah fasilitas pada tahun perencanaan
- Z = Jumlah fasilitas pada saat sekarang
- $\sum P_n$ = Jumlah penduduk pada tahun perencanaan
- $\sum P_o$ = Jumlah penduduk pada saat sekarang

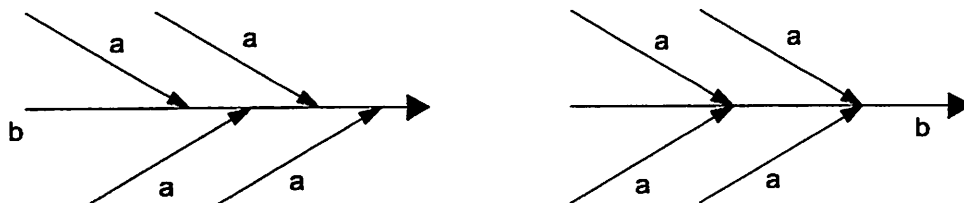
2.3. Analisa Hidrolika

2.3.1. Tata Letak Saluran

Beberapa model tata letak saluran yang dapat digunakan dalam perencanaan saluran drainase adalah :

a. Pola Alamiah

Letak Conveyor Drain (b) ada bagian tdari suatu daerah yang secara efektif sebagai pengumpul dari anal sungai cabang saluran yang ada (colector drain) dimana colektor maupun conveyor merupakan saluran alamiah.

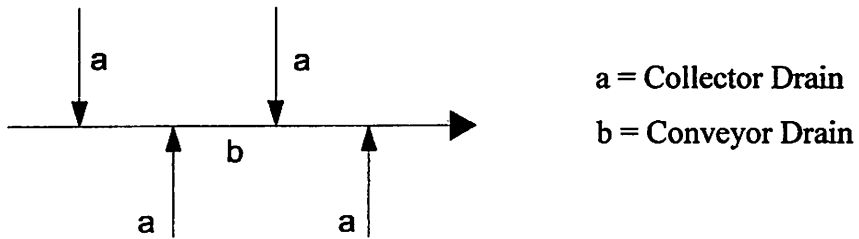


Gambar 2.1 Pola Alamiah

- a = Collector Drain
- b = Conveyor Drain

b. Pola Siku

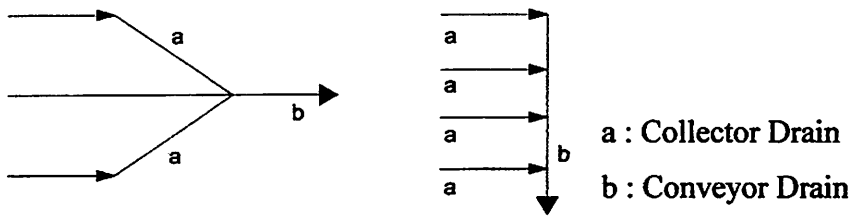
Conveyor Drain (b) terletak ditengah dan merupakan saluran alamiah, sedangkan Collector Drain tegak lurus dari conveyor drain,



Gambar 2.2. Pola Siku

c. Pola Paralel

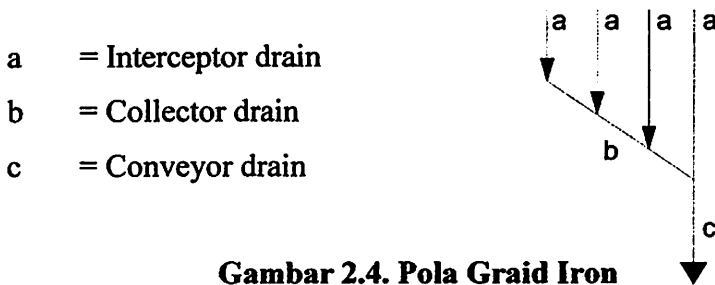
Collector drain yang menampung debit dari sungai-sungai yang lebih kecil, dibuat sejajar satu sama lain dan kemudian masuk ke conveyor drain.



Gambar 2.3. Pola Paralel

d. Pola " Graid Iron "

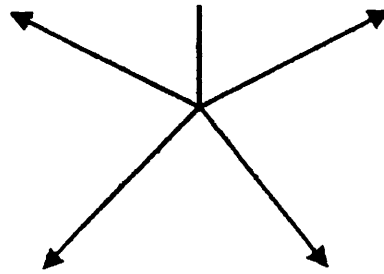
Suatu interceptor drain dibuat satu sama lain, sejajar, kemudian ditampung di collector drain untuk selanjutnya masuk kedalam conveyor drain.



Gambar 2.4. Pola Graid Iron

e. Pola Radial

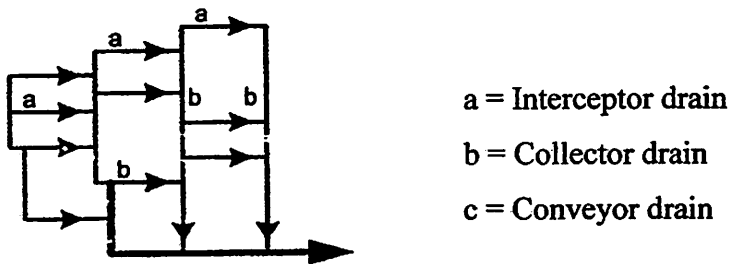
Suatu daerah genangan dikeringkan melalui beberapa collector drain dari satu titik menyebar kesegala arah (sesuai dengan topografi daerah)



Gambar 2.5. Pola Radial

f. Pola Jaringan

Untuk mencegah terjadinya pembebanan aliran pada suatu daerah terhadap daerah lain, maka dibuat beberapa interceptor drain yang kemudian ditampung kedalam saluran collector drain dan selanjutnya dialirkan menuju saluran conveyer

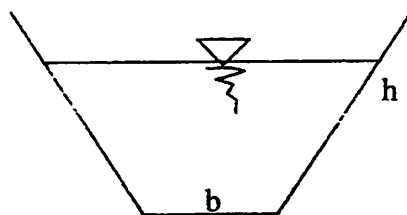


Gambar 2.6. Pola Jaringan

2.3.2. Perencanaan Saluran Drainase

- **Macam-macam penampang saluran :**

1. Saluran Trapesium



Gambar 2.7. Penampang Saluran Trapesium

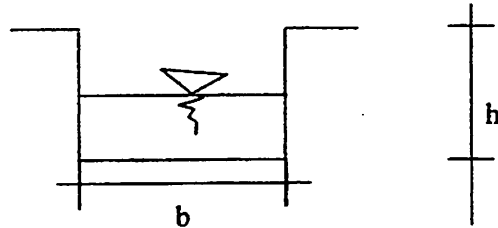
Sumber : Van Te Chow, 1997

- Luas penampang basah $A = (b + m \cdot h) h$ (2-38)
- Keliling basah $P = b + 2h \sqrt{m^2 + 1}$ (2-39)
- Jari-jari hidrolis $R = \frac{A}{P}$ (2-40)

➤ Kecepatan aliran $V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$ (2-41)

➤ Debit Aliran $Q = V \times A$ (2-42)

2. Saluran Segi Empat



Gambar 2.8. Penampang Saluran Segi Empat

Sumber : Van Te Chow, 1997

➤ Luas penampang basah A = $b \times h$ (2-43)

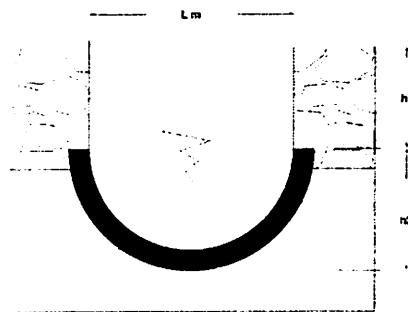
➤ Keliling basah P = $b + 2h$ (2-44)

➤ Jari-jari hidrolis R = $\frac{A}{P}$ (2-45)

➤ Kecepatan aliran V = $\frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/3}$ (2-46)

➤ Debit Aliran Q = $V \times A$ (3-47)

3. Saluran Tipe 50



Gambar 2.9. Saluran Tipe 50

➤ Luas penampang basah A (luas penampang basah saluran) :

$$\left[\frac{\pi \cdot h_2^2}{2} + L \cdot h_1 \right] \dots\dots\dots (2-48)$$

➤ Nilai P (keliling basah) :

$$P = \pi \times h_2 + 2 \times h_1 \dots\dots\dots (2-49)$$

- Mencari nilai jari-jari hidrolis (R) :

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (2-50)$$

- Untuk mencari nilai kecepatan saluran (V) digunakan rumus Manning :

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots (2-51)$$

- Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat dicari debit maksimum saluran dengan rumus Chezy :

$$Q = A \times C \sqrt{RS} \dots\dots\dots (2-52)$$

Pada perencanaan saluran baru, perhitungan yang dilakukan adalah kebalikan dari perhitungan diatas. Untuk menentukan dimensi saluran baru dapat dicari jika telah diketahui debit rencana (Qr).

- Menentukan kedalaman (h₁) :

$$h_1 = \sqrt[3]{\frac{Qr^2}{L^2 g}} \dots\dots\dots (2-53)$$

- Mencari nilai debit saluran (Qs) :

$$Qs = \sqrt{h_1^3 \cdot L^2 \cdot g} \dots\dots\dots (2-54)$$

Dimana :

- Q = Debit aliran (m³)
- A = Luas penampang saluran (m²)
- V = Kecepatan aliran (m/dt)
- P = Keliling basah
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- n = Angka kekasaran dinding saluran
- m = Kemiringan dinding saluran
- S = Kemiringan dasar saluran

Sumber : Suripin, 2004

2.3.3. Kemiringan Saluran

Besarnya kemiringan dinding saluran yang dianjurkan sesuai dengan jenis bahan yang digunakan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.5.
Kemiringan Dinding Saluran

Bahan Saluran	Kemiringan Dinding
Batu	Hampir tegak turus
Tanah gambut, rawa	0,25 : 1
Lempung atau tanah berlapis beton	0,5 : 1
Tanah berlapis bata atau tanah bagi saluran yang besar	1 : 1
Lempung kaku atau tanah bagi parit kecil	1,5 : 1
Tanah berlapis lepas	2 : 1
Lempung berpasir atau lempung berpori	3 : 1

Sumber : Van Te Chow, 1997

2.3.4. Koefisien Kekasaran Manning

Koefisien kekasaran manning untuk berbagai bahan material saluran dan tipe saluran.

Tabel 2.6.
Harga-harga Koefisien Kekasaran Manning

Tipe Saluran	Kondisi		
	Baik	Cukup	Buruk
Saluran Batuan			
- Saluran tanah, lurus beraturan	0,020	0,023	0,025
- Saluran tanah, digali biasa	0,028	0,030	0,040
- Saluran batuan, tidak lurus dan beraturan	11,04	0,045	-
- Saluran batuan, lurus beraturan	0,030	0,033	0,035
- Saluran batuan, vegetasi pada sisinya	0,030	0,035	0,040
- Dasar tanah sisi batu koral	0,030	0,030	0,040
- Saluran berliku-liku kecepatan rendah	0,025	0,028	0,030
Saluran Alami			
- Bersih, lurus tapi tanpa pasir dan celah	0,028	0,030	0,033
- Bersih, dengan vegetasi dan kerikil	0,033	0,035	0,040
- Berliku, bersih tapi berpasir dan berlubang	0,030	0,040	0,045
- Berliku, tidak dalam dan kurang beraturan	0,045	0,050	0,055
- Berliku, beraturan dan vegetasi	0,040	0,045	0,050
- Berliku, berbatu karang	0,050	0,055	0,060
- Aliran lambat, banyak tanaman dan lubang dalam	0,060	0,070	0,080
- Tumbuhan tinggi dan padat	0,100	0,125	0,150
Saluran Dilapisi			
- Batu kosong, tanpa adukan semen	0,030	0,033	0,035
- Batu kosong, dengan adukan semen	0,020	0,025	0,030
- Dengan beton sangat halus	0,016	0,019	0,021

- Lapisan beton sangat halus	-0,011	0,0 12	0,01-
- Lapisan beton dengan tulang baja	0,014	0,014	0,015
- Lapisan beton dengan tulang kayu	0,016	0,016	0,018

Sumber : Van Te Chow, 1997

2.3.5. Perencanaan Sumur Resapan

Merencanakan sumur resapan adalah suatu cara yang dapat direkomendasikan apabila saluran drainase yang telah direncanakan belum mampu mengatasi permasalahan banjir dengan tuntas. Sumur resapan adalah sumur buatan yang dibuat sebagai upaya untuk meretensi air hujan yang jatuh disekitar rumah kita. Meretensi air hujan maksudnya adalah upaya untuk menahan air hujan supaya air hujan tidak langsung dibuang ke saluran / sungai. Untuk merencanakan dimensi, jumlah dan jarak antar sumur resapan diperlukan data lebar jalan, panjang saluran dan intensitas hujan. Kemudian langkah perencanaan selanjutnya dapat digunakan rumus-rumus sebagai berikut :

• $A = p \times l$ (2-55)

• $V_{lost} = A \times I$ (2-56)

• $V = p \times l \times h$ (2-57)

• Jumlah sumur = $\frac{\left(\frac{V_{lost} \ 10 \text{ jam}}{V} \right)}{P_{sal}}$ (2-58)

Jarak antar sumur = $\frac{P_{sal}}{\text{jumlah}}$ (2-59)

Dimana :

A = Luas badan jalan

V_{lost} = Volume air yang hilang

V = Volume sumur resapan

Sumber : Architectaria.com, 2007

2.4. Perhitungan Dimensi Gorong-Gorong

Perhitungan dimensi gorong-gorong ini menggunakan rumus penampang segi empat :

➤ Luas penampang basah A = $b \times h$ (2-60)

➤ Keliling basah P = $b + 2h$ (2-61)

➤ Jari-jari hidrolis R = $\frac{A}{P}$ (2-62)

➤ Kecepatan aliran V = $\frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$ (2-63)

➤ Debit Aliran Q = $V \times A$ (2-64)

Dimana :

l = lebar saluran

h = tinggi saluran

Sumber : Suripin, 2004

2.5. Teknik Pengumpulan Data

Ada beberapa teknik pengumpulan data yang dapat digunakan dalam penelitian ini, antara lain :

- Kuisisioner adalah satu set pertanyaan yang berurusan dengan satu topik tunggal atau satu set topik yang saling berkaitan, yang harus dijawab oleh subyek (James P. Chaplin dalam Nurlaili, 2004). Penyebaran kuisisioner bertujuan untuk mendapatkan data yang relevan dengan tujuan penelitian dan memperoleh informasi dengan reabilitas serta validitas setinggi mungkin.
- Wawancara adalah suatu percakapan, tanya jawab lisan antara dua orang atau lebih yang duduk berhadapan secara fisik dan diarahkan pada suatu masalah tertentu (Kartono dalam Nurlaili, 2004). Wawancara dilakukan untuk mendapatkan informasi yang terlewatkan dari kuisisioner.
- Observasi adalah studi yang disengaja dan sistematis tentang fenomena sosial dan gejala-gejala alam dengan jalan pengamatan dan pencatatan (Kartono dalam Nurlaili 2004). Observasi dilakukan untuk mengetahui gambaran kondisi suatu wilayah.

2.5.1. Pembuatan Kuesioner

Kuesioner dapat dibeda-bedakan atas beberapa jenis, tergantung pada sudut pandangnya (Arikunto,1997):

- a. Dipandang dari cara menjawab, dibagi menjadi :
 1. Kuesioner terbuka adalah kuesioner yang memberi kesempatan kepada responden untuk menjawab dengan kalimatnya sendiri.
 2. Kuesioner tertutup adalah kuesioner yang sudah disediakan jawabannya sehingga responden tinggal memilih
- b. Dipandang dari jawaban yang diberikan, dibagi menjadi :
 1. Kuesioner langsung yaitu responden menjawab tentang dirinya.
 2. Kuesioner tidak langsung yaitu jika responden menjawab tentang orang lain.
- c. Dipandang dari bentuknya, dibagi menjadi:
 1. Kuesioner pilihan ganda adalah sama dengan kuesioner tertutup.
 2. Kuesioner isian adalah sama dengan kuesioner terbuka.
 3. *Check list* adalah sebuah daftar di mana responden tinggal membubuhkan tanda *check* (v) pada kolom yang sesuai.
 4. *Rating-scale* (skala bertingkat) adalah sebuah pertanyaan diikuti oleh kolom-kolom yang menunjukkan tingkatan-tingkatan misalnya mulai dari sangat setuju sampai ke sangat tidak setuju

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 pengumpulan data primer juga dilakukan dengan metode kuisioner 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 3.1
Kebutuhan Data 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 Bulanan	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.
- Analisa hidrologi (curah hujan, intensitas curah hujan (I), time concentration analisis (Tc), debit rencana (Q_r)).

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.

- 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.

- Analisa data kuisisioner dari 140 responden

3.2. Evaluasi dan Perencanaan Sistem Pengendali Banjir

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 terbuang sebagai aliran permukaan atau banjir, antara lain dengan membuatsaluran 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 makro dan sistem drainase mikro

Identifikasi ini bertujuan untuk mengetahui permasalahan pada sistem drainase makro, dalam hal ini merupakan lingkup daerah

tangkapan air (*cathment area*) Sungai Tukad Mati dan 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.

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.
- d. Penguapan (*evaporation*), adalah fungsi dari temperatur, kecepatan angin dan kelembaban relatif. Penguapan dari permukaan tanah sangat jauh kurang dibandingkan dengan penguapan air dari permukaan air terbuka
- e. Pencegatan (*interception*), yaitu air hujan dicegat sebelum jatuh ke atas tanah, termasuk disini air hujan yang tertahan di atas daun-daun tanaman dan permukaan yang lain dan tidak pernah jatuh ke tanah. Jumlahnya dapat cukup berarti dalam setahun, pada daerah yang tertutup vegetasi cukup rapat, namun karena air yang tertahan ini akhirnya menguap, dimasukkan ke dalam kategori evapotranspirasi. Dalam jangka pendek, *interception* dapat mengurangi puncak pengaliran permukaan (*run-off peaks*) cukup besar, karena kebanyakan penghambatan terjadi pada awal hujan. Dalam pengurangan awal dari curah hujan, atau penampungan di daerah cadangan atau peresapan.
- f. Penampungan di cekungan (*depression storage*), yaitu air yang tertahan di tempat yang rendah selama terjadi pengaliran di permukaan tanah. Air ini selanjutnya akan menguap atau meresap kemacetan dalam tanah. Seperti halnya *interception*, maka *depression storage* mempunyai pengaruh mengurangi jumlah pengaliran permukaan pada awal curah hujan. Pengaruhnya pada luas daerah pengaliran (*catchment area*) dan aliran puncak (*peak flow*) relatif kecil.

- g. Peresapan (*infiltration*), dipengaruhi oleh jenis tanah, intensitas curah hujan, kondisi permukaan, dan tumbuh-tumbuhan/vegetasi (yang dapat mengubah porositas tanah).

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 2010.

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.

3.3. Kesimpulan dan saran

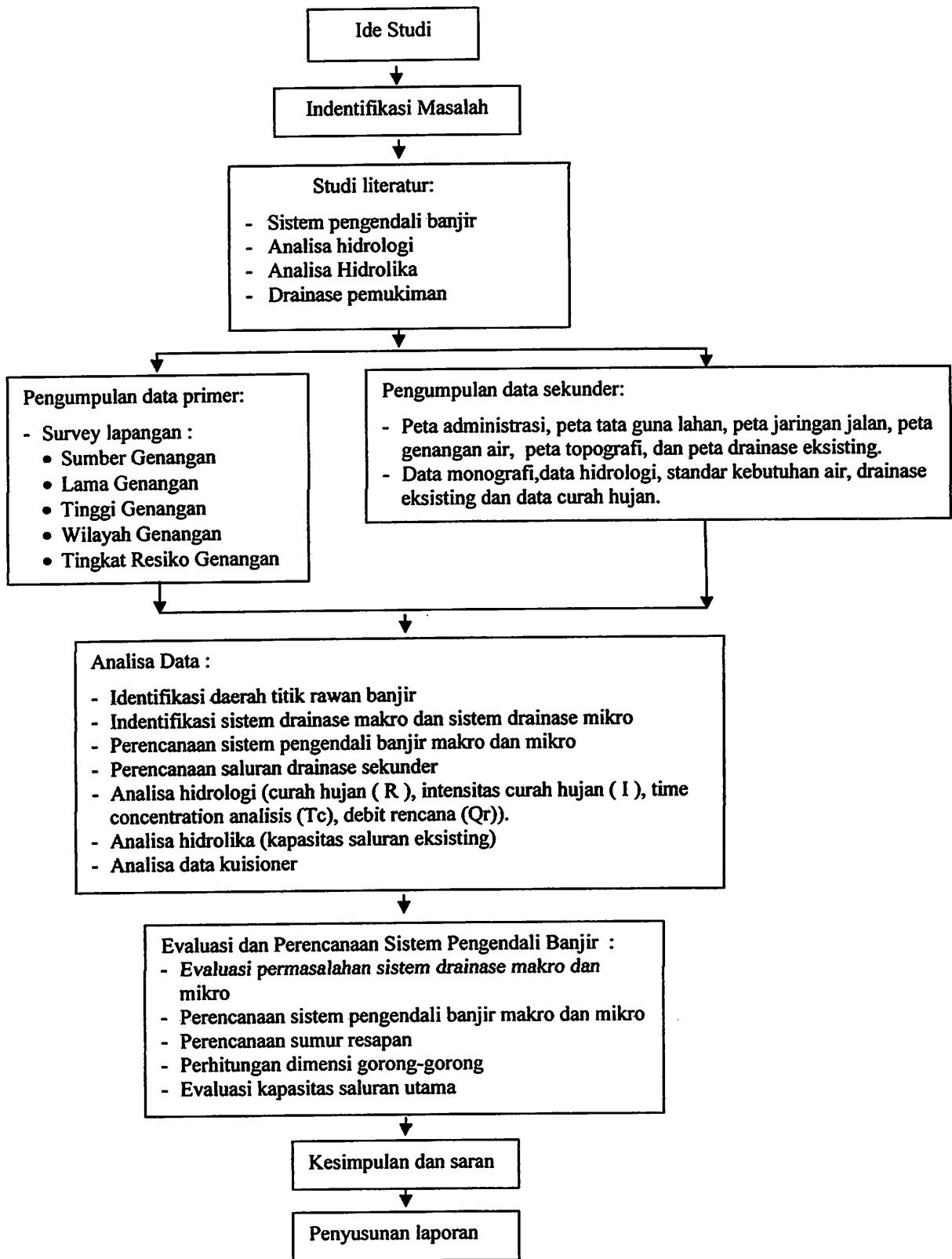
Berdasarkan tahapan kegiatan perencanaan teknis sistem pengendali banjir dari pengumpulan data sampai analisis yang dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal diantaranya solusi untuk pengendalian banjir. Hasil ini dapat dijadikan sebagai rekomendasi terhadap perencanaan sistem pengendali banjir di Kecamatan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

3.4. Penyusunan laporan

Penyusunan laporan dilakukan dengan mengkonsultasikan hasil analisa dengan dosen pembimbing tugas akhir.

3.5. Kerangka Perencanaan

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



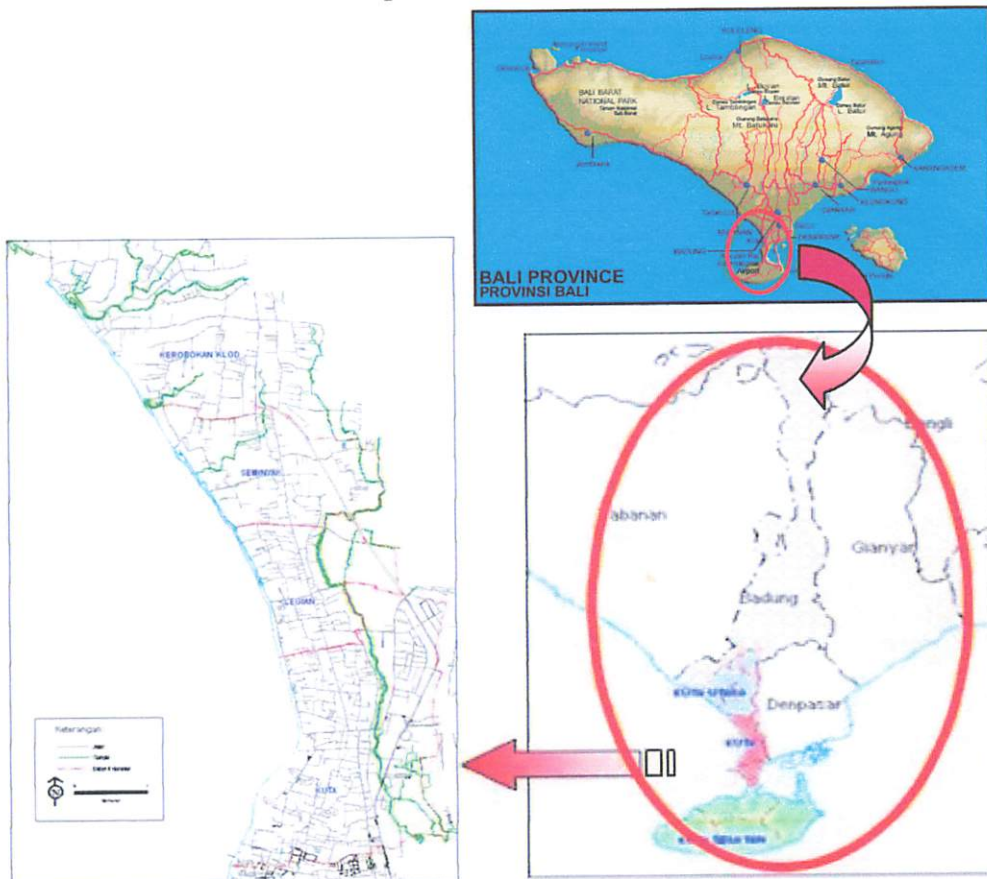
Gambar 3.1. Kerangka Perencanaan

BAB IV GAMBARAN UMUM DAERAH STUDI

4.1. Lokasi Studi

Kecamatan Kuta memiliki luas 1.293 Ha (BPS, 2008) yang secara administrasi terbagi atas 3 Kelurahan yaitu Kelurahan Seminyak, Kelurahan Legian dan Kelurahan Kuta. Batas-batas wilayah secara administrasi pada Kecamatan Kuta adalah sebagai berikut (gambar 2.1.) :

- Utara : Kecamatan Kuta Utara
- Selatan : Kelurahan Tuban
- Barat : Samudra Indonesia
- Timur : Kota Denpasar



Gambar 4.1.
Daerah Studi
(Kecamatan Kuta Kabupaten Badung Bali)

4.2. Kondisi Tata Guna Lahan

Tata guna lahan di kawasan Kuta dengan luas wilayah 1.293 Ha (BPS, 2008) terdiri atas beberapa fasilitas yang digunakan oleh penduduk setempat seperti gedung sekolah, tempat ibadah, kawasan perdagangan dan lain-lain. Sebagian besar tata guna lahan kawasan Kuta dipergunakan sebagai sentra-sentra industri pariwisata seperti restoran, cafe, hotel, pusat perbelanjaan dan tempat hiburan. Adapun prosentase penggunaan lahan Kawasan Seminyak–Legian–Kuta (SAMIGITA) dari luas total kawasan sekitar 1.293 Ha adalah sebagai berikut :

Tahun 2006	
Lahan terbangun	: 70,64 %
Lahan kosong	: 22,98 %
Lainnya	: 6.38 %

Untuk lebih jelasnya tentang tata guna lahan kawasan Kuta, dapat dilihat pada gambar 4.2.

4.3. Data Fisik Kawasan Rencana

4.3.1. Iklim

Data iklim daerah perencanaan bersumber dari stasiun klimatologi terdekat yaitu Satasiun Ngurah Rai, yang berkedudukan pada posisi 08°45 I LS-115 °10 I BT pada tinggi tempat \pm 3 mdpl. Data komponen iklim rata-rata tahun 2008 disajikan pada tabel 2.1. berikut ini :

Tabel 4.1.
Data Klimatologi Stasiun Ngurah Rai Rata-Rata Tahun 2008

Posisi : 08° 45' S – 115° 10' E

Tinggi : 3 meter

No	Bulan	Curah Hujan	Hari Hujan	Kelembaban Udara	Suhu Rata-rata	Kecepatan Angin	Penguapan	Lamanya Penyinaran
		mm	h	%	°C	Knots	mm	%
1	Januari	319	21	80	28.0	6	143.0	63
2	Februari	453	19	80	27.9	6	135.4	62
3	Maret	268	15	80	27.7	4	158.4	75
4	April	95	12	79	27.8	4	153.8	80
5	Mei	65	8	79	27.2	5	157.2	89
6	Juni	25	6	79	26.9	6	153.6	89
7	Juli	9	6	78	26.3	7	155.9	87
8	Agustus	1	3	77	26.2	6	172.9	94
9	September	48	4	78	26.7	5	178.7	91
10	Oktober	4	9	79	27.5	4	183.5	88
11	November	90	15	80	27.5	3	154.5	74
12	Desember	280	17	80	27.0	6	162.4	64
Rata - rata		138	11	79	27	5	159	80
Minimum		1	3	77	26,2	3	135,4	62
Maksimum		453	21	80	28	7	183,5	94

Sumber : Balai Meteorologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar

➤ Curah Hujan dan Hari Hujan

Berdasarkan tabel di atas bahwa besarnya curah hujan rata-rata setahun 138 mm dengan hari hujan 130 hari. Bulan terbasah pada tahun 2008 yaitu Bulan Februari dengan curah hujan sebesar 453 mm dengan

bulan basah sekitar 4 bulan yaitu pada Bulan Desember – Maret. Sedangkan bulan – bulan kering selama 2 bulan yaitu Juli - Agustus.

➤ Kelembaban Udara

Kelembaban udara di daerah perencanaan berkisar antara 77 % - 80 %. Kelembaban udara maksimum terjadi pada Bulan Maret dan minimum pada Bulan Agustus.

➤ Temperatur

Temperatur rata-rata berkisar antara 26,2 °C sampai 28,0 °C. Temperatur maksimum terjadi pada Bulan Januari sebesar 28,0°C dan minimum terdapat pada Bulan Agustus sebesar 26,2°C.

➤ Kecepatan Angin

Kecepatan angin berkisar antara 4 – 7 knots, kecepatan tertinggi terjadi pada Bulan Juli dan terendah pada Bulan November.

➤ Penguapan

Penguapan maksimum yang terjadi pada daerah perencanaan terdapat pada Bulan Oktober sebesar 183,5 sedangkan penguapan minimum terjadi pada Bulan Pebruari sebesar 135,4 mm.

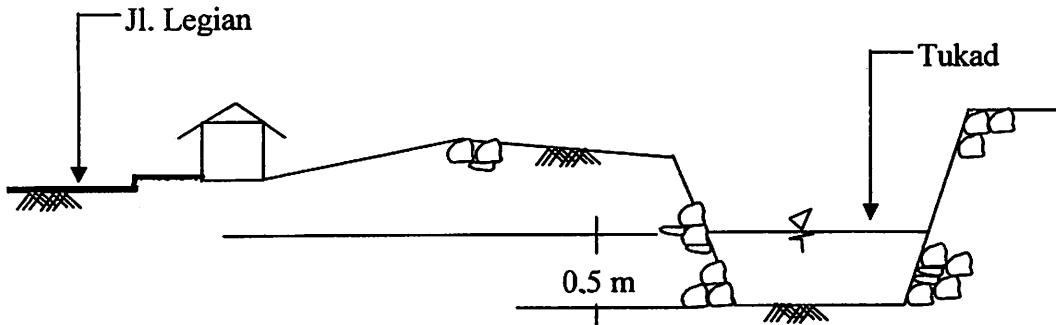
➤ Penyinaran

Berdasarkan data rata-rata curah hujan tahun 2008 didapatkan lama penyinaran sebanyak 62.5 – 94 %, lamanya penyinaran tertinggi yaitu sebesar 94 % terdapat pada Bulan Agustus dan terendah terjadi pada Bulan Pebruari sebesar 62 %. Data tahun 2006 menunjukkan penyinaran Matahari rata-rata sebanyak 62 – 90 % dengan lamanya penyinaran tertinggi pada bulan Agustus dan terendah pada bulan Januari.

4.3.2. Hidrologi

Sungai atau tukad utama di kawasan Kuta yang membentang dari Utara ke Selatan dan bermuara di laut adalah Tukad Mati, yang saat ini berfungsi sebagai saluran drainase utama untuk menampung limpahan air hujan yang berasal dari saluran-saluran drainase yang ada di sekitarnya (Gambar 4.2).

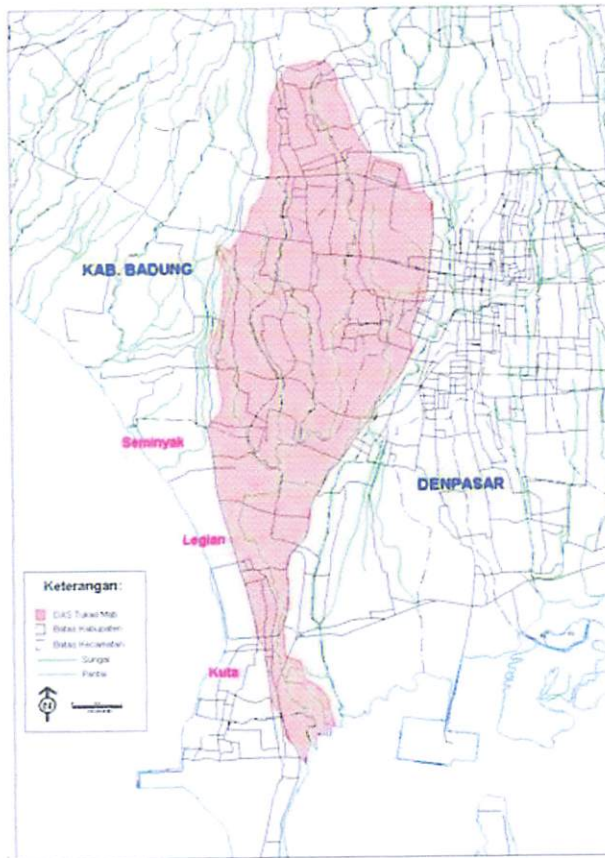
Ket : Tukad = Sungai



Gambar 4.3.
Kondisi Lapangan Jl. Legian Dan Tukad Mati

Daerah tangkapan air (catchment area) dari sistem Tukad Mati memerlukan uraian yang terdiri dari daerah tangkapan Tukad Mati dalam konteks sistem sungai secara alamiah, dan ditambah dengan debit air irigasi dari Bendung Mambal. Berdasarkan kondisi tersebut secara drastis meningkatkan coverage dari daerah tangkapan airnya. Daerah tangkapan Sungai atau Tukad Mati sesuai Gambar 4.4.

Luas daerah tangkapan air Tukad Mati secara alamiah sekitar 36.9 km². Dari peta topografi dan pengukuran situasi skala 1 : 1000, dapat diketahui daerah tangkapan air pada Kawasan Samigita yang menuju Tukad Mati yakni pada ruas jalan Seminyak, Legian, Raya Kuta ke timur. Sedangkan ke barat kemiringan permukaan lahan menuju laut.



Gambar 4.4.
Daerah Tangkapan Tukad Mati

4.3.3. Topografi, Morfologi dan Geologi

➤ Topografi

Secara umum topografi Kawasan Kuta berupa topografi dataran alluvial, sehingga memiliki kemiringan lereng yang kecil. Kemiringan lereng wilayah Kuta berkisar antara 0 – 5%, dengan ketinggian dari permukaan laut antara 0 – 14 meter. Kawasan Kuta pada umumnya merupakan lapisan tanah lembek berupa lempung pada daerah permukaan tanah. Lapisan pasir ditemui pada kedalaman 5 meter ke bawah.

Berdasarkan hasil penelitian PUSLITNAK (1994), taksonomi tanah menunjukkan sebaran sebagai berikut. Seri tanah Typic Hydroquents, berdebu kasar, campuran, isohipertermik terdiri dari seri Bena. Seri Tanah Typic Trapaquepts, terlihat sampai berdebu halus, campuran, isohipertermik dari Seri Pedungan.

➤ Morfologi

Jumlah penduduk Kawasan Seminyak–Legian–Kuta (SAMIGITA) pada akhir tahun 2008 sebanyak ± 21.981 jiwa dengan tingkat pertumbuhan penduduk mencapai 3,1 % / thn. Konsentrasi penduduk terbanyak terdapat di Kelurahan Kuta sebesar 63,18% dari total penduduk, kemudian di Kelurahan Legian sebesar 18,63% dan di Kelurahan Seminyak sebesar 18,19%.

Kepadatan tertinggi terjadi di Kelurahan Seminyak yang mencapai 1.588 jiwa/Km², kemudian di Kelurahan Kuta dan Legian sebesar 1.453 jiwa/Km² dan 1.098 jiwa/Km².

Tabel 4.2.
Distribusi Jumlah Penduduk Kawasan SAMIGITA Tahun 2008

No	Kelurahan	Luas Wilayah (Km ²)	Jumlah Penduduk	Kepadatan/Km ²
1	Seminyak	2,06	5.271	1.588
2	Legian	3,05	4.350	1.098
3	Kuta	7,82	12.360	1.453

Sumber : Kuta Dalam Angka, BPS (2008)

4.4. Kondisi Eksisting Sistem Pengendali Banjir dan Sistem Drainase

➤ Sistem Pengendali Banjir

1. Sistem Drainase Makro

Sistem Sungai / Tukad Mati

Sistem jaringan drainase makro di wilayah Kuta merupakan bagian dari sistem Tukad Mati yang merupakan gabungan antara sungai-sungai alamiah (Tukad Mati, Tukad Teba, Tukad Muding, dan Pangkung pada DAS Tukad Mati) dan beberapa bekas saluran irigasi. Beberapa saluran irigasi tersebut berasal dari Bendung Mambal dan di beberapa tempat jaringan irigasi tersebut keluar dari sistem Tukad Mati melalui sungai-sungai kecil yang bermuara di Pantai Petitenget sampai dengan Seminyak.

Karakteristik Fluvial Sistem Sungai Tukad Mati

Kemiringan rata-rata daerah pengaliran sebesar 1 % dan elevasi permukaan pada bagian hulu mempunyai ketinggian ± 120 m dpl dan panjang pengaliran mencapai ± 10 km dari muara sungai. Lebar sungai berkisar 5 m di bagian hulu dan 15 m di bagian hilir.

Daerah Tangkapan Air (catchment area)

Daerah tangkapan air (catchment area) dari sistem Tukad Mati memerlukan uraian yang terdiri dari Sungai/Tukad Mati dalam konteks sistem sungai secara alamiah ditambah dengan saluran irigasi dari Bendung Mambal yang secara drastis meningkatkan *coverage* dari daerah tangkapan airnya.

Penggunaan Lahan di Daerah Tangkapan Tukad Mati

Penggunaan lahan di daerah tangkapan air Sungai/Tukad Mati meliputi persawahan di daerah hulu dan penggunaan lahan lingkungan perkotaan di daerah hilir. Penggunaan lahan di bagian hulu masih masih mempunyai koefisien bangunan yang ideal untuk memberikan efek peredam koefisien *run-off* yang baik. Dari Jalan Gunung Agung kondisi ideal ini menurun, bahkan pada beberapa bagian bantaran sudah dipadati dengan pemukiman dan penggunaan lahan lainnya.

Permasalahan Sistem Sungai / Tukad Mati

- Kurangnya sistem pengendali banjir pada sistem Sungai/Tukad Mati.
- Kecendrungan pertumbuhan daerah perkotaan ke arah hulu.
- Kurangnya pencatatan tinggi muka air pada bendung-bendung yang ada.

2. Sistem Drainase Mikro

Daerah depresi

Daerah depresi yang terdapat di wilayah studi : sekitar Jalan Popies I, Jalan Popies II, Jalan Patimura dan daerah Basangkasa. Profil muka tanah di daerah studi yang kurang menguntungkan menimbulkan kesulitan dalam pemecahan pematasan.

Daerah genangan

Akibat dari adanya daerah depresi yang ditambah dengan buruknya penanganan drainase, timbul genangan di beberapa tempat yang cukup mengganggu. Genangan-genangan banjir muncul akibat limpasan langsung dari jalan yang tidak dapat langsung masuk ke saluran melalui inlet drainase dan akibat tersumbatnya saluran oleh endapan sedimen.

Permasalahan

- Adanya beberapa daerah depresi di kawasan Kuta
- Kurangnya pemeliharaan dan perawatan saluran drainase
- Masih terdapat penyatuan dengan air limbah bekas cuci

➤ Saluran Drainase

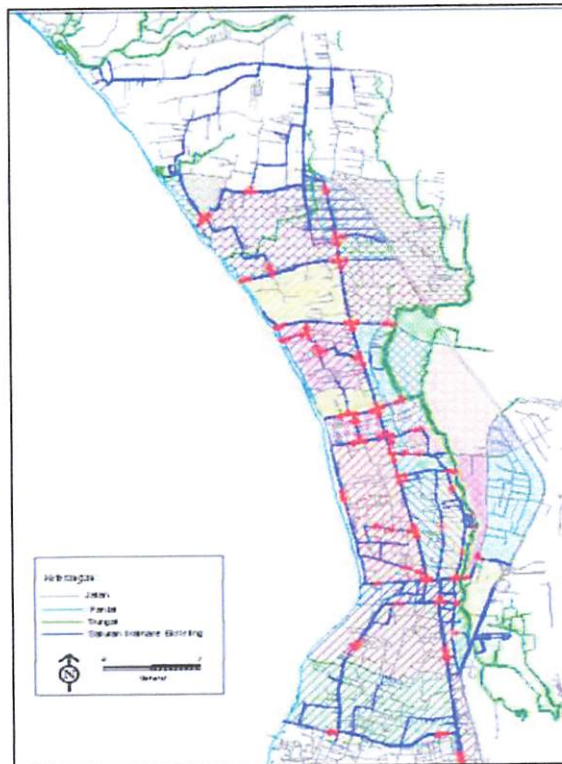
Secara umum sistem drainase didaerah studi masih menggunakan sistem drainase gabungan (mix drain), dimana pembuangan air limbah atau air kotor dan air hujan disalurkan melalui satu saluran. Jenis saluran drainase yang digunakan pada kawasan studi sebagian besar jenis saluran yang telah berusia lebih dan 15 tahun.

Saluran yang ada sebagian besar dimanfaatkan untuk saluran pembuangan rumah tangga, hotel dan restoran, yang berarti bahwa fungsi saluran kota sebagai mix drain telah sesuai dengan kebutuhan masyarakat. Akan tetapi, disisi lain keberadaan saluran drainase juga menimbulkan genangan air. Salah satu penyebabnya adalah sistem saluran yang kurang sempurna, proses sedimentasi dan penyumbatan akibat sampah. Tinggi genangan mencapai 100 cm dengan lama

genangan sampai 1 minggu. Untuk itu perlu diadakan evaluasi dan pengembangan terhadap sistem drainasenya guna mengatasi masalah tersebut diatas.

4.4.1. Batasan Catchment Area

Dalam penyusunan sistem drainase dan catchment area Kawasan SAMIGITA diusahakan sedemikian rupa agar sistem yang direncanakan tetap menggunakan sistem aliran secara gravitasi. Hal ini didasarkan pada pertimbangan terhadap kesulitan-kesulitan dalam operasional dan pemeliharaan yang akan dihadapi apabila sistem yang dilaksanakan harus menggunakan alat bantu pompa dan lagoon yang tentunya memerlukan penanganan secara khusus dalam pengoperasiannya. Batasan catchment area pada kawasan Kuta dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.6.
Batasan Cathment Area Kawasan Kuta

4.4.2. Pola Aliran Saluran Eksisting

Dengan adanya penetapan sistem dan *catchment area* seperti diuraikan pada bagian sebelumnya tentunya akan menambah beban aliran yang diterima oleh Tukad Mati. Hal tersebut dikarenakan bahwa dari keseluruhan 14 *Outfall*,

10 diantaranya diarahkan ke Tukad Mati. Ke 10 *Outfall* yang menuju Tukad Mati adalah sebagai berikut:

- *Outfall* Jembatan Raya Kuta Sebelah Utara
Outfall ini melayani beberapa *catchment area* yaitu *catchment* daerah Melasti, daerah Benesari dan Poppies (16), daerah Legian Sebelah barat (17), daerah Legian sebelah timur (18), daerah Majapahit bagian selatan (20), serta daerah Legian – Sriwijaya (12).
- *Outfall* Jembatan Raya Kuta Sebelah Selatan
Outfall ini melayani beberapa *catchment area* yaitu *catchment* daerah Kuta Square (21) dan daerah antara Jl. Raya Kuta – Jl. Kalianget (22).
- *Outfall* Jembatan Kalianget (Lap. Samudra)
Outfall ini melayani beberapa *catchment area* yaitu *catchment* daerah Dewi Sartika bagian utara (23), daerah Kubu Anyar bagian utara (26), daerah sekitar Jl. Kalianget (24), daerah Dewi Sartika bagian selatan (28) serta daerah Kubu Anyar dan Kediri bagian selatan (27).
- *Outfall* Patimura
Outfall ini melayani beberapa *catchment area* yaitu *catchment* daerah Majapahit bagian utara (19), dan daerah antara Patih Jelantik – Patimura (15).
- *Outfall* Patih Jelantik
Outfall ini hanya melayani satu *catchment area* saja yaitu *catchment* daerah Lapangan Trisakti (14).
- *Outfall* Depan Kantor Kelurahan Legian
Outfall ini hanya melayani satu *catchment area* saja yaitu *catchment* daerah sekitar kantor Kelurahan Legian (13).
- *Outfall* Padma Timur
Outfall ini beberapa *catchment area* yaitu saja yaitu *catchment* daerah antara Jl. Nakula sampai dengan Jl. Padma Timur (8) dan daerah sekitar Jl. Padma Utara (10).

- *Outfall* Nakula
Outfall ini hanya melayani sebagian *catchment area* (6) saja yaitu *catchment* daerah sekitar Jl. Baik-baik antara Jl. Plawa sampai dengan daerah di sebelah utara Jl. Nakula.
- *Outfall* Sunset Road
Outfall ini melayani beberapa *catchment area* yaitu *catchment* daerah Kunti (4) serta daerah antara Jl. Kunti dengan Jl. Plawa (5).
- *Outfall* Rencana LC Nakula
Outfall ini hanya melayani sebagian *catchment area* (6) saja yaitu *catchment* daerah Legian antara Jl. Plawa sampai dengan daerah di sebelah utara Jl. Nakula

Sedangkan untuk *Outfall* yang menuju ke laut sejumlah 4 (empat) *Outfall* yaitu:

- *Outfall* Selatan Peti Tenget
Outfall ini melayani beberapa *catchment area* yaitu *catchment* daerah Oberoi (1), daerah Lasmana bagian utara (2).
- *Outfall* Abimanyu
Outfall ini hanya melayani satu *catchment area* saja yaitu *catchment* daerah antara Jl. Lasmana sampai dengan daerah sebelah utara Jl. Abimanyu (3).
- *Outfall* Jl. Arjuna
Outfall ini hanya melayani satu *catchment area* saja yaitu *catchment* daerah antara Jl. Abimanyu sampai dengan bagian utara Jl. Arjuna (7).
- *Outfall* Gg. Matahari Werkudara
Outfall ini hanya melayani satu *catchment area* saja yaitu *catchment* daerah sekitar Jl. Werkudara (9).



Gambar 4.7.
Outfall Kawasan Kuta

Untuk lebih jelas tentang kondisi eksisting saluran drainase kawasan Kuta, dapat dilihat pada gambar 4.8.

4.4.3. Identifikasi Banjir Dan Potensi Banjir

Informasi daerah genangan dan banjir diperoleh dari Kepala Desa atau Kelurahan, Kaur Pembangunan dan Kepala Lingkungan. Informasi awal sangat penting untuk ditindaklanjuti secara detail dan permasalahan yang ada dapat digali lebih mendalam melalui kegiatan survey lapangan.

Lokasi titik rawan banjir yang ada di kawasan Kuta ini adalah :

- Kelurahan Seminyak

Pola aliran yang terdapat di sebelah barat kelurahan Seminyak belum tertata dengan baik, demikian juga yang terdapat di sebelah timur Jl. Sunset road. Pada wilayah ini penyediaan fasilitas prasarana drainase sangat kurang sehingga banjir / genangan masih terjadi pada setiap musim hujan. Titik rawan banjir yang terdapat di wilayah ini adalah:

- ✓ Depan Kantor Lurah Seminyak
- ✓ Jl. Raya Basangkasa
- ✓ Depan pompa bensin Jl. Kunti
- ✓ Pangkung Kedampang
- ✓ Jl. Laksmana (depan Hotel Oberoi)

- Kelurahan Legian

Permukaan lahan yang terdapat di sebelah timur Legian dari Jembatan Nakula keselatan merupakan daerah yang relatif datar sehingga menyulitkan pengaliran ke Tukad mati. Adanya daerah punggung pada sebelah timur Jl. Legian seperti Jl. Sriwijaya dan Jl. Patimura, sehingga pengaliran ke timur menuju Tukad Mati menjadi terhalang. Titik rawan banjir yang terdapat di wilayah ini adalah :

- ✓ Pertigaan Jl Legian – Jl. Patih Jelantik
- ✓ Jl. Patih Jelantik (tikungan setra)
- ✓ Jl. Padma Barat (Hotel Mandira Bali P)
- ✓ Jl. Padma Utara
- ✓ Jl. Benesari
- ✓ Tikungan hotel Legian Beach
- ✓ Gang Abdi Padma utara
- ✓ Depan Puri Naga (Jl. Duoble Six)
- ✓ Pertigaan Jl Arjuna-Jl Werkudara
- ✓ Jl. Dewi Sri
- ✓ L.C Legian

- **Kelurahan Kuta**

Wilayah ini memiliki kemiringan yang relatif datar dan beberapa titik lokasi merupakan daerah depresi sehingga sangat berpotensi terjadinya banjir. Saluran dengan kemiringan yang rendah akan memerlukan pemeliharaan saluran yang rutin. Ada beberapa titik lokasi banjir yang terdapat di wilayah Kelurahan Kuta :

- ✓ Komplek Nyangnyang / Sadasari sebelah barat Bank Mandiri
- ✓ Sebelah timur Hero Honda
- ✓ Jl. Kendedes
- ✓ Jl. Kediri (tertutupnya drain inlet)
- ✓ Jl. Kubuanyar
- ✓ Jl. Dewi Sartika (tikungan)
- ✓ Depan BCA Jl. Raya Kuta

Untuk lebih jelasnya tentang daerah yang berpotensi banjir atau terjadi genangan air, dapat dilihat pada gambar 4.9.

BAB V

ANALISA DATA

5.1. Sistem Drainase Eksisting

Tinjauan cakupan daerah tangkapan pengaliran pada sistem drainase kawasan Kuta adalah *cathment area* Tukad Mati bagian atas (*upper* Tukad Mati). Penanganan sistem drainase mikro (kawasan Kuta) harus sejalan dengan sistem drainase makro (Tukad Mati), karena keduanya merupakan satu kesatuan sistem. Untuk menggambarkan kondisi sistem drainase Kuta saat ini, analisa dilakukan berdasarkan sistem jaringan drainase makro dan mikro.

5.1.1. Sistem Drainase Makro

- Saluran Pembuangan Utama Tukad Mati

Saluran pembuang utama pada sistem drainase Kuta adalah Tukad Mati. Tukad Mati merupakan gabungan antara sungai-sungai alamiah seperti Tukad Mati, Tukad Teba, Tukad Muding dan beberapa pangkung (empang) pada daerah aliran sungai Tukad Mati dan beberapa saluran pembuang irigasi. Saluran pembuang irigasi yang mempengaruhi besarnya aliran Tukad mati diantaranya saluran pembuangan irigasi desa Penarungan sampai desa Kapal, saluran pembuang irigasi desa Ubung (intake Mertagangga) dan saluran pembuang irigasi desa Kerobokan. Pada beberapa tempat, jaringan irigasi tersebut keluar dari sistem Tukad Mati melalui sungai-sungai kecil yang bermuara di pantai Petitengget sampai Seminyak.

Dari gambaran diatas menunjukkan bahwa tinjauan hidrologi Tukad Mati harus memperhitungkan DAS Tukad Mati secara alamiah ditambah dengan suplai air irigasi yang berasal dari intake Mambal yang secara drastis dapat meningkatkan cakupan dari daerah tangkapan airnya. Pada sistem Tukad Mati secara alamiah terdapat beberapa bendungan diantaranya bendungan Lange (desa Monang-maning), bendungan Uma Dwi, bendungan Tegeh dan bendungan Ulun Tanjung. Sistem drainase makro dapat dilihat pada Gambar 4.5.

Ket : Tukad = Sungai

- Intake Mambal

Bendungan Mambal merupakan salah satu bendungan yang ada di alur Sungai Ayung yang menyuplai air irigasi untuk daerah Denpasar maupun daerah Badung. Suplai air yang berasal dari intake Mambal sangat mempengaruhi debit aliran sungai Tukad Mati dan Tukad Badung karena saluran pembuang irigasi menuju kedua sungai tersebut. Berdasarkan informasi dari petugas pengamat, intake Mambal mengalirkan debit sebesar 8 m³/dt.

- Daerah Tangkapan Air (*cathment area*)

Kajian daerah tangkapan air (*cathment area*) dari Tukad Mati memerlukan uraian yang terdiri dari daerah tangkapan air Tukad Mati secara alamiah dan ditambah dengan suplai debit dari intake Mambal. Daerah aliran sungai Tukad Mati secara alamiah mempunyai daerah tangkapan air sekitar ± 36,898 km², yang membentang dari kelurahan Sempidi sampai dengan muara sungai di Teluk Benoa yang berdampingan dengan Tukad Badung. Dalam hubungannya dengan saluran irigasi dari intake Mambal dan beberapa saluran pembuangan irigasi mempunyai pengaruh yang cukup signifikan terhadap penambahan daerah tangkapan air yang dimulai dari desa Penarungan – desa Kapal – sampai hulu DAS Tukad Mati. Dengan adanya suplai air dari intake Mambal, sistem *terminology* Tukad Mati dapat dibagi menjadi 3 (tiga) bagian :

- Tukad Mati Atas (*Upper* Tukad Mati)

Sistem ini meliputi saluran pembuangan irigasi desa Penarungan – desa Kapal dan intake Mambal. Daerah tangkapan air ini meliputi daerah irigasi desa Penarungan – desa Kapal sampai hulu DAS Tukad Mati di wilayah desa Sempidi.

- Tukad Mati Bawah (*Lower* Tukad Mati)

Tukad Mati bawah yang merupakan sistem Sungai Tukad Mati secara alamiah.

- Muara Tukad Mati

Pengaliran di bagian muara Sungai Tukad Mati sangat dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Aliran balik (*back water*) akibat muka air

pasang laut sangat mempengaruhi sistem pengaliran drainase mikro kawasan Kuta terutama bagian hilir.

- Genangan Banjir

Penampang Tukad Mati dari hulu sampai hilir mempunyai lebar yang tidak teratur terutama pada bagian hilir dan hal ini sangat berisiko terjadinya banjir atau luapan air yang menggenangi pemukiman dan prasarana lainnya, hal ini disebabkan karena faktor aliran balik (*back water*) pada bagian hilir. Lembah sungai Tukad Mati memiliki profil penampang yang cukup dalam dan lebar pada bagian hulu sampai dengan Jl. Gunung Agung. Sedangkan bagian dari Jl. Gunung Agung sampai ke hilir mempunyai profil penampang sempit dan dangkal. Terbatasnya lembah banjir (*floodplain*) di bagian hilir disebabkan karena daerah *floodplain* sudah beralih fungsi menjadi pemukiman dan hampir tidak ada sempadan sungai. Menyempitnya daerah lembah banjir (*floodplain*) bagian hilir menyebabkan kapasitas aliran Tukad Mati di bagian hilir sangat terbatas.

- Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan di bagian atas Tukad Mati (*upper* Tukad Mati) yang meliputi persawahan dan permukiman pedesaan. Namun perkembangan saat ini di wilayah desa Sempidi digunakan sebagai pusat pemerintahan Kabupaten Badung dan hal ini akan berdampak pada penyediaan prasarana pendukungnya yang memerlukan lahan yang tidak sedikit. Perubahan tata guna lahan di bagian hulu akan mempunyai dampak yang cukup berat terhadap beban limpasan yang diterima Tukad Mati, sedangkan kapasitas di bagian hilir Tukad Mati sangat terbatas.

Penggunaan lahan bagian hilir merupakan daerah perkotaan dan kondisi ini sangat berpengaruh terhadap nilai koefisien *run-off*. Kondisi ideal ini semakin menurun dari Jl. Gatot Subroto ke hilir dan beberapa lokasi bantaran sungai sudah dipadati pemukiman dan berbagai penggunaan lahan.

- Hidrometri

Pencatatan tinggi muka air sungai yang berpengaruh terhadap Tukad Mati hampir sebagian besar belum terdata dengan baik. Berdasarkan pengamatan di

lapangan pencatatan tinggi muka air yang ada di Bendungan Kapal sudah baik, tetapi pada bagian aliran Tukad Mati bawah tampaknya tidak sebaik keadaan Bendungan Kapal. Hidrometri yang ada pada aliran Tukad Mati harus ditangani dengan baik karena daerah yang dilindungi merupakan daerah yang sangat strategis yakni sebagai Kota Provinsi (Denpasar) dan daerah tujuan pariwisata internasional yakni Kuta sendiri.

Sumber : Survei Lapangan

5.1.2. Sistem Drainase Mikro

Penataan sistem dan pembagian *catchment area* berdasarkan pada pengaliran saluran drainase dengan mengoptimalkan sistem aliran secara gravitasi (DED Drainase, 2003). Dengan adanya penetapan sistem dan *catchment area* seperti diuraikan pada bagian sebelumnya tentunya akan menambah beban aliran yang diterima oleh Tukad Mati. Hal tersebut dikarenakan bahwa dari 14 *outfall*, 10 diantaranya diarahkan ke Tukad Mati (gambar 4.6). Sistem jaringan saluran drainase yang sudah terbentuk adalah sebagai berikut :

1. Saluran drainase Jl. Sunset Road (Saluran 1, 3 dan 4)

Untuk saluran 1 melayani *catchment area* untuk Jl. Basangkasa dan Jl. Taman Kertanadi, saluran 3 melayani *catchment area* untuk Jl. Plawa dan saluran 4 *catchment area* untuk Jl. Tagtag.

2. Saluran Jl. Kunti – Jl. Sunset Road (Saluran 2)

Saluran drainase ini melayani daerah Jl. Kunti, serta daerah antara Jl. Kunti dengan Jl. Plawa.

3. Saluran Jl. Werkudara (Saluran 5)

Saluran ini melayani *catchment area* untuk Br. Basangkasa, dimana pada daerah ini terdapat SDN 03 Kuta dan beberapa hotel seperti Jayakarta Hotel dan Bali Niksumo Hotel.

4. Saluran Jl. Dewi Sri (saluran 6a)

Saluran ini hanya melayani *catchment area* Jl. Dewi Sri saja.

5. Saluran Jl. By Pass Ngurah Rai (Saluran 7)

Saluran ini melayani *catchment area* Jl. By Pass Ngurah Rai dan beberapa daerah di Kota Denpasar.

6. Saluran Jl. Abian Base (Saluran 6b dan Saluran 8)

Saluran ini melayani *catchment area* Jl. Abian Base dan daerah Br. Abian Base.

7. Saluran Jl. Majapahit (Saluran 9a, 9b dan Saluran 11)

Saluran ini melayani *catchment area* Jl. Majapahit - daerah Br. Pelasa – Br. Pamaron sampai Br. Temacun.

8. Saluran Jl. Legian (Saluran 10)

Saluran ini melayani *catchment area* Br. Legian Kelod - daerah Br. Pengabetan sampai daerah Jl. Pantai Kuta.

9. Saluran drainase Jl. Raya Kuta (Saluran 12)

Saluran sekunder melayani pembuangan air hujan yang berasal dari daerah Melasti, Benesari, Poppies, daerah sebelah barat Legian, daerah timur Legian, daerah bagian selatan Jl. Majapahit serta daerah Legian – Sriwijaya.

10. Saluran Jl. Singosari - Jl. Kalianget (Saluran 13, 16, 17 dan Saluran 18)

Outfall saluran sekunder ini berada di jembatan Kalianget (Lapangan Samudra). Saluran ini melayani beberapa sub *catchment area* seperti ; daerah Jl. Dewi Sartika, daerah sekitar Kalianget dan Jl. Kediri bagian selatan.

11. Saluran Bakungsari (Saluran 14)

Saluran ini melayani *catchment area* Jl. Bakungsari – Jl. Kahuripan dan daerah Br. Jaba Jero.

12. Saluran Kubuanyar (Saluran 15)

Saluran ini melayani *catchment area* Br. Anyar

Pola aliran saluran drainase eksisting kawasan Kuta dapat dilihat pada Gambar 4.7.

Sumber : Survei Lapangan

5.2. Analisa Hidrologi

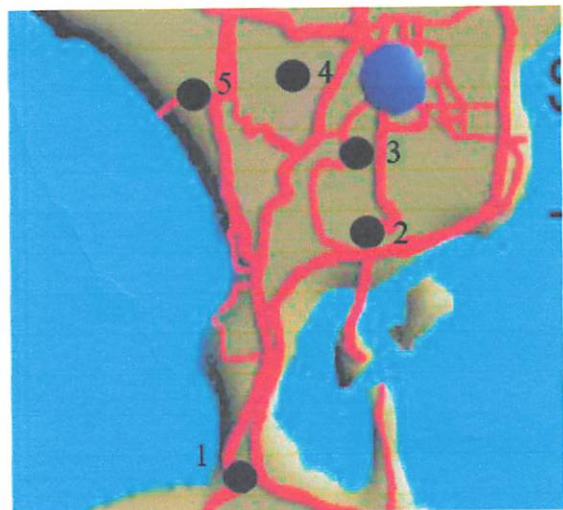
5.2.1. Curah Hujan Rata-rata (R)

Curah hujan yang diperlukan untuk mengetahui besarnya banjir di daerah studi adalah curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan yang dinyatakan dalam satuan mm. Perhitungan hujan rata-rata dilakukan dengan menggunakan cara rata-rata aljabar, hal ini disebabkan jumlah stasiun penakar hujan yang terbatas dan daerah yang relatif datar, sehingga dengan cara ini diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih baik apabila terjadi kesalahan pendataan curah hujan.

Penentuan curah hujan rata-rata daerah mengambil dari data stasiun penakar hujan yang terdapat disekitar daerah studi yaitu stasiun Abiansemal, stasiun Ngurah Rai, stasiun Kapal, stasiun Sanglah dan stasiun Sumerta (gambar 5.1). Dengan periode pengamatan selama 10 tahun dari tahun 1999 sampai tahun 2008 (data pada lampiran). Untuk lebih lengkap mengenai perhitungan curah hujan maksimum harian rata-rata dengan metode rata-rata aljabar (rumus 2-1) adalah sebagai berikut :

Keterangan :

1. Stasiun Ngurah Rai
2. Stasiun Sanglah
3. Stasiun Sumerta
4. Stasiun Abiansemal
5. Stasiun Kapal



Gambar 5.1.
Stasiun Hujan Daerah Studi

Tabel 5.1.
Hujan Harian Rata-rata Stasiun Ngurah Rai (445b)

Posisi : 08° 45' S – 115° 10' E
Tinggi : 3 meter

Bulan	Bulan												Total (mm)	Hujan Harian Rata-rata (mm)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des		
	595	300	459	397	50	97	32	1	10.2	203	204	502	2849,2	23,4
	377	459	399	442	301	47	45	-	3	142	349	25	2590	215,8
	567	215	166	69	6	139	13	1	3	85	30	328	1623	135,3
	326	406	73	36	10	-	6	1	2	0.7	95	210	1164.7	97.1
	639	218	131	168	72	11	4	10	98	10	169	378	1908	159
	167	279	230	48	147	19	41	4	16	4	100	312	1367	114
	287	105	170	177	16	28	14	59	1	204	122	306	1489	124.1
	375	287	388	221	51	15	2	7	-	1	10	131	1487	124
	215	165	359	344	20	31	3	40	1	78	76	652	1984	165.3
	319	453	268	95	65	25	9	1	48	4	90	280	1655	138

Sumber : Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar

Keterangan : (-) = tidak ada hujan

Tabel 5.2.
Hujan Harian Rata-rata Stasiun Sanglah (445d)

Posisi : 08° 40' 58"S – 115° 12' 36"E
Tinggi : 15 meter

Bulan	Bulan												Total (mm)	Hujan Harian Rata-rata (mm)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des		
	513	378	509	448	6	84	12	4	2	317	294	456	3020,9	251,7
	286	486	375	411	240	14	51	5	3	346	392	45	2655,4	221,3
	497	238	167	103	4	112	3	2	3	116	287	383	1913,8	159,5
	300	425	44	48	1	8	21	7	10	-	197	264	1324	110,3
	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
	149	304	219	36	325	6	44	10	1	24	148	315	1579,8	132
	381	174	150	212	8	9	12	31	4	230	216	466	1893	158
	466	195	301	173	77	15	7	10	-	35	34	133	1445,7	120,5
	120	73	381	97	25	20	5	18	-	44	266	437	1486,7	124
	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

Keterangan : (-) = tidak ada hujan

Tabel 5.3.
Hujan Harian Rata-rata Stasiun Sumerta (445)

Posisi : 08° 38' 18"S – 115° 13' 24"E
Tinggi : 40 meter

un	Bulan												Total (mm)	Hujan Harian Rata-rata (mm)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des		
	513	424	435	412	5	48.5	11	7	-	370	231	320	2776,5	231,4
	303	503	277	476	193	21	-	-	2	287	423	26.5	2511,5	209,3
	355	308	264	50	13	95	-	-	5	167	163.5	394	1814,5	151,2
	323	497	59.5	97.5	-	27	5.5	6	5	-	392	361	1773,5	147,8
	846	319	230	277	34	21	-	-	126	17	144	426	2437,5	203,1
	125	564	268	-	320	-	100	-	-	143	215	86	1820	152
	357	248	191	90	-	20	52	31	21	197	197	454	1856	155
	586	136	302	340	82	20	9	4	-	2	61	35	1577,3	131,4
	233	174	521	46	-	31	-	-	-	-	203	315	1522,5	127
	322	380	372	57	142	-	-	-	65	289	189	186	2000	167

Sumber : Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar

Keterangan : (-) = tidak ada hujan

Tabel 5.4.
Hujan Harian Rata-rata Stasiun Abiansemal (440a)

Posisi : 08° 31' 04"S – 115° 12' 30"E
Tinggi : 191 meter

1	Bulan												Total (mm)	Hujan Harian Rata-rata (mm)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des		
	287	165	236.1	236.3	-	41.8	40.2	31.2	5.6	389.4	335.4	283.2	2051,2	171
	231.9	216.5	196	181	118.2	121	11.5	17.5	15	340	291.1	24	1763,7	147
	245.6	225.6	200.4	53.2	14.5	60.8	-	-	66	270.8	160.8	491.5	1789,2	149,1
	364	519.2	256.5	90.5	76.5	53.5	17.5	20	52.2	1	105.5	331	1887,4	157,2
	883	125	206	253.5	132.5	32	81.5	3.5	119.5	480.5	358	212	2887	240,6
	323	638.5	356.5	4	216	8.5	-	3	58	48	421.2	144	2220,7	185
	286.5	150.5	172.5	106.5	-	21	119	64	298	279	273	647	2417	201,4
	434	279	279	440	226	256	38	14	68	108	138	259	2539	211,6
	118	182	353	236	49	382	58	82	11	49	211	612	2343	195,6
	237	292	340	187	145	28	1	84	133	284	259	193	2183	182

Sumber : Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar

Keterangan : (-) = tidak ada hujan

Tabel 5.5.
Hujan Harian Rata-rata Stasiun Kapal (440g)

Posisi : 08° 34' 42"S – 115° 11' 01"E
Tinggi : 250 meter

n	Bulan												Total (mm)	Hujan Harian Rata-rata (mm)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des		
	370	391	222	161	59	35	24	19	7	158	219	254	1919	160
	Rusak												-	-
	473.5	277	279	119	12	237	-	-	-	302	411.5	185	2296	191,3
	294.1	532	57	170	-	-	-	31	-	-	-	-	1084,1	90,3
	1005	450	193	204	67	23	-	-	102	105	268	716	3130,5	260,8
	214	322	284	204	180	7	-	-	-	-	-	147	1357	113
	444	151	136	204	-	1	77	92	425	208	171	781	2688,9	224
	495	173	391	80	89	175	274	13	-	30	86	13	1818,5	151,5
	316	47	216	157	193	128	-	47	-	96	247	453	1900	158,3
	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 5.7 diatas, 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 2-6 *Normal Ratio Method* (Linsley, Kohler dan Paulhus, 1958) dengan memperhitungkan data curah hujan stasiun-stasiun yang berdekatan.

Diketahui :

- Total hujan tahunan normal pada stasiun terdekat (N_x) : 1763,7 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 tahunan normal pada stasiun A (N_a), B (N_b), C (N_c) :
 N_a : 1763,7 mm (stasiun Abiansemal)
 N_b : 2511,5 mm (stasiun Sumerta)
 N_c : 2655,4 mm (stasiun Sanglah)

Maka :

$$\begin{aligned}
 P_x \text{ (Januari)} &= \frac{1}{n} \left[\frac{N_x \cdot P_a}{N_a} \right] + \left[\frac{N_x \cdot P_b}{N_b} \right] + \left[\frac{N_x \cdot P_c}{N_c} \right] \\
 &= \frac{1}{12} \left[\frac{1763,7 \times 231,9}{1763,7} \right] + \left[\frac{1763,7 \times 303}{2511,5} \right] + \left[\frac{1763,7 \times 286}{2655,4} \right] \\
 &= 418,2
 \end{aligned}$$

Perbaikan data curah hujan yang hilang dapat dilihat pada tabel 5.8 berikut :

Tabel 5.6.
Perbaikan Data Curah Hujan Yang Hilang Untuk Stasiun Kapal

n	Bulan												Total (mm)	Hujan Harian Rata-rata (mm)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des		
	370	391	222	161	59	35	24	19	7	158	219	254	1919	160
	418,2	694,1	459,9	622,3	304,8	34,1	34,8	4,8	4,6	459,7	581,7	50,5	3669,6	305,8
	473,5	277	279	119	12	237	-	-	-	302	411,5	185	2296	191,3
	294,1	532	57	170	-	-	-	31	-	-	-	-	1084,1	90,3
	1005	450	193	204	67	23	-	-	102	105	268	716	3130,5	260,8
	214	322	284	204	180	7	-	-	-	-	-	147	1357	113
	444	151	136	204	-	1	77	92	425	208	171	781	2688,9	224
	495	173	391	80	89	175	274	13	-	30	86	13	1818,5	151,5
	316	47	216	157	193	128	-	47	-	96	247	453	1900	158,3
	396	477	737	52	29	17	15	11	142	210	275	175	2534,7	211,2

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan : (-) = tidak ada hujan

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 sebagai berikut :

Tabel 5.7.
Hujan Maksimum Rata-rata Setiap Stasiun Selama 10 Tahun

Tahun	Stasiun					Total (mm)	Curah Hujan Rata-rata (mm)
	Ngurah Rai	Sanglah	Sumerta	Abiansemal	Kapal		
1999	237.4	251.7	231.4	171	160	1051,5	210,3
2000	215.8	221.3	209.3	147	305,8	1099,2	219,8
2001	135.3	159.5	151.2	149.1	191.3	786,4	157,3
2002	97.1	110.3	147.8	157.2	90.3	602,7	120,5
2003	159	196	203.1	240.6	260.8	1059,5	211,9
2004	114	132	152	185	113	696	139,2
2005	124.1	158	155	201.4	224	862,5	172,5
2006	124	120.5	131.4	211.6	151.5	739	147,8
2007	165.3	124	127	195.6	158.3	770,2	154
2008	138	155.5	167	182	211.2	853,7	170,7

Sumber : hasil perhitungan

5.2.2. Perhitungan Curah Hujan Rancangan

5.2.2.1. Perhitungan Curah Hujan Rancangan Metode Gumbel

Dalam perhitungan curah hujan rancangan dipakai metode E.J. Gumbel. Gumbel menggunakan teori harga ekstrim untuk menunjukkan bahwa dalam deret harga-harga ekstrim $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, dimana sample-sampelnya sama besar, dan X merupakan variable distribusi eksponensia, maka probabilitas kumulatifnya P dalam sembarang harga diantara n buah harga X_n akan lebih kecil dari harga X tertentu (dengan waktu balik T_r), mendekati.

Adapun rumus E.J. Gumbel (rumus 2-7) adalah :

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

Untuk perhitungan curah hujan rancangan wilayah SAMIGITA adalah sebagai berikut :

Tabel 5.8.
Perhitungan Dengan Metode E.J.Gumbel

Tahun	Hujan Maksimum Rata-rata (mm)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
	X_i		
1999	210,3	38,62	1491,5
2000	219,8	60,40	3648,2
2001	157,3	-14,40	207,4
2002	120,5	-51,14	2615,3
2003	211,9	40,22	1617,6
2004	139,2	-32,48	1055,0
2005	172,5	0,82	0,7
2006	147,8	-23,88	570,3
2007	154,0	-17,64	311,2
2008	170,7	-0,94	0,9
Jumlah	1716,8		11517,9
Rata-rata	$n = 10$ =171,68		

Sumber : hasil perhitungan

Berdasarkan data curah hujan harian maksimum tahunan tersebut diatas, dihitung besarnya hujan rencana dengan menggunakan metode Gumbel. Berikut adalah proses penyelesaian besarnya tinggi hujan rencana metode Gumbel.

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

$$\bar{X} = \frac{1716,8 \text{ mm}}{10} = 171,68 \text{ mm}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{11517,9}{10-1}} = 35,77$$

Periode ulang 5 tahun :

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

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

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

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

Dari tabel 1.12 *Reduced Mean Yn* dan tabel 2.13 *Reduced Standard Deviation* (Suripin, 2004) untuk banyaknya data $n = 10$, didapat harga :

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

Sehingga didapat :

$$K = \frac{1,499 - 0,4952}{0,9496} = 1,0581$$

Untuk menentukan kala ulang yang digunakan pada sistem drainase ini dapat memakai pedoman pertimbangan hidroekonomis, yaitu :

1. Besarnya kerugian yang akan diderita kalau bangunan itu rusak oleh banjir dan intensitas terjadinya kerusakan.
2. Umur ekonomis bangunan.
3. Biaya pembangunan.

Dari faktor-faktor diatas, maka didapat $X = \bar{X} + K.S$ pada perhitungan curah hujan kali ini menggunakan periode ulang 5 tahun, dimana pada daerah studi dengan tingkat perkembangan pembangunan kota yang cukup tinggi maka dengan debit banjir rencana 5 tahun masih bisa diterapkan dan dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan pembangunan yang ekonomis, dimana didapat harga $K = 1,0581$. untuk probabilitas 20%, sehingga didapat curah hujan rencana untuk kala ulang 5 tahun sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 X &= \bar{X} + K.Sd \\
 &= 171,68 + 1,0581 \cdot 35,77 \\
 &= 208,51 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

➤ Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi dilakukan untuk mengetahui kebenaran 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.

Contoh perhitungan :

Untuk $m = 1$

$$n = 10$$

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

$$\begin{aligned}
 P &= \left(\frac{1}{10+1} \right) \times 100\% \\
 &= 9,09
 \end{aligned}$$

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5.9.
Perhitungan Nilai Probabilitas Empiris (Pe)

Tahun	Curah Hujan Maksimum Rata-rata (mm)	$Pe = \left(\frac{m}{n+1} \right) \times 100\%$
1999	210,3	9,09
2000	219,8	18,18
2001	157,3	27,27
2002	120,5	36,36
2003	211,9	45,45
2004	139,2	54,55
2005	172,5	63,64
2006	147,8	72,73
2007	154,0	81,82
2008	170,7	90,91

Sumber : hasil perhitungan

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 (Pt) dengan pengujian Smirnov Kolmogorov, dipakai rumus 2-17 :

$$Pt = 1 - e^{-e^{-T}} \times 100\%$$

Contoh perhitungan probability teoritis (Pt) untuk data hujan X = 210,1 mm adalah sebagai berikut :

$$S = 35,77$$

$$\bar{X} = 171,68$$

$$X = \bar{X} + (K.S)$$

$$210,3 = 171,68 + (K \times 35,77)$$

$$K = 1,08$$

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

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

$$1,08 = \frac{Y_t - 0,4952}{0,9496}$$

$$Y_t = 1,52$$

$$Pt = 1 - e^{-e^{-Y_t}} \times 100\%$$

$$Pt = 1 - 2,718^{-2,718^{-1,52}} \times 100\% = -79,36\%$$

Setelah diperoleh nilai Pt maka nilai tersebut diturunkan dari nilai terkecil ke nilai terbesar atau sebaliknya. Untuk hasil lengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.10 berikut :

Tabel 5.10.
Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov (E.J. Gumbel)

Tahun	Curah Hujan	K	Yt	Pe (%)	Pt	Δ Max
1	120,5	-1,43	-0,86	9,09	-8,36	0,73
2	139,2	-0,91	-0,37	18,18	-22,62	-4,43
3	147,8	-0,67	-0,14	27,27	-30,70	-3,43
4	154,0	-0,49	0,03	36,36	-36,78	-0,42
5	157,3	-0,40	0,11	45,45	-39,94	5,52
6	170,7	-0,03	0,47	54,55	-52,54	2,01
7	172,5	0,02	0,52	63,64	-54,08	9,55
8	210,3	1,08	1,52	72,73	-79,36	-6,64
9	211,9	1,12	1,56	81,82	-80,10	1,72
10	219,8	1,69	2,10	90,91	-87,46	3,45

Banyaknya data = 10

Taraf signifikan = 5%

Harga Δ_{cr} = 0,41 (41%)

$\Delta_{maksimum}$ = 31%

$\Delta_{maksimum}$ = 9,55 % \geq 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 :

$$n = 10$$

$$\begin{aligned} K &= 1 + 3,322 \cdot \log n \\ &= 1 + 3,322 \cdot \log 10 \\ &= 1 + 3,322 \cdot 1 \\ &= 5 \text{ kelas} \end{aligned}$$

Pembagian data pengamatan dibagi menjadi 5 sub-bagian, interval peluang $P = 0,20$. Besarnya peluang untuk tiap sub-group adalah :

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

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

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

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%

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

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

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

$$= -0,476$$

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

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

$$= -1,022$$

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

$$= 171,68 + (-1,022 \cdot 35,77)$$

$$= 135,12 \text{ mm}$$

2. Probabilitas 60%

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

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

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

$$= -0,091$$

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

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

$$= -0,426$$

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

$$= 171,68 + (-0,426 \cdot 35,77)$$

$$= 156,44 \text{ mm}$$

3. Probabilitas 40%

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

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

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

$$= 0,672$$

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

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

$$= 0,186$$

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

$$= 171,68 + (0,186 \cdot 35,77)$$

$$= 178,33 \text{ mm}$$

4. Probabilitas 20%

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

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

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

$$= 1,501$$

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

$$= \frac{1,501 - 0,4952}{0,9496}$$

$$= 1,059$$

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

$$= 171,68 + (1,059 \cdot 35,77)$$

$$= 209,56 \text{ mm}$$

Untuk mencari nilai yang diharapkan (EF = *Expected Frequency*) digunakan rumus :

$$EF = \frac{\text{banyaknyadata}(n)}{\text{jumlahkelas}(k)}$$

$$= \frac{10}{5} = 2$$

Nilai yang diambil (OF = *Observed Frequency*) dilihat pada batas kelas atau besarnya curah hujan yang berada didalam batas kelas. Hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel 5.11 berikut ini :

Tabel 5.11.
Perhitungan Uji Chi Square (E.J. Gumbel)

No	Kelas (mm)	EF	OF	(EF-OF) ²
1.	0 – 135,12	2	1	1
2.	135,12 – 156,44	2	3	1
3.	156,44 – 178,33	2	3	1
4.	178,33 – 209,56	2	1	1
5.	> 209,56	2	3	1
Jumlah			10	5

Sumber : hasil perhitungan

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

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

$$\text{Chi square (X}^2\text{)} = \frac{(EF - OF)^2}{EF} = \frac{5}{2} = 2,5$$

Berdasarkan jumlah data (n) = 10 dan taraf signifikan α = 5% maka diperoleh X² = 5,991 (dari tabel 2.1 harga chi square).

Karena nilai X^2 hitung = $2,5 \leq X^2$ tabel = 5,991, maka dapat disimpulkan bahwa data curah hujan tahunan yang dianalisa sesuai dengan Metode Gumble.

5.2.2.2. Perhitungan Curah Hujan Rancangan Metode Log Pearson Type III

Perhitungan curah hujan rancangan dengan metode log pearson type III pada wilayah SAMIGITA sebagai berikut :

Tabel 5.12.
Perhitungan Dengan Metode Log Pearson Type III

Tahun	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan Setelah Diurutkan (X_i)	$\bar{\text{Log X}}$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2$	$(\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3$
1999	210,3	120,5	2,08	0,02216	-0,00330
2000	219,8	139,2	2,14	0,00746	-0,00064
2001	157,3	147,8	2,17	0,00364	-0,00022
2002	120,5	154,0	2,19	0,00179	-0,00008
2003	211,9	157,3	2,20	0,00111	-0,00004
2004	139,2	170,7	2,23	0,00001	0,00000
2005	172,5	172,5	2,24	0,00005	0,00000
2006	147,8	210,3	2,32	0,00862	0,00080
2007	154,0	211,9	2,33	0,00924	0,00089
2008	170,7	232,1	2,37	0,01840	0,00250
Jumlah			22,26	0,07247	-0,00009
Rerata X			2,23	0,00725	-0,00001

Sumber : hasil perhitungan

Perhitungan curah hujan rancangan dengan distribusi Log Pearson Type III dari tabel diatas adalah sebagai berikut :

Logaritma rerata curah hujan (X_i) = 2,23

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

$$= \sqrt{\frac{0,07247}{10-1}} = 0,0897$$

- Koefisien kepengcengan (Cs) = $\frac{n \sum (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$

$$= \frac{10 \times (-0,00009)}{(10-1)(10-2)0,0897^3}$$

$$= -0,018$$

Dengan koefisien kepeccengan $C_s = -0,018$, maka harga K untuk periode ulang T tahun dapat diperoleh dengan interpolasi harga yang terdapat pada tabel 2.3, dimana diperoleh nilai $K = 0,842$. Selanjutnya dengan menerapkan persamaan berikut :

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

Maka curah hujan rancangan dengan kala ulang 5 tahun dengan tingkat probabilitas 20% adalah :

$$\begin{aligned} \text{Log } X &= \text{Log } \bar{X} + S.K \\ \text{Log } X &= 2,23 + (0,0897 \cdot 0,842) \\ &= 2,31 \approx 202,08 \text{ mm} \end{aligned}$$

➤ Uji Kesesuaian Distribusi

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 5.12. sehingga dalam perhitungan probabilitas teoritis (P_t) pada pengujian smirnov kolgomorov didapat dari interpolasi pada tabel C_s (*Coefisien scew*) untuk distribusi Log Pearson type III.

Contoh perhitungan probabilitas teoritis (P_t) untuk data hujan $X = 210,3$ mm adalah sebagai berikut :

$$S = 0,0897$$

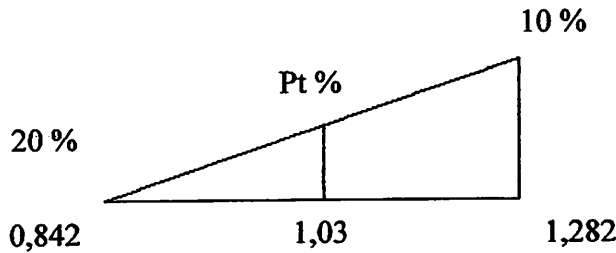
$$\text{Log } \bar{X} = 2,23$$

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

$$2,32 = 2,23 + 0,0897 \cdot K$$

$$K = 1,03$$

Kemudian untuk mencari nilai P_t dapat dilakukan interpolasi antar parameter dibawah ini yang dapat dilihat pada tabel C_s :



Metode Interpolasi :

$$\frac{Pt-10}{20-10} = \frac{1,03-0,842}{1,282-0,842}$$

$$Pt = -5,72 \%$$

Setelah diperoleh nilai Pt maka nilai tersebut diurutkan dari nilai terkecil ke nilai terbesar atau sebaliknya. Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5.13.
Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov
(Log - Pearson Type III)

Tahun	Curah Hujan Setelah Diurutkan (X _i)	Log X	K	Pe (%)	Pt (%)	Δ Max (%)
1	120,5	2,08	-1,66	9,09	-0,02	9,11
2	139,2	2,14	-0,96	18,18	-1,08	19,26
3	147,8	2,17	-0,67	27,27	-4,82	32,09
4	154,0	2,19	-0,47	36,36	-5,72	42,08
5	157,3	2,20	-0,37	45,45	-17,15	62,60
6	170,7	2,20	0,02	54,55	-19,29	73,84
7	172,5	2,23	0,08	63,64	-60,18	123,82
8	210,3	2,24	1,03	72,73	-62,51	135,24
9	211,9	2,32	1,07	81,82	-63,75	145,56
10	219,8	2,33	1,51	90,91	-70,87	161,78

Sumber : hasil perhitungan

Banyaknya data = 10

Taraf signifikan = 5 %

Harga ΔCr = 0,41 (41%)

Δ_{maksimum} = 161,78 %

Δ_{maksimum} ≥ ΔCr = 161,78 % ≥ 41 %, maka data tidak dapat diterima.

b. Uji kesesuaian distribusi dengan Chi Square

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

$$\begin{aligned}
 K &= 1 + 3,322 \cdot \log n \\
 &= 1 + 3,322 \cdot \log 10 \\
 &= 1 + 3,322 \cdot 1 \\
 &= 5 \text{ kelas}
 \end{aligned}$$

Pembagian data pengamatan dibagi menjadi 5 sub-bagian, interval peluang $P = 0,20$. Besarnya peluang untuk tiap sub-group adalah :

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

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

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

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

$$\text{Sub-group 5} = P > 0,80$$

Dimana diketahui $C_s = -0,018$

$$- P = 0,2 ; K = 0,842$$

$$\begin{aligned}
 \text{Log } X &= \text{Log } \bar{X} + S.K \\
 &= 2,23 + 0,0897 \cdot 0,842 \\
 &= 2,30
 \end{aligned}$$

$$X = 199,5 \text{ mm}$$

$$- P = 0,4 ; K = 0,301$$

$$\begin{aligned}
 \text{Log } X &= \text{Log } \bar{X} + S.K \\
 &= 2,23 + 0,0897 \cdot 0,301 \\
 &= 2,26
 \end{aligned}$$

$$X = 182 \text{ mm}$$

$$- P = 0,6 ; K = -0,260$$

$$\begin{aligned}
 \text{Log } X &= \text{Log } \bar{X} + S.K \\
 &= 2,21 + 0,0897 \cdot (-0,260) \\
 &= 2,21
 \end{aligned}$$

$$X = 162,2 \text{ mm}$$

$$- P = 0,8 ; K = -0,841$$

$$\begin{aligned}\text{Log } X &= \text{Log } \bar{X} + S.K \\ &= 2,21 + 0,0897 \cdot (-0,841) \\ &= 2,16 \\ X &= 144,5 \text{ mm}\end{aligned}$$

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 tabel berikut ini :

Tabel 5.14.
Perhitungan Uji Chi Square (Log- Pearson Type III)

No	Kelas (mm)	EF	OF	$(EF-OF)^2$
1.	< 144,5	2	2	0
2.	144,5 – 162,2	2	3	1
3.	162,2 – 182	2	2	0
4.	182 – 199,5	2	0	2
5.	> 199.5	2	3	1
Jumlah			10	4

Sumber : hasil perhitungan

$$\begin{aligned}\text{Derajat bebas (dk)} &= k - m - 1 \\ &= 5 - 4 - 1 = 0\end{aligned}$$

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

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

Dalam pembahasan pemilihan metode distribusi ini, maka dapat disimpulkan metode pemilihan distribusi yang dapat dipakai adalah metode distribusi E.J. Gumbel. Hal ini berdasarkan dari perhitungan uji Smirnov Kolmogorv dan Chi Square metode pemilihan ini dapat diterima.

5.2.3. 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) memerlukan data panjang saluran. Untuk mengetahui panjang saluran drainase eksisting, dapat diketahui dari interpolasi titik koordinat UTM (Universal Tranverse Mecator) pada peta saluran drainase eksisting dengan skala 1 : 30000. Tinggi elevasi pada hulu dan hilir saluran drainase eksisting dapat dicari dengan rumus interpolasi (rumus 2-20):

$$\text{Elevasi} = E_{\text{awal}} + \left(\frac{E_{\text{akhir}} - E_{\text{awal}}}{\text{Jarak } E_{\text{awal}} - E_{\text{akhir}}} \right) \times \text{Jarak } E_{\text{awal}} - \text{titikhulu / hilir}$$

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_{awal} - E_{akhir} : 430,36 m
- Jarak E_{awal} - titik hulu : 264,89 m

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Elevasi} &= E_{\text{awal}} + \left(\frac{E_{\text{akhir}} - E_{\text{awal}}}{\text{Jarak } E_{\text{awal}} - E_{\text{akhir}}} \right) \times \text{Jarak } E_{\text{awal}} - \text{titikhulu / hilir} \\ &= 8,69 + \left(\frac{11,62 - 8,69}{430,36} \times 264,89 \right) \\ &= 10,53 \text{ m} \end{aligned}$$

Titik koordinat hulu dan hilir serta panjang saluran drainase eksisting dapat dilihat pada tabel 5.15.

Tabel 5.15.
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	6,84	876
Jl. Kunti	2	319508,1274	9039076,0229	320010,1866	9039019,0118	8,56	6,84	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	7,11	6,84	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	2860
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

Sumber : Hasil Perhitungan

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 (gambar 5.2), kemudian untuk menentukan nilai intensitas curah hujan (I) menggunakan rumus Mononobe (rumus 2-29) :

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

Contoh perhitungan waktu mulai hujan (T) untuk blok A (saluran 1) :

Diketahui :

- Curah hujan rancangan (R) untuk kala ulang 5 tahun = 208,51 mm
- Panjang saluran (p) = 876 m

$$\begin{aligned} \text{Nilai waktu mulai hujan (T)} &= \frac{0,0195}{60} \times \left[\frac{L}{\sqrt{5}} \right]^{0,77} \\ &= \frac{0,0195}{60} \times \left[\frac{876}{\sqrt{5}} \right]^{0,77} \\ &= 0,032248 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi besarnya intensitas hujan (I)} &= \frac{R}{24} \left(\frac{24}{T_c} \right)^{\frac{2}{3}} \\ &= \frac{208,51}{24} \left(\frac{24}{0,032248} \right)^{\frac{2}{3}} \\ &= 713,48 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.21.

5.2.4. Waktu Konsentrasi (Tc)

Rumus yang digunakan untuk menentukan Tc adalah (rumus 2-31):

$$T_c = T_i + T_f$$

Contoh perhitungan waktu konsentrasi (Tc) untuk blok A (saluran 1) :

Diketahui :

- Elevasi di hulu = 10,53 m
- Elevasi di hilir = 6,84 m
- Panjang (p) = 876 m

$$- T_i = 30 \text{ menit (diasumsikan)}$$

$$- T_f = \frac{L}{60 \cdot v}$$

$$\begin{aligned} \text{Mencari kemiringan saluran (S)} &= \frac{\Delta H}{L} \\ &= \frac{10,53 - 6,84}{876} = 0,004212 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mencari kecepatan aliran (v)} &= 20 \left[\frac{S}{L} \right]^{0,6} \\ &= 20 \left[\frac{0,004212}{876} \right]^{0,6} = 0,012890 \text{ m/dtk} \end{aligned}$$

$$\text{Waktu aliran dari hulu-hilir (Tf)} = \frac{876}{60 \cdot 0,012890}$$

$$= 1133 \text{ menit}$$

$$\text{Jadi waktu konsentrasi (Tc)} = T_i + T_f$$

$$= 30 \text{ menit} + 1133 \text{ menit}$$

$$= 1163 \text{ menit} \approx 19 \text{ jam}$$

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.21.

5.2.5. Perkiraan Puncak Banjir (Q)

5.2.5.1. 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 (rumus 2-35):

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

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

Diketahui :

$$- \text{Luas blok A} = 0,194 \text{ Km}^2$$

$$- \text{Intensitas hujan} = 713,48 \text{ mm/jam}$$

Untuk perhitungan awal perlu diketahui nilai koefisien pengaliran (C) seperti pada tabel 2.3 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 5.16.
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 1 (blok A) dapat dicari dengan rumus rasional :

$$\begin{aligned}
 Qa_1 &= 0,278 \cdot C_{\text{perumahan}} \cdot I \cdot A \\
 &= 0,278 \cdot 0,70 \cdot 713,48 \cdot 0,194 \\
 &= 26,93575 \text{ m}^3/\text{jam} \cdot \text{km}^2 \approx 0,007482 \text{ m}^3/\text{dtk} \cdot \text{km}^2 \\
 Qa_2 &= 0,278 \cdot C_{\text{jalan}} \cdot I \cdot A \\
 &= 0,2758 \cdot 0,95 \cdot 713,48 \cdot 0,194 \\
 &= 36,55565 \text{ m}^3/\text{jam} \cdot \text{km}^2 \approx 0,010154 \text{ m}^3/\text{dtk} \cdot \text{km}^2
 \end{aligned}$$

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.21.

5.2.5.2. Perhitungan Debit Air Kotor (Qd)

5.2.5.2.1. Perkembangan Jumlah Penduduk dan Fasilitas

a. Proyeksi Jumlah Penduduk

Untuk mengetahui proyeksi jumlah penduduk pada tahun yang direncanakan yaitu selama 25 tahun, berdasarkan data yang diperoleh dari kantor BPS kabupaten Badung pada tahun 2007 jumlah penduduk SAMIGITA mencapai ± 21.981 jiwa. Sedangkan pertumbuhan rata-rata penduduk pertahun mencapai 3,1%. Maka untuk perhitungan proyeksi jumlah penduduk sampai tahun 2032 digunakan persamaan eksponensial (rumus 2-36):

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

Sehingga :

$$P_{25} = 21981 \times 2,71828183^{3,125}$$

$$P_{25} = 47711,78557 \text{ jiwa}$$

Jadi jumlah penduduk 25 tahun mendatang, tepatnya pada tahun 2032 diperkirakan sebesar ± 47712 jiwa.

b. Proyeksi Fasilitas

Proyeksi fasilitas digunakan untuk memperkirakan fasilitas di setiap kelurahan sampai dengan periode tahun perencanaan, dalam hal ini jumlah fasilitas untuk 25 tahun ke depan. Proyeksi ini menggunakan pendekatan nilai perbandingan jumlah penduduk tahun proyeksi dengan tahun sekarang yang diasumsikan ekivalen dengan perbandingan jumlah fasilitas tahun proyeksi dengan jumlah fasilitas tahun sekarang.

Sedangkan rumusan sebagai berikut (rumus 2-37) :

$$\frac{X}{Z} = \frac{\sum P_n}{\sum P_o}$$

Contoh Perhitungan Proyeksi Fasilitas pada Fasilitas Pendidikan:

$$\frac{X}{Z} = \frac{\sum P_n}{\sum P_o}$$

$$\frac{X}{13} = \frac{47712}{21981}$$

$$X = 28 \text{ buah}$$

Untuk selanjutnya hasil dari proyeksi fasilitas tersebut dapat diketahui pada tabel 5.17

Tabel 5.17.
Hasil Proyeksi Fasilitas

No	Fasilitas	Tahun	
		2007	2032
1.	Pendidikan	13	28
2.	Kesehatan	52	113
3.	Peribadatan	149	323
4.	Industri / Perkantoran	96	208
5.	Pariwisata	1661	3605
Total		1971	4277

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan data yang terdapat pada tabel 5.19 kemudian dilakukan perhitungan prakiraan pemakaian air bersih untuk fasilitas dengan asumsi (didasarkan literatur) sebagai berikut :

- Pendidikan : 800 l/hari tiap unit
- Kesehatan : 250 l/ hari
- Peribadatan : 1000 l/hari tiap unit
- Perkantoran : 21 l/hari tiap pekerja dengan rata-rata jumlah 20 orang
- Pariwisata : 1000 l/hari

M. Anis, Ahmad dan E. Joe, 1977

Tabel 5.18.

Perhitungan Prakiraan Pemakaian Air Bersih Untuk Fasilitas Tahun 2032

No	Fasilitas	Tahun 2032	Pemakaian Air Bersih (l / hari)
1.	Pendidikan	28	22400
2.	Kesehatan	113	28250
3.	Peribadatan	323	323000
4.	Industri / Perkantoran	208	4368
5.	Pariwisata	3605	3605000
Total		4277	738518

Sumber : Hasil Perhitungan

5.2.5.2.2. Debit Air Buangan

a. Debit Air Buangan Rumah Tangga

Daerah SAMIGITA sebagai daerah studi didominasi oleh perumahan dan hunian sementara seperti penginapan dan hotel, oleh karena itu sistem pembuangan air kotornya bersifat tunggal. Jadi langsung dibuang pada saluran didepan maupun disamping rumah. Kebutuhan air bersih rata-rata dikota besar maupun menengah sebesar 160 lt/jiwa/hari, maka besarnya debit air kotor yang dibuang dapat dihitung dengan rumus :

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

Diketahui :

- Pn = 47712 jiwa
- Qkeb = 160 lt/jiwa/hari $\approx 0,0018518$ lt/dtk/jiwa
- A = 1293 ha $\approx 12,93$ km²

Maka :

$$\begin{aligned}
 Q_d &= \frac{P_n \cdot 80\% \cdot Q_{keb}}{A} \\
 &= \frac{47712 \cdot 80\% \cdot 0,0018518}{12,93} \\
 &= 5,467 \text{ lt/dtk/km}^2 \approx 0,005467 \text{ m}^3/\text{dtk} \cdot \text{km}^2
 \end{aligned}$$

b. Debit Air Buangan Fasilitas

Dari perhitungan prakiraan pemakaian air bersih untuk fasilitas tahun 2032 pada tabel 5.20 diatas maka dapat dihitung debit air buangnya dengan mengacu pada teori bahwa air buangan merupakan 80% dari pemakaian air bersih.

$$Q_d = \frac{P_n \cdot 80\% \cdot Q_{keb}}{A}$$

Diketahui :

- $P_n = 4277$ buah
- $Q_{keb} = 738518$ lt/hari $\approx 8,548$ lt/dtk
- $A = 1293$ ha $\approx 12,93$ km²

Maka :

$$\begin{aligned}
 Q_d &= \frac{P_n \cdot 80\% \cdot Q_{keb}}{A} \\
 &= \frac{4277 \cdot 80\% \cdot 8,548}{12,93} \\
 &= 2262 \text{ lt/dtk} \cdot \text{km}^2 \approx 2,262 \text{ m}^3/\text{dtk} \cdot \text{km}^2
 \end{aligned}$$

c. Debit Air Buangan Total

Debit air bungan total didapat dari akumulasi debit air buangan rumah tangga dan debit air buangan fasilitas. Maka debit air buangnya :

$$\begin{aligned}
 Q_d_{\text{total}} &= Q_d_{\text{air buangan rumah tangga}} + Q_d_{\text{air buangan fasilitas}} \\
 &= 0,005467 \text{ m}^3/\text{dtk} \cdot \text{km}^2 + 2,262 \text{ m}^3/\text{dtk} \cdot \text{km}^2 \\
 &= 2,267467 \text{ m}^3/\text{dtk} \cdot \text{km}^2
 \end{aligned}$$

d. Debit Air Buangan Untuk Masing-masing Saluran

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

$$Q_d_{\text{saluran}} = Q_d_{\text{total}} \times \text{luas daerah layanan}$$

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

$$\begin{aligned} Qd_{\text{saluran}} &= Qd_{\text{total}} \times \text{luas daerah layanan} \\ &= 2,267467 \times 0,194 \\ &= 0,439889 \text{ m}^3/\text{dtk} \cdot \text{km}^2 \end{aligned}$$

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.21.

5.2.6. Debit Banjir Rencana Saluran

Debit total yang digunakan untuk merencanakan suatu saluran yang berasal dari limpasan air hujan dan air buangan rumah tangga yang kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan debit rencana saluran.

Contoh perhitungan pada saluran 1 :

$$\begin{aligned} Qr &= Qa_1 + Qa_2 + Qd_{\text{saluran}} \\ &= 0,007482 + 0,010154 + 0,439889 \\ &= 0,457525 \text{ m}^3/\text{dtk} \cdot \text{km}^2 \end{aligned}$$

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.19.

Tabel 5.19.
Hasil Perhitungan v, I, Tc, Qa, Qd saluran dan Qr

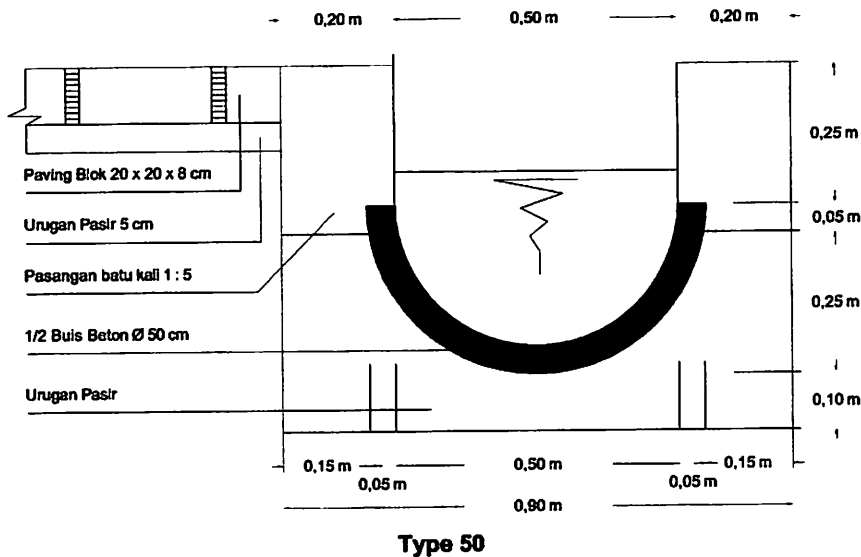
Kode Blok	Kode Saluran	Panjang (m)	S (m)	A (km ²)	v	Tc (jam)	I (mm/jam)	C perumahan	C Jalan	Qa ₁ (m ³ /dtk . km ²)	Qa ₂ (m ³ /dtk . km ²)	Qd saluran (m ³ /dtk . km ²)	Qr (m ³ /dtk . km ²)
A	1	876	0,004212	0,194	0,012890	19	713,48	0,70	0,95	0,007482	0,010154	0,439889	0,457525
B	2	534	0,003221	0,129	0,014767	11	919,88	0,70	0,95	0,006414	0,008705	0,292503	0,307623
C	3	896	0,000301	0,209	0,002611	96	705,26	0,70	0,95	0,007968	0,010813	0,473901	0,492682
D	4	895	0,000302	0,347	0,002618	95	705,67	0,70	0,95	0,013236	0,017964	0,786811	0,133166
E	5	979	0,000797	0,211	0,004440	62	673,91	0,70	0,95	0,007686	0,010432	0,478436	0,496554
F	6a	584	0,003818	0,172	0,015499	11	878,57	0,70	0,95	0,008169	0,011086	0,390004	0,409259
	6b	402	0,000199	0,082	0,003295	34	1064,23	0,70	0,95	0,004717	0,006402	0,185932	0,197052
G	7	1259	0,000675	0,106	0,003456	102	592,27	0,70	0,95	0,003394	0,004606	0,240352	0,248351
H	8	374	0,001845	0,082	0,013089	8	1104,41	0,70	0,95	0,004895	0,006644	0,185932	0,197471
I	9a	509	0,001100	0,109	0,007978	18	942,80	0,70	0,95	0,005555	0,007539	0,247154	0,260248
	9b	422	0,001019	0,109	0,008526	14	1038,03	0,70	0,95	0,006116	0,008300	0,247154	0,261570
J	10	1147	0,001037	0,241	0,004730	68	621,29	0,70	0,95	0,008094	0,010984	0,546460	0,565538
K	11	573	0,000314	0,151	0,003503	46	887,19	0,70	0,95	0,007242	0,009828	0,342388	0,359457
L	12	2860	0,000052	0,676	0,000456	1742	388,69	0,70	0,95	0,014203	0,019276	1,532808	1,566287
M	13	801	0,001199	0,279	0,006399	35	747,03	0,70	0,95	0,011266	0,015290	0,632623	0,659180
N	14	684	0,000380	0,059	0,003531	54	810,10	0,70	0,95	0,002584	0,003506	0,133781	0,139871
O	15	1471	0,000707	0,278	0,003237	127	546,80	0,70	0,95	0,008217	0,011152	0,630356	0,649724
P	16	1489	0,000134	0,481	0,001185	350	543,40	0,70	0,95	0,014129	0,019175	1,090652	1,123955
Q	17	606	0,001122	0,441	0,005128	33	862,05	0,70	0,95	0,020550	0,027889	0,999953	1,048392
R	18	511	0,002192	0,159	0,012035	12	940,91	0,70	0,95	0,008087	0,010975	0,360527	0,379589
S	19	404	0,002054	0,054	0,013330	9	1061,52	0,70	0,95	0,003099	0,004205	0,122443	0,129747

Sumber : Hasil Perhitungan

5.3. Analisa Hidrolika

5.3.1. Analisa Kapasitas Saluran Eksisting

Berdasarkan data yang diperoleh, diketahui bentuk dan dimensi saluran drainase eksisting di kawasan SAMIGITA sesuai dengan gambar 5.10.



Gambar 5.3.
Detail Dimensi Saluran Drainase Eksisting

Sumber : Dinas Cipta Karya Kabupaten Badung

Data detail drainase diatas digunakan untuk menghitung debit maksimum saluran eksisting dengan memperhitungkan dimensi saluran eksisting tersebut. Dapat dilihat pada gambar diatas bentuk saluran merupakan saluran tipe 50 dengan bentuk gabungan dari saluran persegi dan setengah lingkaran. Untuk perhitungan debit maksimum saluran eksisting digunakan rumus Chezy (rumus 2-52) :

$$Q = A \times C \sqrt{RS}$$

Sebagai contoh digunakan dimensi saluran eksisting 1 (Jl. Sunset Road)

Diketahui :

- Lebar saluran (L) = 0,8 m
- Tinggi muka air bentuk persegi (h₁) = 0,05 m
- Tinggi muka air bentuk setengah lingkaran (h₂) = 0,30 m
- Kemiringan dasar saluran (S) = 1 : 2500
- Koefisien kekasaran Manning (n) = 0,025

Awalnya dihitung nilai A (luas penampang basah saluran) (rumus 2-48):

$$\begin{aligned} A &= \left[\frac{\pi \cdot h_2^2}{2} + L \cdot h_1 \right] \\ &= \left[\frac{3,14 \cdot 0,30^2}{2} + 0,80 \cdot 0,05 \right] \\ &= 0,181 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Kemudian dicari nilai P (keliling basah) (rumus 2-49) :

$$\begin{aligned} P &= \pi \times h_2 + 2 \times h_1 \\ &= 3,14 \times 0,30 + 2 \times 0,05 \\ &= 1,042 \text{ m} \end{aligned}$$

Mencari nilai jari-jari hidrolis (R) (rumus 2-50) :

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{0,18}{1,042} \\ &= 0,174 \text{ m} \end{aligned}$$

Mencari nilai kecepatan saluran (V) digunakan rumus Manning (rumus 2-51) :

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{3}} \\ &= \frac{1}{0,025} \cdot 0,174^{\frac{2}{3}} \cdot \frac{1}{2500}^{\frac{1}{3}} \\ &= 0,919 \text{ m/dtk} \end{aligned}$$

Untuk mencari nilai koefisien Chezy :

$$\begin{aligned} C &= \frac{R^{\frac{1}{6}}}{n} \\ &= \frac{0,174^{\frac{1}{6}}}{0,025} \\ &= 29,89 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat dicari debit maksimum saluran dengan rumus Chezy :

$$\begin{aligned} Q &= A \times C \sqrt{RS} \\ &= 0,181 \times 29,89 \sqrt{0,174 \frac{1}{2500}} \\ &= 0,0451 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.20.

Setelah didapatkan hasil perhitungan kapasitas saluran yang sesuai dengan perencanaan yang ada dengan cara yang sama dilakukan perhitungan kapasitas saluran yang sesuai dengan kondisi saluran saat ini, yaitu dimana tinggi saluran dikurangi tinggi sedimen yang ada dalam saluran. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 5.21.

Untuk perhitungan selanjutnya adalah perhitungan kapasitas saluran maksimum, dimana perhitungan ini tidak memperhitungkan tinggi jagaan pada saluran tersebut. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 5.22.

Tabel 5.20.
Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase Sesuai Kondisi Eksisting

Nama Jalan	Kode Saluran	n	Dimensi			A (m ²)	P (m)	R (m)	S	V (m/dtk)	C	Qs (m ³ /dtk)	Tipe Saluran
			l (m)	h ₁ (m)	h ₂ (m)								
Jl. Sunset Road	1	0,025	0,80	0,05	0,30	0,181	1,042	0,174	1 : 2500	0,919	29,89	0,0451	Tipe 50
Jl. Kunti	2	0,025	0,50	0,05	0,30	0,166	1,042	0,159	1 : 2500	0,865	29,44	0,0390	Tipe 50
Jl. Sunset Road	3	0,025	0,70	0,05	0,30	0,176	1,042	0,169	1 : 2500	0,901	29,74	0,0430	Tipe 50
Jl. Sunset Road	4	0,025	0,70	0,05	0,30	0,176	1,042	0,169	1 : 2500	0,901	29,74	0,0430	Tipe 50
Jl. Werkudara	5	0,025	0,70	0,05	0,30	0,176	1,042	0,169	1 : 2500	0,901	29,74	0,0430	Tipe 50
Jl. Dewi Sri	6a	0,025	0,50	0,05	0,30	0,176	1,042	0,169	1 : 2500	0,901	29,74	0,0430	Tipe 50
Jl. Abianbase	6b	0,025	0,50	0,05	0,30	0,166	1,042	0,159	1 : 2500	0,865	29,44	0,0390	Tipe 50
Jl. By Pass Ngurah Rai	7	0,025	0,70	0,05	0,30	0,176	1,042	0,169	1 : 2500	0,901	29,74	0,0430	Tipe 50
Jl. Abianbase	8	0,025	0,50	0,05	0,30	0,166	1,042	0,159	1 : 2500	0,865	29,44	0,0390	Tipe 50
Jl. Majapahit	9a	0,025	0,55	0,05	0,30	0,168	1,042	0,161	1 : 2500	0,872	29,50	0,0398	Tipe 50
Jl. Majapahit	9b	0,025	0,55	0,05	0,30	0,168	1,042	0,161	1 : 2500	0,872	29,50	0,0398	Tipe 50
Jl. Legian	10	0,025	0,80	0,05	0,30	0,181	1,042	0,174	1 : 2500	0,919	29,89	0,0451	Tipe 50
Jl. Majapahit	11	0,025	0,55	0,05	0,30	0,168	1,042	0,161	1 : 2500	0,872	29,50	0,0398	Tipe 50
Jl. Pantai Kuta	12	0,025	0,80	0,05	0,30	0,181	1,042	0,174	1 : 2500	0,919	29,89	0,0451	Tipe 50
Jl. Singosari – Jl. Kalianget	13	0,025	1,50	0,05	0,30	0,216	1,042	0,207	1 : 2500	1,031	30,76	0,0605	Tipe 50
Jl. Bakungsari – Jl. Kahuripan	14	0,025	0,70	0,05	0,30	0,176	1,042	0,169	1 : 2500	0,901	29,74	0,0430	Tipe 50
Jl. Kubuanyar	15	0,025	0,70	0,05	0,30	0,176	1,042	0,169	1 : 2500	0,901	29,74	0,0430	Tipe 50
Jl. Singosari	16	0,025	0,80	0,05	0,30	0,181	1,042	0,174	1 : 2500	0,919	29,89	0,0451	Tipe 50
Jl. Kartika Plaza	17	0,025	0,80	0,05	0,30	0,181	1,042	0,174	1 : 2500	0,919	29,89	0,0451	Tipe 50
Jl. Dewi Sartika	18	0,025	0,70	0,05	0,30	0,176	1,042	0,169	1 : 2500	0,901	29,74	0,0430	Tipe 50
Jl. Dewi Sartika	19	0,025	0,80	0,05	0,30	0,181	1,042	0,174	1 : 2500	0,919	29,89	0,0451	Tipe 50

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5.21.
Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase Saat Ini

Nama Jalan	Kode Saluran	n	Dimensi				A (m ²)	P (m)	R (m)	S	V (m/dtk)	C	Qs (m ³ /dtk)
			l (m)	h _{red} (m)	h ₁ (m)	h ₂ (m)							
Jl. Sunset Road	1	0,025	0,80	0,021	0,05	0,279	0,162	0,976	0,166	1 : 2500	0,890	29,65	0,0391
Jl. Kunti	2	0,025	0,50	0,021	0,05	0,279	0,147	0,976	0,166	1 : 2500	0,890	29,65	0,0355
Jl. Sunset Road	3	0,025	0,70	0,023	0,05	0,277	0,155	0,969	0,160	1 : 2500	0,869	29,47	0,0365
Jl. Sunset Road	4	0,025	0,70	0,021	0,05	0,279	0,157	0,976	0,166	1 : 2500	0,890	29,65	0,0379
Jl. Werkudara	5	0,025	0,70	0,018	0,05	0,282	0,150	0,985	0,152	1 : 2500	0,839	29,22	0,0342
Jl. Dewi Sri	6a	0,025	0,50	0,016	0,05	0,284	0,152	0,992	0,153	1 : 2500	0,843	29,25	0,0348
Jl. Abianbase	6b	0,025	0,50	0,015	0,05	0,285	0,152	0,995	0,153	1 : 2500	0,843	29,25	0,0348
Jl. By Pass Ngurah Rai	7	0,025	0,70	0,022	0,05	0,278	0,156	0,973	0,160	1 : 2500	0,869	29,47	0,0368
Jl. Abianbase	8	0,025	0,50	0,017	0,05	0,283	0,151	0,989	0,153	1 : 2500	0,843	29,25	0,0346
Jl. Majapahit	9a	0,025	0,55	0,016	0,05	0,284	0,154	0,992	0,155	1 : 2500	0,850	29,32	0,0355
Jl. Majapahit	9b	0,025	0,55	0,015	0,05	0,285	0,155	0,995	0,156	1 : 2500	0,854	29,35	0,0359
Jl. Legian	10	0,025	0,80	0,023	0,05	0,277	0,160	0,969	0,160	1 : 2500	0,869	29,47	0,0377
Jl. Majapahit	11	0,025	0,55	0,016	0,05	0,284	0,154	0,992	0,155	1 : 2500	0,850	29,32	0,0355
Jl. Pantai Kuta	12	0,025	0,80	0,022	0,05	0,278	0,161	0,973	0,165	1 : 2500	0,887	29,62	0,0387
Jl. Singosari – Jl. Kalianget	13	0,025	1,50	0,020	0,05	0,280	0,198	0,979	0,202	1 : 2500	1,015	30,64	0,0545
Jl. Bakungsari – Jl. Kahuripan	14	0,025	0,70	0,018	0,05	0,282	0,160	0,985	0,162	1 : 2500	0,876	29,53	0,0380
Jl. Kubuanyar	15	0,025	0,70	0,019	0,05	0,281	0,159	0,982	0,162	1 : 2500	0,876	29,53	0,0378
Jl. Singosari	16	0,025	0,80	0,019	0,05	0,281	0,164	0,982	0,167	1 : 2500	0,894	29,68	0,0398
Jl. Kartika Plaza	17	0,025	0,80	0,021	0,05	0,279	0,162	0,976	0,166	1 : 2500	0,890	29,65	0,0391
Jl. Dewi Sartika	18	0,025	0,70	0,017	0,05	0,283	0,161	0,989	0,163	1 : 2500	0,879	29,56	0,0384
Jl. Dewi Sartika	19	0,025	0,80	0,019	0,05	0,281	0,164	0,982	0,167	1 : 2500	0,894	29,68	0,0398

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5.22.
Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase Maksimum

Nama Jalan	Kode Saluran	n	Dimensi			A (m ²)	P (m)	R (m)	S	V (m/dtk)	C	Qs (m ³ /dtk)
			l (m)	h ₁ (m)	h ₂ (m)							
Jl. Sunset Road	1	0,025	0,80	0,25	0,30	0,341	1,442	0,236	1 : 2500	1,126	31,44	0,1042
Jl. Kunti	2	0,025	0,50	0,25	0,30	0,266	1,442	0,184	1 : 2500	0,953	30,17	0,0688
Jl. Sunset Road	3	0,025	0,70	0,25	0,30	0,316	1,442	0,219	1 : 2500	1,071	31,06	0,0918
Jl. Sunset Road	4	0,025	0,70	0,25	0,30	0,316	1,442	0,219	1 : 2500	1,071	31,06	0,0918
Jl. Werkudara	5	0,025	0,70	0,25	0,30	0,316	1,442	0,219	1 : 2500	1,071	31,06	0,0918
Jl. Dewi Sri	6a	0,025	0,50	0,25	0,30	0,266	1,442	0,184	1 : 2500	0,953	30,17	0,0688
Jl. Abianbase	6b	0,025	0,50	0,25	0,30	0,266	1,442	0,184	1 : 2500	0,953	30,17	0,0688
Jl. By Pass Ngurah Rai	7	0,025	0,70	0,25	0,30	0,316	1,442	0,219	1 : 2500	1,071	31,06	0,0918
Jl. Abianbase	8	0,025	0,50	0,25	0,30	0,266	1,442	0,184	1 : 2500	0,953	30,17	0,0688
Jl. Majapahit	9a	0,025	0,55	0,25	0,30	0,279	1,442	0,193	1 : 2500	0,984	30,41	0,0745
Jl. Majapahit	9b	0,025	0,55	0,25	0,30	0,279	1,442	0,193	1 : 2500	0,984	30,41	0,0745
Jl. Legian	10	0,025	0,80	0,25	0,30	0,341	1,442	0,236	1 : 2500	1,126	31,44	0,1042
Jl. Majapahit	11	0,025	0,55	0,25	0,30	0,279	1,442	0,193	1 : 2500	0,984	30,41	0,0745
Jl. Pantai Kuta	12	0,025	0,80	0,25	0,30	0,341	1,442	0,236	1 : 2500	1,126	31,44	0,1042
Jl. Singosari – Jl. Kalianget	13	0,025	1,50	0,25	0,30	0,516	1,442	0,358	1 : 2500	1,486	33,71	0,2081
Jl. Bakungsari – Jl. Kahuripan	14	0,025	0,70	0,25	0,30	0,316	1,442	0,219	1 : 2500	1,071	31,06	0,0918
Jl. Kubuanyar	15	0,025	0,70	0,25	0,30	0,316	1,442	0,219	1 : 2500	1,071	31,06	0,0918
Jl. Singosari	16	0,025	0,80	0,25	0,30	0,341	1,442	0,236	1 : 2500	1,126	31,44	0,1042
Jl. Kartika Plaza	17	0,025	0,80	0,25	0,30	0,341	1,442	0,236	1 : 2500	1,126	31,44	0,1042
Jl. Dewi Sartika	18	0,025	0,70	0,25	0,30	0,316	1,442	0,219	1 : 2500	1,071	31,06	0,0918
Jl. Dewi Sartika	19	0,025	0,80	0,25	0,30	0,341	1,442	0,236	1 : 2500	1,126	31,44	0,1042

Sumber : Hasil Perhitungan

5.4. Analisa Data Kuisisioner

Analisa data kuisisioner dari 140 responden yang ditentukan berdasarkan titik genangan banjir yang berjumlah 14 titik, dimana setiap 1 titik diwakili oleh 10 responden dengan pembagian 5 responden untuk pemilik usaha dan 5 responden untuk pemilik rumah. Analisa dilakukan dengan memperhitungkan 1 variabel, yaitu variabel lamanya waktu genangan banjir. Variabel lamanya waktu diambil dari persentase jawaban terbanyak.

Dari pertanyaan kuisisioner no 1 tentang lamanya waktu genangan, dapat diketahui persentase jawaban dari 4 pilihan jawaban. Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dan grafik berikut :

Tabel 5.23
Persentase Jawaban Kuisisioner Untuk Lama Genangan

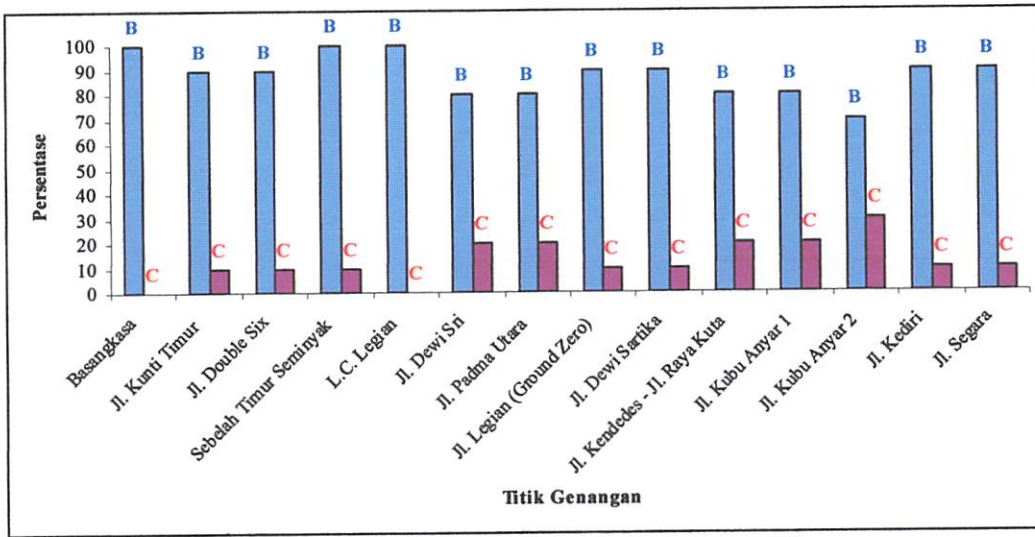
Kelurahan	Titik Genangan	Jumlah Responden	Jawaban Pertanyaan			Persentase Jawaban		
			A	B	C	A	B	C
Seminyak	Basangkasa	10	-	10	-	-	100	-
	Jl. Kunti Timur	10	-	9	1	-	90	10
	Jl. Double Six	10	-	9	1	-	90	10
	Sebelah Timur Seminyak	10	-	10	1	-	100	10
Legian	L.C. Legian	10	-	10	-	-	100	-
	Jl. Dewi Sri	10	-	8	2	-	80	20
	Jl. Padma Utara	10	-	8	2	-	80	20
	Jl. Legian (<i>Ground Zero</i>)	10	-	9	1	-	90	10
Kuta	Jl. Dewi Sartika	10	-	9	1	-	90	10
	Jl. Kendedes - Jl. Raya Kuta	10	-	8	2	-	80	20
	Jl. Kubu Anyar 1	10	-	8	2	-	80	20
	Jl. Kubu Anyar 2	10	-	7	3	-	70	30
	Jl. Kediri	10	-	9	1	-	90	10
	Jl. Segara	10	-	9	1	-	90	10

Keterangan :

- A = Lebih dari seminggu
- B = Kurang dari seminggu
- C = Tidak tahu

Sumber : Hasil Perhitungan

Setelah dilakukan perhitungan seperti yang terdapat pada tabel diatas, kemudian di tampilkan dalam bentuk grafik sebagai berikut :



Gambar 5.4.

Grafik Persentase Jawaban Kuisisioner Untuk Lama Genangan

Dari grafik diatas dapat dilihat dari 140 responden hampir semua menjawab jawaban B (kurang dari seminggu). Guna mengetahui hasil yang lebih spesifik dalam mengetahui lamanya genangan dalam bentuk jam, maka dilakukan perhitungan kembali dengan mengambil tambahan jawaban dari responden dalam isian keterangan. Hasil perhitungan sebagai berikut :

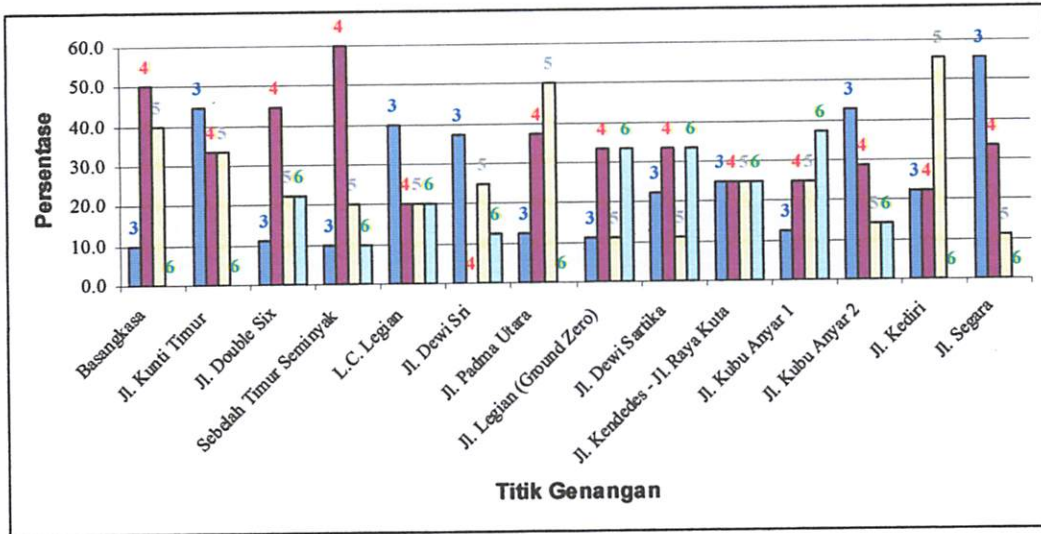
Tabel 5.24

Persentase Jawaban Kuisisioner Untuk Lama Genangan Dalam Satuan Jam

Lokasi	Titik Genangan	Jumlah Responden Dengan Jawaban B	Intensitas Waktu				Persentase Intensitas Waktu			
			3 jam	4 jam	5 jam	6 jam	3 jam	4 jam	5 jam	6 jam
Seminyak	Basangkasa	10	1	5	4	0	10.0	50.0	40.0	0.0
	Jl. Kunti Timur	9	4	3	2	0	44.4	33.3	33.3	0.0
	Jl. Double Six	9	1	4	2	2	11.1	44.4	22.2	22.2
	Sebelah Timur Seminyak	10	1	6	2	1	10.0	60.0	20.0	10.0
Legian	L.C. Legian	10	4	2	2	2	40.0	20.0	20.0	20.0
	Jl. Dewi Sri	8	3	0	2	1	37.5	0.0	25.0	12.5
	Jl. Padma Utara	8	1	3	4	0	12.5	37.5	50.0	0.0
	Jl. Legian (Ground Zero)	9	1	3	1	3	11.1	33.3	11.1	33.3
Kubu Anyar	Jl. Dewi Sartika	9	2	3	1	3	22.2	33.3	11.1	33.3
	Jl. Kendedes - Jl. Raya Kuta	8	2	2	2	2	25.0	25.0	25.0	25.0
	Jl. Kubu Anyar 1	8	1	2	2	3	12.5	25.0	25.0	37.5
	Jl. Kubu Anyar 2	7	3	2	1	1	42.9	28.6	14.3	14.3
	Jl. Kediri	9	2	2	5	0	22.2	22.2	55.6	0.0
	Jl. Segara	9	5	3	1	0	55.6	33.3	11.1	0.0

Sumber : Hasil Perhitungan

Seperti perhitungan pada tabel 5.23, maka langkah selanjutnya adalah menampilkan dalam bentuk grafik. Adapun grafik dari perhitungan pada tabel 5.24 yang dimaksud sebagai berikut :



Gambar 5.5.
Grafik Persentase Jawaban Kuisisioner Untuk Lama Genangan
Dalam Satuan Jam

BAB VI

EVALUASI DAN

PERENCANAAN SISTEM PENGENDALI BANJIR

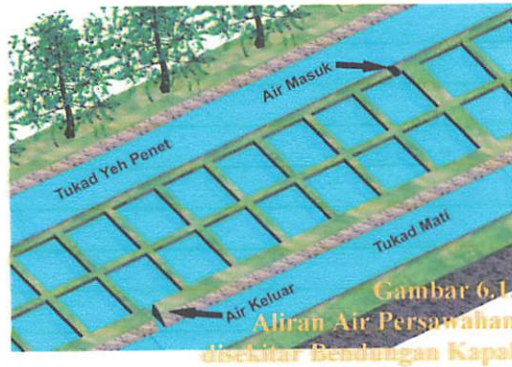
6.1. Evaluasi Permasalahan Banjir Kawasan Kuta

Evaluasi terhadap Permasalahan Banjir Kawasan Kuta disini dilakukan berdsarkan aspek teknis. Untuk lebih jelasnya akan dijabarkan sebagai berikut :

6.1.1. Permasalahan Drainase Makro

- Kurangnya Sistem Pengendali Banjir
 - ✓ Intake Bendungan Kapal – Tukad Yeh Penet

Pengambilan air Tukad Yeh Penet pada intake Bendungan Kapal dilakukan secara bebas yang mempunyai potensi banjir besar kalau tidak dilengkapi dengan sistem pengendali banjir. Pengambilan air Tukad Yeh



Penet ini dipergunakan unuk mengairi persawahan, jadi hal ini dapat berpotensi besar menimbulkan banjir jika pengambilan air tersebut dilakukan secara berlebihan. Dari survei lapangan diketahui proses pengambilan air Tukad Yeh Penet adalah dengan mengalirkan air ke areal persawahan di sekitar Bendungan Kapal, namun yang menjadi permasalahannya setelah dialirkan ke persawahan ternyata tidak dialirkan kembali menuju Tukad Yeh Penet tapi dialirkan menuju Tukad Mati yang tentu saja akan membebani aliran Tukad Mati. Saat ini areal di sekitar Desa Penarungan diperuntukkan sebagai lahan irigasi untuk sawah, sehingga belum merupakan ancaman serius terhadap terjadinya banjir kiriman yang membebani kapasitas Tukad Mati. Namun wilayah dekat Bendungan Kapal dan Desa Penarungan sudah terdapat pengembangan

Ket : Tukad = Sungai

perumahan / *real-estate* dan untuk kedepannya tidak bisa dijamin pengendalian pertumbuhan pembangunan bisa dilakukan.

Potensi banjir kiriman dari persawahan akibat pengambilan air Tukad Yeh Penet secara bebas di sebelah hilir Bendungan Kapal terhadap kawasan Kuta perlu diwaspadai mengingat pada skema aliran pada gambar 4.5, adanya saling keterkaitan dan perlu dibuat sistem pengendali banjir sehingga beban limpasan permukaan yang menuju daerah Basangkasa bisa dikurangi.

✓ Pengoperasian Pintu pada Intake Mambal

Suplai aliran menuju Tukad Mati berasal dari debit aliran Tukad Ayung melalui Intake Bendungan mambal. Berdasarkan keterangan petugas pengamat, debit aliran intake Mambal berkisar 8 m³/dt. Besar aliran yang cukup signifikan dari intake Mambal memerlukan pengoperasian dan perawatan pintu, sebab dari hasil pengamatan pintu intake mambal tidak pernah dioperasikan dalam artian dibiarkan tetap terbuka. Pintu yang dibiarkan terbuka ini tentu saja akan menyebabkan air mengalir terus-menerus dan akhirnya akan membebani Tukad Mati. Disamping itu Tukad Mati menerima beban limpasan air dari pembuangan irigasi Desa Penarungan sampai Desa Kapal dan beberapa saluran pembuangan irigasi yang ada di Kota Denpasar.

▪ Kapasitas Profil Penampang Sungai Sangat Terbatas

✓ Profil Penampang DAS Alamiah Hulu – Jl. Gatot Subroto

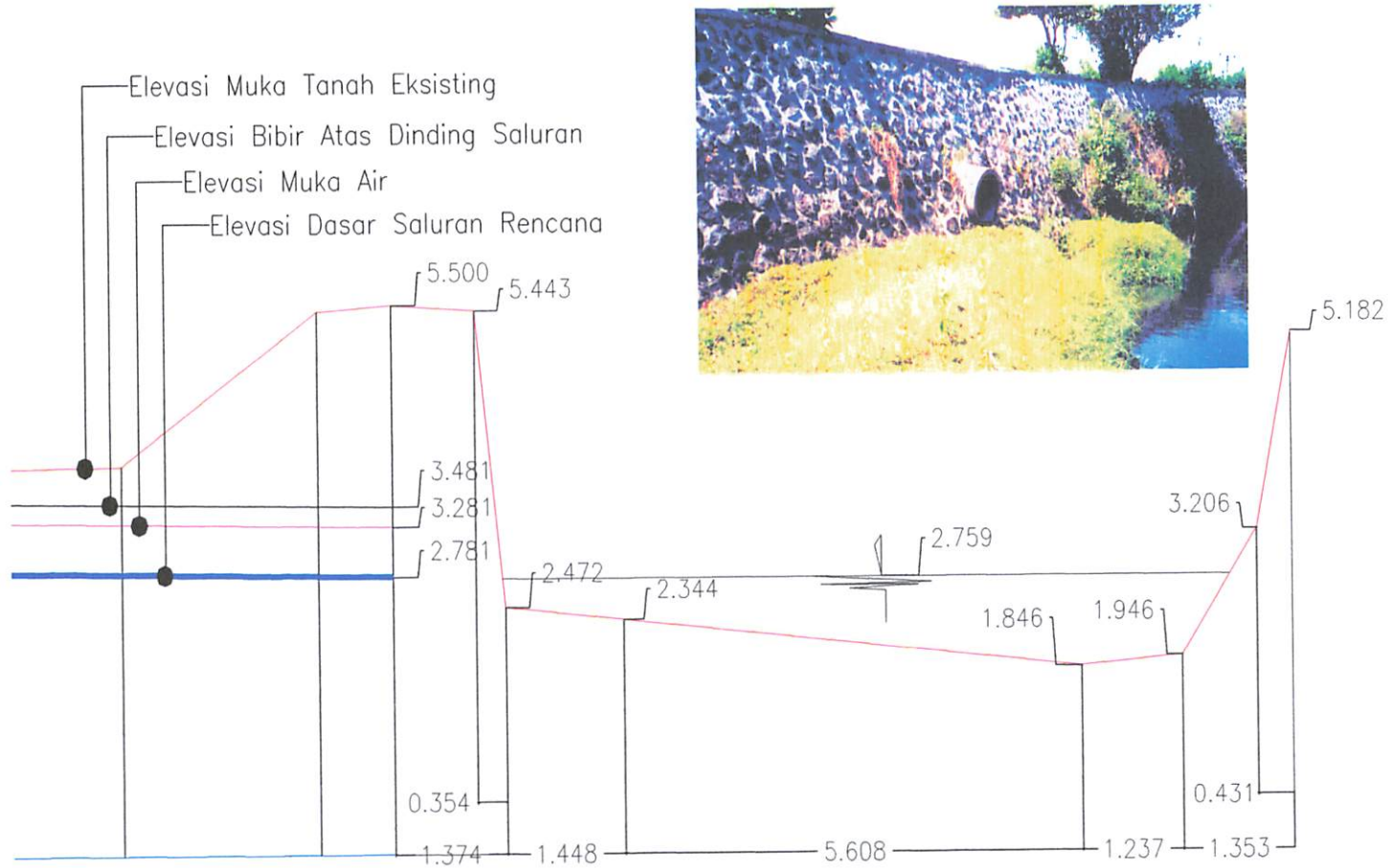
Dimensi penampang sungai DAS alamiah bagian hulu sampai Jl. Gatot Subroto cukup lebar dan dalam. Kondisi dimensi penampang yang ada belum dimanfaatkan secara maksimal sebagai penampung sementara, dan saat ini aliran Tukad Mati langsung mengalir ke bagian hilir. Kondisi pengaliran ini memberikan waktu konsentrasi yang relatif singkat untuk mencapai puncak banjir dan sangat riskan terjadi banjir dimana mengingat penampang bagian hilir relatif sempit.

✓ Profil Penampang DAS Alamiah Jl. Gunung Agung ke hilir

Dimensi penampang sungai Tukad mati di bagian hilir dimulai dari Jl. Gunung Agung relatif sempit dan datar. Menyempitnya Tukad Mati di bagian hilir sangat berpotensi terjadinya banjir sehingga perlindungan kawasan Kuta bagian hilir perlu mendapatkan penanganan secara menyeluruh dan sinergi dengan penanganan drainase mikro. Keberhasilan penanganan drainase mikro sangat tergantung dari penanganan dan pengendalian banjir Tukad Mati.

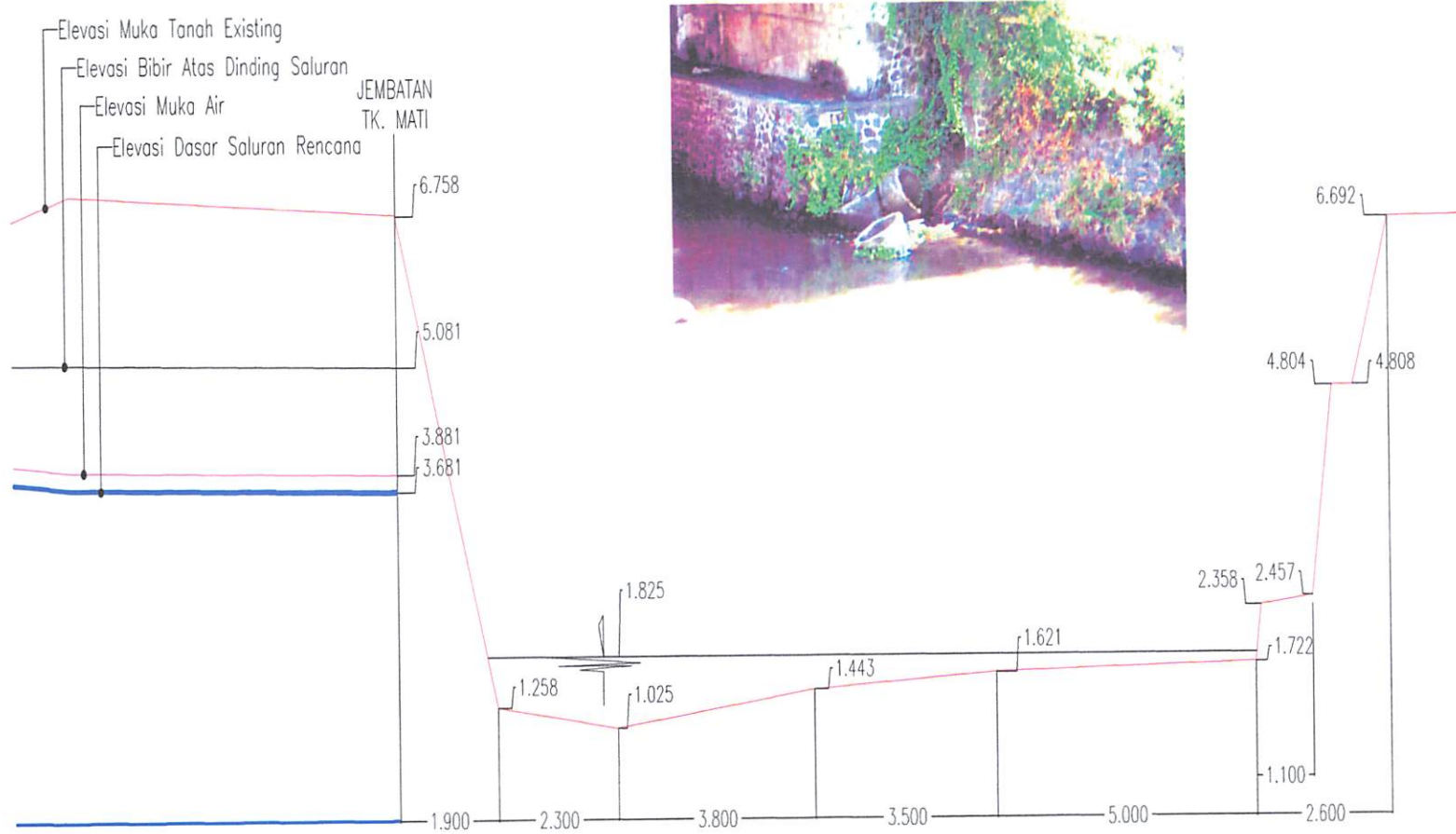
✓ Penyempitan Alur

Penyempitan alur sungai Tukad Mati di kawasan Kuta terdapat di beberapa titik yakni alur sungai di Jembatan Nakula dan Jembatan Patih Jelantik yang menyebabkan terjadinya aliran *bottle neck* (aliran balik) pada bagian penyempitan alur Tukad Mati, sehingga perlu dilakukan pelebaran penampang untuk meminimalkan perubahan tipe aliran sepanjang Tukad Mati.



Gambar 6.2.
Penyempitan Alur Tukad Mati di Jembatan Nakula

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Badung



Gambar 6.3.
Penyempitan Alur Tukad Mati di Jembatan Patih Jelantik

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Badung

- Kecendrungan pertumbuhan perkotaan kearah hulu

- ✓ Hulu DAS Tukad Mati

Penggunaan lahan di bagian hulu daerah tangkapan air Tukad Mati meliputi persawahan dan permukiman pedesaan. Perkembangan saat ini di wilayah hulu sudah muncul pembangunan perumahan / *real-estate* di beberapa tempat yang ada di wilayah Desa Kapal, Desa Penarungan dan Desa Sempidi. Ditambah pusat pemerintahan Kabupaten Badung berada di wilayah Desa Sempidi dan memerlukan lahan yang tidak sedikit untuk prasarana pendukung yang lainnya. Akibat dari pertumbuhan dibagian hulu ini mengakibatkan bertambahnya jumlah bangunan, jadi semakin bertambahnya jumlah bangunan maka semakin bertambah pula air buangan dan sampah yang dihasilkan. Disamping itu, pertumbuhan dibagian hulu ini juga menyebabkan berkurangnya daya *infiltrasi* tanah, karena sebagian besar tanah kosong mengalami pengkerasan dan beralih fungsi menjadi bangunan. Pertumbuhan perkotaan kearah hulu harus dikendalikan melalui pengaturan tata guna lahan lintas kabupaten.

- ✓ DAS Tukad Mati Wilayah Kota Denpasar

Pertumbuhan pembangunan perumahan sangat cepat di wilayah Kecamatan Denpasar Utara dan Kecamatan Denpasar Barat yang merupakan wilayah pelayanan sistem drainase III Kota Denpasar. Pembuangan utama sistem drainase III adalah Tukad Mati. Perubahan tata guna lahan yang terjadi di wilayah ini menyebabkan meningkatnya koefisien limpasan dan menyempitnya daerah resapan.

- ✓ Hilir (wilayah Kuta)

Kawasan Kuta merupakan bagian hilir dari daerah tangkapan air Tukad Mati. Pengaliran saluran drainase pada sub sistem ini sangat tergantung dari tinggi muka air pada saluran pembuangan Tukad Mati. Sedangkan dimensi penampang Tukad Mati sangat terbatas dalam artian tidak mampu mengalirkan debit banjir rencana sesuai standar yang ditetapkan.

- **Sempadan Sungai**

Pada survei lapangan yang telah dilakukan, batas-batas sempadan sungai sepanjang alur Tukad Mati belum jelas terlihat. Penerapan sempadan sungai sangat penting untuk kegiatan pemeliharaan sungai.

- **Kurangnya Pencatatan Tinggi Muka Air**

Pencatatan tinggi muka air yang terdapat di bendungan-bendungan belum mendapatkan perhatian yang baik dan kondisinya kurang terawat. Pencatatan tinggi muka air bisa ditempatkan pada pilar-pilar jembatan yang strategis. Pencatatan tinggi muka air Tukad Mati sangat berguna sebagai informasi besar untuk mengetahui debit banjir yang pernah terjadi dan sangat penting untuk perencanaan sistem pengendali banjir selanjutnya.

- **Muara Sungai**

Aliran Tukad Mati pada muara sangat dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Pada saat pasang air laut, pengaliran di bagian hilir terjadi pembendungan yang mempengaruhi laju aliran sungai.

Gambar 6.4 memperlihatkan permasalahan yang terjadi pada sistem drainase makro. Ringkasan permasalahan sistem drainase makro dapat dilihat Tabel 6.1.

Tabel 6.1.
Permasalahan Drainase Makro

No	Wilayah	Lokasi Banjir (Saat Ini / Yad)	Fungsi Saluran	Penyebab	Dampak
1	Bagian Atas DAS (upper DAS)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bagian tengah DAS ✓ Bagian hilir DAS 	Primer	<ul style="list-style-type: none"> ○ Sistem jaringan irigasi primer Intake Kapal dan Mambal mempengaruhi kapasitas Tukad Mati bagian tengah dan hilir ○ Kapasitas bagian hilir penampang sungai dari Desa Monang – maning ke hilir terbatas sehingga berpotensi terjadi banjir di wilayah ini. ○ Kurangnya sistem pengendali banjir bagian <i>upper</i> DAS 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Kejadian banjir di Jl. Pura Demak (2007) menyebabkan genangan yang cukup luas dan menggenangi permukiman. ○ Terjadi luapan pada beberapa titik penampang di bagian hilir DAS.
2	Basangkasa	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sepanjang Jl. Basangkasa 	Primer	<ul style="list-style-type: none"> ○ Meluapnya air pada saluran irigasi dari titik pembagian air ke selatan pinggir Jl. Basangkasa ○ Belum terdapat sistem pengendali banjir (sistem pintu dan sodetan) ○ Saluran terdapat endapan dan sampah ○ Pembersihan dan pengglontoran saluran belum sepenuhnya dilaksanakan 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Menggenangi prasarana jalan sepanjang jalur utama daerah Basangkasa pada setiap musim hujan ○ Mengganggu aktivitas pengguna jalan dimana kawasan ini dekat dengan daerah tujuan wisata Kuta

**Lanjutan Tabel 6.1.
Permasalahan Drainase Makro**

No	Wilayah	Lokasi Banjir (Saat Ini / Yad)	Fungsi Saluran	Penyebab	Dampak
3	Kerobokan Kelod	Timur L.P Kerobokan	Primer	<ul style="list-style-type: none"> ○ Saluran irigasi terdesak oleh pemukiman dan lokasi jalan merupakan elevasi yang rendah ○ Saluran irigasi eksisting belum terdapat normalisasi 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Menggenangi jalan dan pertokoan yang ada dekat dengan lokasi saluran ○ Dekat lokasi banjir terdapat pasar dan mengganggu aktivitas masyarakat
4	Kerobokan Kelod	Perbatasan dengan Seminyak	Primer	<ul style="list-style-type: none"> ○ Saluran irigasi eksisting belum terdapat normalisasi dan belum dibuat permanen ○ Dimensi eksisting tidak mampu mengalirkan debit rencana ○ Daerah genangan merupakan elevasi yang sangat rendah dan frekuensi genangan cukup lama 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Lingkungan menjadi kotor dan kurang sehat ○ Genangan yang cukup lama dapat menjadi sarang berkembangnya nyamuk dan mengganggu kesehatan masyarakat
5	Seminyak	Jl. Kunti (timur)	Pembuang irigasi	<ul style="list-style-type: none"> ○ Beban aliran cukup besar dan dimensi eksisting tidak mampu menampung ○ Perubahan tata guna lahan di daerah ini cukup cepat dan meningkatnya koefisien limpasan ○ Belum terdapat normalisasi 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Menggenangi daerah sekitar Jl. Kunti Timur ○ Menggenangi areal persawahan sekitar lokasi banjir

**Lanjutan Tabel 6.1.
Permasalahan Drainase Makro**

No	Wilayah	Lokasi Banjir (Saat Ini / Yad)	Fungsi Saluran	Penyebab	Dampak
6	Seminyak	Hilir Pembuangan Irigasi	Pembuang irigasi	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aliran pembuang irigasi bagian hilir menjadi terhambat akibat pembendungan di Tukad Mati ○ Bendungan eksisting sudah tidak berfungsi dan daerah pelayanan irigasi di kawasan sudah berubah fungsi 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terganggunya sistem pengaliran pada sub-sistem drainase

Sumber : Hasil Analisa Survei Lapangan

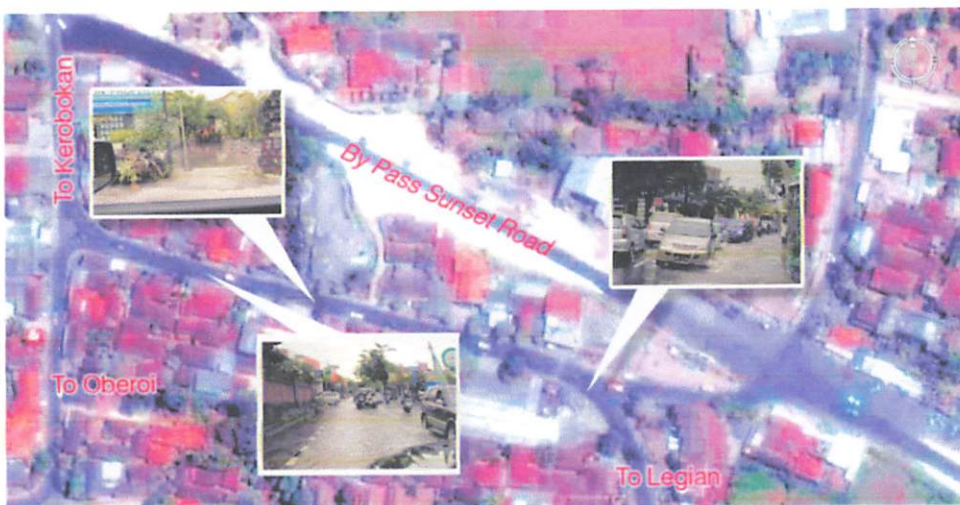
6.1.2. Permasalahan Drainase Mikro

- Terdapat Daerah Depresi

Daerah depresi yang terdapat di wilayah studi : sekitar Jl. Popies I, Jl. Popies II, Jl. Benesari, Jl. Patimura dan Jl. Dewi Sri. Profil muka tanah di daerah studi yang kurang menguntungkan menimbulkan kesulitan dalam pemecahan permasalahan banjir Sebab dengan adanya daerah depresi ini maka berpotensi besar daerah ini akan menjadi daerah genangan air dan genangan air ini akan sulit dialirkan menuju *outfall* pembuangan.

- Daerah Genangan / Banjir

Akibat dari adanya daerah depresi yang ditambah dengan buruknya penanganan drainase, timbul genangan di beberapa tempat yang cukup mengganggu (gambar 4.8). Genangan-genangan banjir muncul akibat limpasan langsung dari jalan. yang tidak dapat langsung masuk ke saluran melalui *inlet* drainase karena tertutup aspal.



Gambar 6.5.

Contoh Daerah Genangan Banjir di Kelurahan Seminyak

- Kurang tertatanya *outfall* di sebelah timur Legian

Kondisi permukaan lahan yang ada di sebelah timur Legian mempunyai elevasi yang sangat rendah dan beda tinggi antara permukaan lahan dengan dasar sungai Tukad Mati sekitar 0.30 m – 0,50 m. *Outfall-*

outfall yang ada sebagian besar dibangun hanya sebagian dalam artian *outfall-outfall* ini pembuatannya tidak 100% seperti ujung *outfall* tidak langsung mengarahkan air buangan ke Tukad Mati yang menyebabkan pinggiran Tukad Mati terkikis oleh air, sehingga kurang efektif dalam mengalirkan air permukaan, sehingga menimbulkan genangan-genangan pada setiap musim hujan. *Outfall-outfall* yang ada di sebelah timur maupun sebelah barat Tukad Mati kondisinya hampir sama yakni penempatan *outfall* kurang tertata sehingga berpotensi terjadi aliran balik menuju permukiman yang dekat dengan Tukad Mati.

- Meningkatkan koefisien *run-off*

Bangunan yang ada di sepanjang Jl. Seminyak, Jl. Legian, Jl. Raya Kuta, Jl. Singosari dan Jl. Dewi Sartika sangat padat dan dekat dengan badan jalan. Besarnya limpasan permukaan yang terjadi di sepanjang jalan ini sangat besar dan langsung menuju saluran drainase. Kondisi area yang ada di wilayah ini hampir seluruhnya merupakan daerah tertutup perkerasan dan tidak ada daerah resapan air. Hal ini diperparah oleh kondisi *street inlet* yang ada lebih banyak tidak berfungsi karena tertutup oleh aspal.

- Kurangnya Pemeliharaan dan Perawatan Saluran

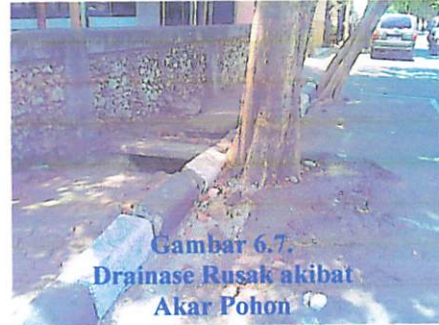
Permasalahan yang mendasar yang ditemui dilapangan adalah :

1. Belum dilakukannya pemeliharaan dan perawatan saluran secara berkala, hal ini masih ditemukannya timbunan endapan / sedimen pada saluran drainase.
2. Adanya penyumbatan *street inlet* dari jalan menuju saluran, sehingga pada saat hujan deras jalanan berubah fungsi sebagai saluran dan menggenangi daerah depresi.



Gambar 6.6.
Penyumbatan Street Inlet

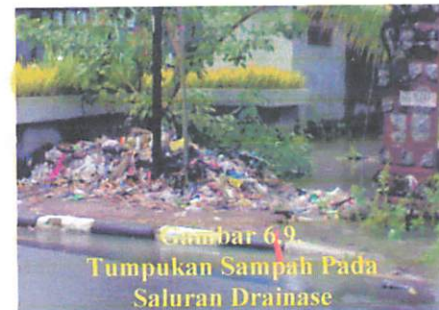
- Sebagian besar saluran drainase rusak akibat tekanan pertumbuhan akar pohon perindang di pinggir jalan.



- Terjadi kecelakaan lalu lintas yang mengakibatkan beton pinggir saluran drainase hancur.



- Banyak terdapat sampah pada saluran drainase akibat dari kurangnya kesadaran masyarakat untuk membuang sampah pada tempatnya. Pemeliharaan dan perawatan saluran melalui kegiatan



penggelontoran (flushing) secara berkala masih memungkinkan dilakukan, mengingat sistem saluran irigasi di wilayah Seminyak masih berfungsi. Kegiatan inipun tampaknya jarang dilakukan sehingga semakin lama endapan ini semakin mengeras yang mengakibatkan berkurangnya kapasitas saluran.

Tabel 6.2.
Kondisi Saluran Eksisting

Nama Jalan	Kode Saluran	Rusak Sepanjang (m)	Tinggi Sedimen (m)	Keterangan
Jl. Sunset Road	1	-	0,021	4 lubang <i>inlet</i> tertutup aspal. Pengerjaan saluran belum selesai sepanjang ± 40 m.
Jl. Kunti	2	± 8	0,021	Rusak akibat kecelakaan lalu lintas dan sisanya akibat akar pohon Adanya tumpukan sampah
Jl. Sunset Road	3	-	0,023	Pengerjaan belum selesai sepanjang ± 70 m
Jl. Sunset Road	4	-	0,021	Pengerjaan belum selesai sepanjang ± 72 m
Jl. Werkudara	5	± 27	0,018	7 lubang <i>inlet</i> tertutup aspal Rusak di dua tempat akibat kecelakaan lalu lintas, sisanya akibat akar pohon 1 buah manhole drainase pecah dimana pchannya menutupi aliran air
Jl. Dewi Sri	6a	-	0,016	3 lubang <i>inlet</i> tertutup aspal
Jl. Abianbase	6b	-	0,015	-
Jl. By Pass Ngurah Rai	7	± 136	0,022	23 lubang <i>inlet</i> tertutup aspal Rusak di enam tempat akibat kecelakaan lalu lintas dan sisanya akibat akar pohon Pengerjaan belum selesai sepanjang ± 43 m
Jl. Abianbase	8	± 14	0,017	Rusak akibat akar pohon
Jl. Majapahit	9a	-	0,016	-
Jl. Majapahit	9b	± 11	0,015	Rusak akibat akar pohon
Jl. Legian	10	± 43	0,023	14 lubang <i>inlet</i> tertutup aspal Rusak di tiga tempat akibat kecelakaan lalu lintas dan sisanya akibat akar pohon

Lanjutan Tabel 6.2.
Kondisi Saluran Eksisting

Nama Jalan	Kode Saluran	Rusak Sepanjang (m)	Tinggi Sedimen (m)	Keterangan
Jl. Majapahit	11	-	0,016	1 lubang <i>inlet</i> tertutup aspal
Jl. Pantai Kuta	12	± 53	0,022	14 lubang <i>inlet</i> tertutup aspal Rusak di empat tempat akibat kecelakaan lalu lintas
Jl. Singosari – Jl. Kalianget	13	± 15	0,020	Rusak akibat akar pohon
Jl. Bakungsari	14	-	0,018	2 lubang <i>inlet</i> tertutup aspal
Jl. Kubuanyar	15	± 58	0,019	5 lubang <i>inlet</i> tertutup aspal Rusak akibat akar pohon 2 buah manhole drainase pecah dimana pchannya menutupi aliran air
Jl. Singosari	16	± 39	0,019	9 lubang <i>inlet</i> tertutup aspal Rusak di dua tempat akibat kecelakaan lalu lintas dan sisanya akibat akar pohon
Jl. Kartika Plaza	17	± 6	0,021	Rusak akibat akar pohon
Jl. Dewi Sartika	18	-	0,017	-
Jl. Dewi Sartika	19	-	0,019	-

Sumber : Survei Lapangan

- Fasilitas Saluran Drainase Terbatas

Pembangunan fisik saluran drainase yang ada saat ini masih kurang dan baru mencapai 30 % dari perencanaan DED (2003), sehingga belum bisa mengurangi dampak banjir sesuai sasaran yang ditetapkan pada saat penyusunan studi terdahulu. Seperti pada gambar 4.7 dapat dilihat

pembangunan saluran drainase di Jl. Sunset-Road belum menjadi satu kesatuan dengan ruas yang lain karena keterbatasan pembangunan fisik saluran drainase yang dilakukan di wilayah ini.



Gambar 6.10.
Pembangunan Saluran Drainase
Yang Belum Selesai (lokasi Jl. Sunset Road)

Gambar 6.11 memperlihatkan permasalahan yang terjadi pada sistem drainase mikro. Ringkasan permasalahan sistem drainase mikro dapat dilihat Tabel 6.3.

Tabel 6.3.
Permasalahan Drainase Mikro

No	Wilayah	Lokasi Banjir (Saat Ini / Yad)	Genangan			Penyebab	Dampak
			Luas (Ha)	Tinggi (M)	Lama (Jam)		
1.	Seminyak	✓ Basangkasa	7,80	0,50-1,00	>4	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pola aliran pada sistem drainase ini belum jelas ○ Batasan daerah pelayanan pada saluran sekunder belum jelas ○ Belum ada penggunaan sistem buka tutup pintu pada bangunan bagi. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Banjir yang menggenangi jalan utama basangkasa
		✓ Jl. Kunti Timur	8.60	0.50-1.00	>3	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terdapat ruas saluran drainase yang belum menjadi satu kesatuan berada di sebelah timur Jl. Sunset Road ○ Pola aliran saluran sekunder belum tertata dengan baik ○ Pembersihan endapan pada saluran tidak dilakukan secara periodik 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Kalau pola aliran drainase Jl. utama Sunset Road tidak tertata akan megakibatkan rawan banjir
		✓ Double Six	7.20	0,50-0,80	>4	<ul style="list-style-type: none"> ○ Kemiringan saluran eksisting mengikuti permukaan jalan. ○ Terdapat penutupan pasir pada outlet sehingga aliran pada saluran pembuang menjadi lambat 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Banjir dan genangan yang berada di kiri kanan jalan kawasan wisata menyebabkan terganggunya fasilitas akomodasi

Lanjutan Tabel 6.3.
Permasalahan Drainase Mikro

No	Wilayah	Lokasi Banjir (Saat Ini / Yad)	Genangan			Penyebab	Dampak
			Luas (Ha)	Tinggi (M)	Lama (Jam)		
		✓ Sebelah timur Seminyak	4,80	1,00-1,50	>4	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terdapat penutupan saluran pembuang dan arah aliran tidak jelas. Sebelum ada L.C timur Legian pembuangan akhir menuju Tukad Mati ○ Pengambilan air Tukad Teba sudah tidak dilakukan lagi dan beban aliran dengan pola aliran tidak jelas menjadi titik rawan banjir pada lokasi ini 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Genangan dengan waktu lama mengakibatkan lingkungan kurang sehat ○ Mengganggu aktivitas masyarakat di sekitar areal persawahan
2.	Legian	✓ L.C. Legian	1,28	0,50–1,00	>3	<ul style="list-style-type: none"> ○ Masih terdapat daerah depresi ○ Pola aliran belum tertata dengan baik 	○ Genangan terjadi pada daerah-daerah depresi yang cukup mengganggu pengguna jalan
		✓ Jl. Dewi Sri	7,50	0.4-1.00	>3	<ul style="list-style-type: none"> ○ Belum terdapat saluran permanen dan pola aliran belum tertata ○ Beban limpasan cukup besar ○ Di beberapa titik merupakan daerah dengan elevasi terendah ○ Arah aliran menuju Tukad Mati belum jelas 	○ Rawan potensi banjir dengan genangan yang cukup luas

Lanjutan Tabel 6.3.
Permasalahan Drainase Mikro

No	Wilayah	Lokasi Banjir (Saat Ini / Yad)	Genangan			Penyebab	Dampak
			Luas (Ha)	Tinggi (M)	Lama (Jam)		
		✓ Sebelah timur Seminyak	4,80	1,00-1,50	>4	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terdapat penutupan saluran pembuang dan arah aliran tidak jelas. Sebelum ada L.C timur Legian pembuangan akhir menuju Tukad Mati ○ Pengambilan air Tukad Teba sudah tidak dilakukan lagi dan beban aliran dengan pola aliran tidak jelas menjadi titik rawan banjir pada lokasi ini 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Genangan dengan waktu lama mengakibatkan lingkungan kurang sehat ○ Mengganggu aktivitas masyarakat di sekitar areal persawahan
2.	Legian	✓ L.C. Legian	1,28	0,50-1,00	>3	<ul style="list-style-type: none"> ○ Masih terdapat daerah depresi ○ Pola aliran belum tertata dengan baik 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Genangan terjadi pada daerah-daerah depresi yang cukup mengganggu pengguna jalan
		✓ Jl. Dewi Sri	7,50	0.4-1.00	>3	<ul style="list-style-type: none"> ○ Belum terdapat saluran permanen dan pola aliran belum tertata ○ Beban limpasan cukup besar ○ Di beberapa titik merupakan daerah dengan elevasi terendah ○ Arah aliran menuju Tukad Mati belum jelas 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Rawan potensi banjir dengan genangan yang cukup luas

**Lanjutan Tabel 6.3.
Permasalahan Drainase Mikro**

No	Wilayah	Lokasi Banjir (Saat Ini / Yad)	Genangan			Penyebab	Dampak
			Luas (Ha)	Tinggi (M)	Lama (Jam)		
		✓ Jl. Padma Utara	1,68	0,30-0,50	>5	<ul style="list-style-type: none"> ○ Loloan sebagai pembuangan aliran alami terdesak oleh pembangunan ○ Terdapat penutupan saluran ○ Terdapat penyempitan alur saluran akibat tiang listrik 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Rawan potensi banjir ○ Sangat mengganggu aktivitas penduduk sekitar
		✓ Jl. Legian (Ground Zero)	0,50	0,50	>6	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ada peninggian jalan dan tidak dilengkapi dengan grill kearah melintang jalan 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Masih terdapat genangan – genangan kecil yang dapat mengganggu aktivitas
3.	Kuta	✓ Jl. Dewi Sartika	1,15	0,30-0,80	>6	<ul style="list-style-type: none"> ○ Saluran sebelah selatan Jl. Dewi Sartika belum menyatu dengan saluran eksisting ○ <i>Street inlet</i> banyak yang tertutup pasir 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Potensi genangan bisa semakin membesar dikarenakan saluran eksisting tidak mampu mengalirkan air buangan
		✓ Jl. Kendedes – Jl. Raya Kuta	9,50	0,80-1,00	>6	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pola aliran belum tertata dengan baik 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Menggenangi jalan utama dan kejadian pada hampir setiap musim hujan
		✓ Jl. Kubu Anyar I	4,80	0,50-0,80	>6	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pada kawasan sebelah barat Jl. Raya Kuta, fasilitas saluran drainase belum seluruhnya dibangun 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Rawan potensi banjir dengan genangan yang cukup luas ditambah kondisi lebar jalan yang relatif sempit

**Lanjutan Tabel 6.3.
Permasalahan Drainase Mikro**

No	Wilayah	Lokasi Banjir (Saat Ini / Yad)	Genangan			Penyebab	Dampak
			Luas (Ha)	Tinggi (M)	Lama (Jam)		
		✓ Jl. Kubu Anyar 2	4,50	0,50-0,80	>3	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pada kawasan sebelah barat Jl. Raya Kuta, fasilitas saluran drainase belum seluruhnya dibangun 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Rawan potensi banjir dengan genangan yang cukup luas ditambah kondisi lebar jalan yang relatif sempit
		✓ Jl. Kediri	2,20	0,60-1,20	>5	<ul style="list-style-type: none"> ○ Belum ada sambungan dengan saluran sekunder Jl. Kubu Anyar ○ Kecendrungan arah aliran menuju pantai dan pada bagian akhir dan terjadi penutupan saluran 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Lingkungan sekitar yang cukup padat dapat berpotensi menghasilkan air buangan yang cukup besar dan saluran yang ada tidak mampu menampung seluruhnya
		✓ Jl. Segara	0,68	0,50-1,00	>3	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terdapat penutupan saluran menuju ke laut dan masyarakat khawatir akan terjadi pembuangan limbah rumah tangga ke laut 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Masih terdapat genangan di jalan menuju pantai

Sumber : Hasil Analisa Survei Lapangan

Kemudian evaluasi dengan aspek teknis untuk permasalahan pada sistem drainase mikro dapat dilakukan dengan cara perhitungan. Setelah debit maksimum saluran eksisting dihitung pada bab sebelumnya, maka langkah selanjutnya yaitu mengevaluasi kapasitas saluran eksisting terhadap debit banjir rencana untuk perencanaan selama 25 tahun. Adapun langkah-langkah untuk menghitung kapasitas saluran adalah :

1. Hitung selisih antara debit maksimum saluran eksisting dengan debit banjir rencana.
2. Apabila dihasilkan nilai selisih (-) maka saluran eksisting tidak mencukupi, sehingga dimensinya harus diperbesar. Dan apabila didapatkan nilai selisih positif (+) maka kapasitas saluran eksisting masih mencukupi.

Untuk contoh perhitungan dipakai saluran eksisting 1 (Jl. Sunset Road).

Diketahui :

- Q saluran eksisting (Qs) : 0,1042 m³/dtk
- Q banjir rencana (Qr) : 0,4570 m³/dtk

Maka :

$$\begin{aligned}
 Q \text{ selisih kapasitas (Qk)} & : Q_s - Q_r \\
 & : 0,1042 - 0,4570 \\
 & : -0,3528 \text{ m}^3/\text{dtk}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa kapasitas saluran tersebut tidak mencukupi, sehingga perlu dilakukan normalisasi terhadap saluran tersebut.

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 6.4.

Tabel 6.4.
Evaluasi Kapasitas Saluran Maksimum Terhadap Debit Rencana

Nama Jalan	Kode Saluran	Qs Eksisting (m ³ /dtk)	Qs Saat Ini (m ³ /dtk)	Qs Maksimum (m ³ /dtk)	Qr (m ³ /dtk)	Qk (m ³ /dtk)	Keterangan	Tindakan
Jl. Sunset Road	1	0,0451	0,0391	0,1042	0,4570	-0,3528	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi
Jl. Kunti	2	0,0390	0,0355	0,0688	0,3072	-0,2384	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi
Jl. Sunset Road	3	0,0430	0,0365	0,0918	0,4921	-0,4003	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi
Jl. Sunset Road	4	0,0430	0,0379	0,0918	0,8170	-0,7252	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi
Jl. Werkudara	5	0,0430	0,0342	0,0918	0,4960	-0,4042	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi
Jl. Dewi Sri	6a	0,0430	0,0348	0,0688	0,4087	-0,3399	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi
Jl. Abianbase	6b	0,0390	0,0348	0,0688	0,1967	-0,1279	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi
Jl. By Pass Ngurah Rai	7	0,0430	0,0368	0,0918	0,2481	-0,1563	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi
Jl. Abianbase	8	0,0390	0,0346	0,0688	0,1971	-0,1283	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi
Jl. Majapahit	9a	0,0398	0,0355	0,0745	0,2598	-0,1853	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi
Jl. Majapahit	9b	0,0398	0,0359	0,0745	0,2611	-0,1866	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi
Jl. Legian	10	0,0451	0,0377	0,1042	0,5649	-0,4607	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi
Jl. Majapahit	11	0,0398	0,0355	0,0745	0,3589	-0,2844	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi
Jl. Pantai Kuta	12	0,0451	0,0387	0,1042	1,5653	-1,4611	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi
Jl. Singosari – Jl. Kalianget	13	0,0605	0,0545	0,2081	0,6584	-0,4503	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi
Jl. Bakungsari	14	0,0430	0,0380	0,0918	0,1397	-0,0479	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi
Jl. Kubuanyar	15	0,0430	0,0378	0,0918	0,6491	-0,5573	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi
Jl. Singosari	16	0,0451	0,0398	0,1042	1,1229	-1,0187	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi
Jl. Kartika Plaza	17	0,0451	0,0391	0,1042	1,0469	-0,9427	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi
Jl. Dewi Sartika	18	0,0430	0,0384	0,0918	0,3790	-0,2872	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi
Jl. Dewi Sartika	19	0,0451	0,0398	0,1042	0,1295	-0,0253	Saluran tidak mencukupi	Normalisasi

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk itu solusi dalam penyelesaian permasalahan banjir dapat dilakukan dengan merencanakan sistem pengendali banjir untuk Kecamatan Kuta Kabupaten Badung Bali.

6.2. Rencana Sistem Pengendali Banjir

Penanganan banjir di kawasan Kuta meliputi penanganan banjir sistem drainase makro dan sistem drainase mikro. Penanganan banjir makro merupakan lingkup daerah tangkapan air (*cathment area*) Tukad Mati dan area pembuangan irigasi Desa Pendarungan – Desa Kapal yang terletak di bagian *upstream* Tukad Mati. Pembuangan irigasi Desa Pendarungan – Desa Kapal memberikan luasan daerah tangkapan yang cukup besar dan mempengaruhi beban aliran permukaan menuju Tukad Mati.

6.2.1. Sistem Pengendalian Banjir Makro

- Rencana Saluran Diversi (*Diversion Channel*) I

Rencana penempatan saluran diversifikasi I ini dekat Tukad Yeh Penet di bawah Pura Dalem Pendarungan. Alternatif penggunaan sistem ini adalah untuk mengantisipasi kekurangan dari pengambilan bebas (tidak ada pintu) yang ada pada Bendungan kapal dan mengurangi beban limpasan atau pembuangan air irigasi Desa Pendarungan – Desa Kapal menuju Tukad Mati. Daerah tangkapan Tukad mati diluar DAS alamiah berupa pembuangan irigasi sebesar 19,50 km² dan luasannya setara dengan setengah dari DAS alamiah. Sistem pengendalian banjir ini dilengkapi dengan pintu dan bangunan pelimpah samping (*side spillway*) yang didesain mampu menampung beban limpasan dari pembuangan air irigasi sehingga tidak membebani Tukad Mati.



Gambar 6.12.
Bangunan Pelimpah Samping
(*Side Spillway*)

- Pengoperasian Intake Mambal

Pengoperasian pintu pada Bendungan Mambal disesuaikan dengan kebutuhan irigasi pada daerah pelayanan. Pengoperasian intake ini sangat penting dilakukan apalagi pada saat terjadi debit banjir dan harus dilakukan penutupan pintu agar debit aliran Tukad Ayung tidak membebani Tukad Mati. Pada Kondisi ini Tukad Mati murni berfungsi sebagai pembuangan utama drainase.

- *Long Storage* Sebelah Hulu Jl. Gunung Agung

Alur Tukad Mati yang memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai *Long Storage* adalah alur Tukad mati dari Desa Sempidi sampai Jl. Gatot Subroto. Kapasitas penampang Tukad Mati sepanjang alur ini belum dimanfaatkan secara maksimal sebagai penampung air sementara dan saat ini aliran air langsung meluncur ke hilir. Pertimbangan penggunaan alternatif *Long Storage* ini adalah sebagai berikut :

- ✓ Mengoptimalkan Kapasitas Profil Penampang

Profil penampang Tukad Mati mulai dari Desa Sempidi sampai Jl. Gatot Subroto mempunyai lebar 6 m – 12 m dan tinggi tebing 3 m – 7 m. Kapasitas penampang cukup mampu menampung beban aliran permukaan yang sifatnya sementara dan untuk mengoptimalkan fungsi profil penampang Tukad mati sebagai penampung sementara maka dibuatkan alternatif pengendalian banjir dengan *Long Storage*. Rencana *Long Storage* pada alur ini harus melalui tahapan – tahapan kegiatan seperti kajian pola aliran, aspek sosial dan lingkungan.

- ✓ Memperpanjang Waktu Konsentrasi

Penerapan *Long Storage* pada alur Tukad Mati hulu sangat membantu sistem pengaliran drainase pada kawasan studi. Dengan *Long Storage* ini, air limpasan permukaan di DAS Tukad Mati bagian hulu ditampung sementara dan pada proses penampungan akan memerlukan waktu konsentasi untuk mencapai debit rencana. Pada *Long Storage* ini dilengkapi sistem pintu otomatis di beberapa titik

sebagai alat kontrol dalam pengendalian banjir pada sub DAS ini. Dengan penerapan *Long Storage* pada alur sungai bagian hulu didapatkan waktu konsentrasi banjir bagian hilir menjadi lama dan berdasarkan karakteristik tinggi hujan di wilayah studi dimana lama hujan lebih besar 2 jam-an, intensitas hujan akan semakin menurun dan debit aliran sungai semakin menurun.

✓ Kapasitas Penampang Tukad Mati Bagian Hilir Terbatas

Pofil penampang alur Tukad Mati dari titik kontrol sebelah hilir Bendungan Lange sampai ke hilir memiliki dimensi lebar 10 m – 18 m dengan tinggi tanggul 3 m – 4 m. Kapasitas penampang pada alur sungai ini sangat terbatas dan tidak memungkinkan lagi dilakukan pelebaran sesuai debit banjir rencana dalam standar pengendalian banjir.

▪ Rencana Saluran Diversi (*Diversion Channel*) II

Pembuatan Saluran diversii II ditempatkan mulai dari bangunan bagi pertama yang ada di wilayah Kerobokan Kelod. Saluran diversii II ini dimaksudkan untuk mengatasi permasalahan banjir dan genangan yang terdapat di Jl. Raya Kerobokan dan Jl. Basangkasa. Pengalihan aliran setiap musim hujan pada saluran primer ini dibuang menuju pembuangan utama terdekat yakni Tukad Umalas.

▪ Normalisasi Alur Sungai Tukad Umalas

Normalisasi alur Tukad Umalas direncanakan dari Jl. Gunung Shangiang sampai ke hilir. Normalisasi alur Tukad Umalas ini dilakukan untuk menampung air limpahan dari saluran diversii I dan II. Pelaksanaan normalisasi sangat diperlukan untuk mengamankan alur sungai dan mampu menampung debit banjir rencana.

▪ Pelebaran Penampang Tukad Mati

Pelebaran penampang alur Tukad Mati pada kawasan Kuta dilakukan pada bagian alur yang mengalami penyempitan (*bottle neck*). Pelebaran

penampang alur Tukad Mati dilakukan di jembatan Nakula dan di jembatan Patih Jelantik.

- Penerapan Batas – batas Sempadan Sungai

Batas – batas sempadan Tukad Mati dari hulu sampai Jl. Sunset Road belum jelas. Batas – batas sempadan sungai sangat penting untuk mendapatkan akses menuju Tukad Mati apabila nantinya ada perbaikan maupun pemeliharaan sungai. Jalan yang ada di kiri kanan Tukad Mati yang ada di sebelah timur Legian sangat bagus untuk akses menuju pemukiman penduduk dan dapat dimanfaatkan untuk kegiatan perbaikan dan pemeliharaan sungai.

- Pengembangan Sumber Daya Air Secara Terintegrasi Dan Berkelanjutan

- ✓ Pengendalian pertumbuhan perkotaan kearah hulu

Pengendalian pertumbuhan perkotaan kearah hulu sangat diperlukan untuk mengurangi beban limpasan permukaan menuju Tukad Mati. Daerah tangkapan air (DAS) Tukad Mati meliputi daerah yang sebagian merupakan wilayah Kota Denpasar dan sebagian merupakan wilayah Kabupaten Badung. Penataan peruntukan lahan DAS lintas Kabupaten harus terintegrasi dari hulu sampai hilir dan dilakukan pada tingkat Provinsi. Usaha untuk mengendalikan pertumbuhan perkotaan memerlukan kebijakan yang strategis untuk mengamankan Kawasan Kuta yang posisinya di bagian hilir.

- ✓ Pengembangan dan pemanfaatan SDA

Pemanfaatan sumber daya air (SDA) Sungai Tukad Mati saat ini dimanfaatkan untuk irigasi dan luas lahan pertanian berkurang secara drastis setiap tahunnya. Pemanfaatan air sungai Tukad Mati hampir sedikit penggunaannya karena sudah terjadi perubahan peruntukkan lahan dan air Tukad Mati pada bagian ini terbuang ke hilir.

Seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan pariwisata di Kawasan Kuta, sangat diperlukan penambahan kapasitas sumber air baku. Sistem penyediaan air baku di waduk / DAM saat ini

baru mencapai 300 liter/detik dan berdasarkan pengembangan waduk / DAM tahap II diperlukan penambahan kapasitas sumber sebesar 600 liter/detik. Dengan adanya penambahan kapasitas air baku waduk / DAM perlu dipikirkan rencana supai air dari aliran Sungai Tukad Mati menuju waduk / DAM.

Rencana sistem pengendali banjir makro tersaji pada gambar 6.13 sedangkan tabel 6.5. menyajikan detail rencana sistem pengendalian banjir makro.

Tabel 6.5.
Sistem Pengendali Banjir Makro

No	Wilayah	Lokasi Banjir (Saat Ini / Yad)	Fungsi Saluran	Penyebab	Rencana Penanganan
1	Bagian Atas DAS (upper DAS)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bagian tengah DAS ✓ Bagian hilir DAS 	Primer	<ul style="list-style-type: none"> ○ Sistem jaringan irigasi primer Intake Kapal dan Mambal mempengaruhi kapasitas Tukad Mati bagian tengah dan hilir ○ Kapasitas bagian hilir penampang sungai dari Desa Monang – maning ke hilir terbatas sehingga berpotensi terjadi banjir di wilayah ini. ○ Kurangnya sistem pengendali banjir bagian atas DAS 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Untuk mengantisipasi banjir kiriman di bagian atas DAS Tukad Mati perlu direncanakan saluran diversifikasi I dekat Pura Dalem Penarungan. Pertimbangan saluran diversifikasi di lokasi ini mengingat sistem pengambilan air di Bendungan Kapal adalah pengambilan bebas (tanpa pintu) dan aliran dialihkan ke Tukad Yeh Penet ○ Sistem pengoperasian pintu di Bendungan Mambal sehingga beban aliran ke hilir pada saat hujan menjadi berkurang
2	Basangkasa	✓ Sepanjang Jl. Basangkasa	Primer	<ul style="list-style-type: none"> ○ Meluapnya air pada saluran irigasi dari titik pembagian air ke selatan pinggir Jl. raya Basangkasa ○ Belum terdapat sistem pengendali banjir (sistem pintu dan sodetan) ○ Saluran terdapat endapan dan sampah ○ Pembersihan dan pengglontoran saluran belum sepenuhnya dilaksanakan 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Untuk menangani permasalahan genangan/banjir pada setiap musim hujan perlu dibuatkan saluran diversifikasi II dan aliran dialihkan ke Tukad Umalas ○ Normalisasi saluran Basangkasa ○ Untuk menampung beban aliran dari saluran diversifikasi II, penampang Tukad Umalas perlu dilakukan normalisasi.

**Lanjutan Tabel 6.5.
Sistem Pengendali Banjir Makro**

No	Wilayah	Lokasi Banjir (Saat Ini / Yad)	Fungsi Saluran	Penyebab	Rencana Penanganan
3	Kerobokan Kelod	Timur L.P Kerobokan	Primer	<ul style="list-style-type: none"> ○ Saluran irigasi terdesak oleh permukiman dan lokasi jalan merupakan elevasi yang rendah ○ Saluran irigasi eksisting belum terdapat normalisasi 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Saluran pembuang irigasi yang ada di lokasi ini perlu dilakukan normalisasi dan konstruksi yang permanen. ○ Untuk kedepan saluran ini berfungsi sebagai saluran pembuang drainase yang harus mendapatkan penanganan.
4	Kerobokan Kelod	Perbatasan dengan Seminyak	Primer	<ul style="list-style-type: none"> ○ Saluran irigasi eksisting belum terdapat normalisasi dan belum dibuat permanen ○ Dimensi eksisting tidak mampu mengalirkan debit rencana ○ Daerah genangan merupakan elevasi yang sangat rendah dan frekuensi genangan cukup lama 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Perlu dilakukan normalisasi dengan konstruksi saluran permanen dengan memperhitungkan debit banjir rencana. ○ Elevasi permukaan tanah tempat rencana permukiman atau penggunaan lainnya harus menyesuaikan dengan elevasi tanggul saluran dan tinggi jagaan untuk keamanan.
5	Seminyak	Jl. Kunti (timur)	Pembuang irigasi	<ul style="list-style-type: none"> ○ Beban aliran cukup besar dan dimensi eksisting tidak mampu menampung ○ Perubahan tata guna lahan di daerah ini cukup cepat dan meningkatnya koefisien limpasan ○ Belum terdapat normalisasi 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Saluran pembuang irigasi harus dilakukan normalisasi dan disesuaikan dengan debit banjir rencana

**Lanjutan Tabel 6.5.
Sistem Pengendali Banjir Makro**

No	Wilayah	Lokasi Banjir (Saat Ini / Yad)	Fungsi Saluran	Penyebab	Rencana Penanganan
6	Seminyak	Hilir Pembuangan Irigasi	Pembuang irigasi	<ul style="list-style-type: none"> ○ Aliran pembuang irigasi bagian hilir menjadi terhambat akibat pembendungan di Tukad Mati ○ Bendungan eksisting sudah tidak berfungsi dan daerah pelayanan irigasi di kawasan sudah berubah fungsi 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Bendungan permanen Ulun Tanjung saat ini tidak berfungsi lagi karena daerah pelayanan sudah banyak berubah fungsi. Keberadaannya saat ini sangat mengganggu aliran pada saluran sekunder. Dengan permasalahan ini Bendungan Ulun Tanjung harus dibongkar.

Sumber : Hasil Analisa

6.2.2. Sistem Pengendalian Banjir Mikro

- **Terbentuk Pola Aliran**

Dengan membagi daerah tangkapan air (*cathment area*) pada sub area akan membentuk jaringan saluran drainase sekunder, maka arah dan pola aliran saluran drainase akan terlihat jelas kemana arah pembuangan air pada saluran tersebut. Dengan sistem jaringan dan pola aliran yang jelas pada saluran drainase akan membantu didalam merencanakan saluran drainase yang lebih detail. Pola aliran sistem jaringan drainase eksisting perlu ditingkatkan fungsinya melalui sistem operasi dan pemeliharaan secara periodik. Ada beberapa sub area yang belum terbentuk pola alirannya, diantaranya yang terdapat di wilayah Basangkasa, Seminyak, dan Timur Legian. Rencana pola aliran yang direncanakan harus mengoptimalkan fungsi saluran pembuang eksisting.

- **Mengamankan Alur Saluran Pembuang Irigasi**

Pengamanan alur saluran pembuang irigasi harus segera dilakukan mengingat intensitas pembangunan prasarana pendukung pariwisata begitu cepat. Alur saluran pembuang irigasi di beberapa tempat mengalami penyempitan yang dapat mengurangi kapasitas aliran dalam saluran. Penyempitan alur saluran pembuang irigasi terjadi di sebelah timur LP Kerobokan, Basangkasa dan Seminyak.

- **Pembuatan Saluran Baru**

- ✓ **Rencana Saluran di sekitar Dhyanapura dan Basangkasa**

Saluran drainase ini untuk mengatasi banjir pada daerah sekitar Dhyanapura dan Basangkasa. Genangan banjir saat ini disebabkan karena belum terdapat sistem drainase yang terpola dengan baik. Rencana penempatan saluran drainase untuk mengatasi banjir di daerah ini :

- Rencana saluran drainase di sekitar daerah Dhyanapura dan Pembuangan akhir menuju saluran Jl. Sari Dewi

- Rencana saluran yang dimulai dari bangunan bagi saluran irigasi yang ada di Basangkasa dan perlu dilengkapi dengan sistem pintu sebelum bangunan bagi dan aliran bisa dioptimalkan menuju saluran sekunder yang ada di Jl. Sunset Road.
- Rencana saluran sekunder Jl. Sunset Road (sebelah Timur) dan saluran ini sangat diperlukan untuk mengatasi permasalahan banjir di Jl. Kunti.
- ✓ Rencana Saluran Drainase Jl. Seminyak dan Jl. Double Six
Penataan saluran ini dimaksudkan untuk meningkatkan fungsi saluran drainase sehingga permasalahan banjir dapat dikurangi. Penataan saluran drainase ini meliputi :
 - Saluran drainase Jl. Double Six, saluran eksisting mengikuti kemiringan permukaan tanah dan kondisi bergelombang sehingga kapasitas aliran belum optimal, jadi sangat diperlukan penataan saluran yang lebih baik.
 - Penataan saluran di daerah pantai Oberoi
- ✓ Rencana Saluran Drainase Jl. Dewi Sri
Pola aliran saluran drainase Jl. Dewi Sri saat ini belum terpola dengan baik sehingga permasalahan banjir terjadi pada setiap musim hujan. Penataan saluran pada daerah ini meliputi dimensi saluran, evaluasi bangunan bagi dan rencana pembuangan akhir. Bangunan bagi yang ada di Jl. Imam Bonjol perlu dilakukan reDesain mengingat pemanfaatan air ke daerah irigasi sudah berkurang mengingat peruntukkan lahan mengalami perubahan fungsi. Saat ini bangunan bagi eksisting cenderung alirannya lebih banyak menuju ke barat dan satu sisi aliran menuju saluran pembuang sudah hilang dan peruntukkan lahan ini untuk *Land Consolidation*.
- Normalisasi Saluran
Normalisasi saluran pembuang irigasi sangat mendesak dilakukan untuk mengantisipasi perkembangan daerah ini dan kebutuhan dimensi

sesuai debit banjir rencana. Normalisasi saluran ini meliputi normalisasi saluran irigasi di sebelah timur Seminyak, saluran irigasi Basangkasa, Batubelig dan Petitenget.

- Redesain Bangunan Pelengkap

Ada beberapa titik bangunan pelengkap yang ada di wilayah studi yang harus di redesain. Dimensi bangunan pelengkap yang kurang memenuhi sering menimbulkan permasalahan banjir pada setiap musim hujan.

- Pengamanan *Outfall* eksisting

Pengamanan *outfall* eksisting sangat diperlukan sebagai pembuang akhir saluran drainase menuju laut. Ada beberapa *outfall* yang pembungannya menuju laut :

- *Outfall* Saluran sekunder selatan Petitenget

Saluran ini melayani sub *cathment area* yakni *cathment* obero, daerah Jl. Laksamana bagian utara.

- *Outfall* Saluran sekunder Abimanyu

Hanya melayani satu *cathment* saja yakni daerah pengaliran antara Jl. Laksamana sampai daerah sebelah utara Jl. Abimanyu.

- *Outfall* Saluran sekunder Jl. Arjuna

Saluran drainase hanya melayani *cathment* daerah antara Abimanyu sampai dengan bagian utara Jl. Arjuna.

- *Outfall* Saluran sekunder Gg. Matahari Werkudara

Hanya melani satu *cathment* saja yakni *cathment* daerah sekitar Jl. Werkudara.

- Penataan *Outfall*

Kondisi permukaan lahan yang ada di sebelah timur Legian mempunyai elevasi yang sangat rendah dan beda tinggi antara permukaan lahan dengan dasar sungai Tukad Mati sekitar 0,30 m – 0,50 m. *Outfall-outfall* yang ada sebagian besar dibangun secara sederhana dan kurang

efektif dalam mengalirkan air permukaan sehingga menimbulkan genangan-genangan pada setiap musim hujan. *Outfall-outfall* yang ada di sebelah timur maupun sebelah barat Tukad Mati kondisinya hampir sama yakni penempatan *outfall* kurang tertata sehingga berpotensi terjadi aliran balik menuju permukiman yang dekat sungai Tukad Mati.

Penataan *outfall-outfall* yang terdapat di sebelah barat dan timur Tukad Mati yang dimulai dari Jl. Nakula sampai Jembatan Patih Jelantik sangat diperlukan melalui *Outfall Consolidation*. *Outfall Consolidation* merupakan sistem pembuangan aliran dari beberapa saluran yang dikumpulkan di saluran kolektor selanjutnya dialirkan melalui satu pintu yang dibuang menuju Tukad Mati.

Rencana sistem pengendalian banjir mikro tersaji pada gambar 6.14 sedangkan tabel 6.5. menyajikan detail rencana sistem pengendalian banjir mikro.

Tabel 6.6.
Sistem Pengendali Banjir Mikro

o	Wilayah	Lokasi Banjir (Saat Ini / Yad)	Penyebab	Rencana Penanganan
1.	Seminyak	✓ Basangkasa	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pola aliran pada sistem drainase ini belum jelas ○ Batasan daerah pelayanan pada saluran sekunder belum jelas ○ Belum ada penggunaan sistem buka tutup pintu pada bangunan bagi. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Rencana saluran baru di sebelah timur Jl. Sunset Road ○ Bangunan bagi dilengkapi dengan pintu
		✓ Jl. Kunti Timur	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terdapat ruas saluran drainase yang belum menjadi satu kesatuan berada di sebelah timur Jl. Sunset Road ○ Pola aliran saluran sekunder belum tertata dengan baik ○ Pembersihan endapan pada saluran tidak dilakukan secara periodik 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Rencana saluran baru dari titik bangunan bagi Basangkasa sampai saluran Jl Kunti ○ Sistem pengglontoran pada ruas ini masih memungkinkan dengan memanfaatkan air irigasi
		✓ Double Six	<ul style="list-style-type: none"> ○ Kemiringan saluran eksisting mengikuti permukaan jalan. ○ Terdapat penutupan pasir pada outlet sehingga aliran pada saluran pembuang menjadi lambat 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Rencana saluran baru Jl. Seminyak - Jl. Nakula ○ Rencana saluran baru Jl. Seminyak - Jl. Double Six ○ Pemeliharaan outlet menuju pantai akibat penutupan pasir
		✓ Sebelah timur Seminyak	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terdapat penutupan saluran pembuang dan arah aliran tidak jelas. Sebelum ada L.C timur Legian pembuangan akhir menuju Tukad Mati ○ Pengambilan air Tukad Teba sudah tidak dilakukan lagi dan beban aliran dengan pola aliran tidak jelas menjadi titik rawan banjir pada lokasi ini 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Rencana sodetan dari saluran pembuang irigasi menuju Tukad Mati ○ Redesain bangunan bagi yang terdapat di alur Tukad Teba dan mengoptimalkan aliran keselatan menuju Tukad Mati

Lanjutan Tabel 6.6.
Sistem Pengendali Banjir Mikro

No	Wilayah	Lokasi Banjir (Saat Ini / Yad)	Penyebab	Rencana Penanganan
2.	Legian	✓ L.C. Legian	<ul style="list-style-type: none"> ○ Masih terdapat daerah depresi ○ Pola aliran belum tertata dengan baik 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Penataan pola aliran dan elevasi permukaan tanah tempat permukiman menyesuaikan dengan elevasi debit banjir dan tinggi jagaan terhadap saluran terdekat.
		✓ Jl. Dewi Sri	<ul style="list-style-type: none"> ○ Belum terdapat saluran permanen dan pola aliran belum tertata ○ Beban limpasan cukup besar ○ Di beberapa titik merupakan daerah dengan elevasi terendah ○ Arah aliran menuju pembuang Tukad Mati belum jelas 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Perlu penataan pola aliran pada kawasan Jl. Dewi Sri ○ Rencana saluran baru menuju pembuangan Tukad Mati di 2 (dua) lokasi
		✓ Jl. Padma Utara	<ul style="list-style-type: none"> ○ Loloan sebagai pembuangan aliran alami terdesak oleh pembangunan ○ Terdapat penutupan saluran ○ Terdapat penyempitan alur saluran akibat tiang listrik 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Rencana saluran sekunder Jl. Padma Utara menuju Jl. Padma
		✓ Jl. Legian (Ground Zero)	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ada peninggian jalan dan tidak dilengkapi dengan grill kearah melintang jalan 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Mengoptimalkan fungsi street <i>inlet</i> dengan melakukan pembersihan ○ Pemasangan grill melintang Jl. dekat ground zero

**Lanjutan Tabel 6.6.
Sistem Pengendali Banjir Mikro**

No	Wilayah	Lokasi Banjir (Saat Ini / Yad)	Penyebab	Rencana Penanganan
3.	Kuta	✓ Jl. Dewi Sartika	<ul style="list-style-type: none"> ○ Saluran sebelah selatan Jl. Dewi Sartika belum menyatu dengan saluran eksisting ○ <i>Street inlet</i> banyak yang tertutup pasir 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Rencana saluran baru Jl. Dewi sartika ○ Pemeliharaan <i>street inlet</i>
		✓ Jl. Kendedes – Jl. Raya Kuta	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pola aliran belum tertata dengan baik 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Perlu penataan saluran di sebelah barat maupun timur Jl. Raya Kuta ○ Rencana saluran baru Jl. Raya Kuta
		✓ Jl. Kubu Anyar 1	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pada kawasan sebelah barat Jl. Raya Kuta, fasilitas saluran drainase belum seluruhnya dibangun 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Rencana saluran baru di sekitar Jalan Kubuanyar
		✓ Jl. Kubu Anyar 2	<ul style="list-style-type: none"> ○ Pada kawasan sebelah barat Jl. Raya Kuta, fasilitas saluran drainase belum seluruhnya dibangun 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Rencana saluran baru di sekitar Jalan Kubuanyar
		✓ Jl. Kediri	<ul style="list-style-type: none"> ○ Belum ada sambungan dengan saluran sekunder Jl. Kubu Anyar ○ Kecendrungan arah aliran menuju pantai dan pada bagian akhir dan terjadi penutupan saluran 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Saluran drainase sebelah selatan Jl. harus dihubungkan dengan saluran sekunder Jl. Kubuanyar
		✓ Jl. Segara	<ul style="list-style-type: none"> ○ Terdapat penutupan saluran menuju ke laut dan masyarakat khawatir akan terjadi pembuangan limbah rumah tangga ke laut 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Penerapan sumur resapan untuk Hotel dan pemilihan area parkir yang tembus air

Sumber : Hasil Analisa

▪ Solusi Penyelesaian Masalah Banjir Dengan Normalisasi Saluran

Berdasarkan hasil evaluasi pada tabel 6.3 diketahui semua saluran drainase di kawasan Kuta tidak mencukupi mengalirkan air buangan untuk 25 tahun kedepan. Untuk itu perlu dilakukan penanganan banjir dengan normalisasi saluran seperti :

- a. Memperbesar dimensi saluran.
- b. Pembersihan sedimen dan sampah pada saluran.

Solusi penyelesaian masalah banjir dapat dilakukan dengan menambah kedalaman saluran sebanyak 1,2 m jadi total kedalaman saluran mencapai 1,5 m dan penambahan lebar saluran dengan memperhitungkan lebar jalan. Dengan penambahan kedalaman dan lebar saluran, evaluasi dilakukan kembali dengan membandingkan debit banjir rencana (Q_r) dan debit saluran baru (Q_s). Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 6.4 berikut :

Tabel 6.7.
Evaluasi Kapasitas Saluran Maksimum Setelah Memperbesar Dimensi Terhadap Debit Rencana

Nama Jalan	Kode Saluran	l baru (m)	h total (m)	Qs Maksimum (Dimensi Baru) (m ³ /dtk)	Qr (m ³ /dtk)	Qk (m ³ /dtk)	Keterangan
l. Sunset Road	1	1,00	1,50	0,5838	0,4570	0,1268	Mencukupi
l. Kunti	2	0,80	1,50	0,4203	0,3072	0,1131	Mencukupi
l. Sunset Road	3	2,00	1,50	1,6937	0,4921	1,2016	Mencukupi
l. Sunset Road	4	2,00	1,50	1,6937	0,8170	0,8767	Mencukupi
l. Werkudara	5	2,00	1,50	1,6937	0,4960	1,1977	Mencukupi
l. Dewi Sri	6a	1,10	1,50	0,6735	0,4087	0,2648	Mencukupi
l. Abianbase	6b	0,80	1,50	0,4203	0,1967	0,2236	Mencukupi
l. By Pass Ngurah Rai	7	1,00	1,50	0,5838	0,2481	0,3357	Mencukupi
l. Abianbase	8	1,00	1,50	0,5838	0,1971	0,3867	Mencukupi
l. Majapahit	9a	1,00	1,50	0,5838	0,2598	0,3240	Mencukupi
l. Majapahit	9b	0,80	1,50	0,4203	0,2611	0,1592	Mencukupi
l. Legian	10	1,00	1,50	0,5838	0,5649	0,0189	Mencukupi
l. Majapahit	11	0,80	1,50	0,4203	0,3589	0,0614	Mencukupi
l. Pantai Kuta	12	2,00	2,00	1,6937	1,5653	0,1284	Mencukupi
l. Singosari – Jl. Kalianget	13	2,00	2,00	1,6937	0,6584	1,0353	Mencukupi
l. Bakungsari	14	1,00	2,00	0,5838	0,1397	0,4441	Mencukupi
l. Kubuanyar	15	1,50	1,50	1,0812	0,6491	0,4321	Mencukupi
l. Singosari	16	2,00	1,50	1,6937	1,1229	0,5708	Mencukupi
l. Kartika Plaza	17	1,50	1,50	1,0812	1,0469	0,0343	Mencukupi
l. Dewi Sartika	18	1,00	1,50	0,5838	0,3790	0,2048	Mencukupi
l. Dewi Sartika	19	1,00	1,50	0,5838	0,1295	0,4543	Mencukupi

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari peta genangan banjir (gambar 4.8) 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.

6.3. 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. Hasil rencana penanganan sistem pengendali banjir mikro (tabel 6.6)
- e. Titik-titik *outfall* ke sungai atau laut pada daerah studi.

Setelah mempertimbangkan keempat point diatas, maka dapat dilakukan perencanaan saluran sekunder seperti yang tersaji pada gambar 6.14. Bentuk saluran sekunder direncanakan menyesuaikan bentuk saluran eksisting yaitu saluran tipe 50 sebab :

- Saluran ini berfungsi sebagai saluran air hujan, air buangan rumah tangga dan air irigasi.
- Memudahkan pengangkutan atau penggerukan endapan / sedimen.

Untuk detail titik koordinat, elevasi pada hulu dan hilir serta panjang saluran baru disajikan pada tabel 6.8.

Tabel 6.8.
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
Jl. Kunti Timur	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 I	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	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. Segara	16	319491,7092	9033703,9233	319078,9248	9033812,4173	2,71	1,61	427
Jl. Dewi Sartika	17	319628,7231	9034580,8146	320743,0339	9035104,7738	2,60	2,45	1397

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ Penentuan Debit Banjir Rencana (Qr) Untuk Saluran Baru

Sebelum menentukan debit banjir rencana (Qr) terlebih dahulu dibuat blok-blok yang dilayani oleh masing-masing saluran baru (gambar 6.15).

1. Intensitas Hujan Masing-masing Saluran Baru

Contoh perhitungan waktu mulai hujan (T) untuk blok I (saluran 1) :

Diketahui :

- Curah hujan rancangan (R) untuk kala ulang 5 tahun = 208,51 mm
- Panjang saluran (p) = 876 m

$$\begin{aligned} \text{Nilai waktu mulai hujan (T)} &= \frac{0,0195}{60} \times \left[\frac{L}{\sqrt{5}} \right]^{0,77} \\ &= \frac{0,0195}{60} \times \left[\frac{876}{\sqrt{5}} \right]^{0,77} \\ &= 0,032248 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi besarnya intensitas hujan (I)} &= \frac{R}{24} \left(\frac{24}{T_c} \right)^{\frac{2}{3}} \\ &= \frac{208,51}{24} \left(\frac{24}{0,025} \right)^{\frac{2}{3}} \\ &= 713,48 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 6.10.

▪ Time Concentration Analisis (Tc)

Contoh perhitungan waktu konsentrasi (Tc) untuk blok A (saluran 1) :

Diketahui :

- Elevasi di hulu = 10,48 m
- Elevasi di hilir = 7,99 m
- L = 876 m
- Ti = 30 menit (diasumsikan)

$$- T_f = \frac{L}{60 \cdot v}$$

$$\begin{aligned} \text{Mencari kemiringan saluran (S)} &= \frac{\Delta H}{L} \\ &= \frac{10,48 - 7,99}{876} = 0,002842 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mencari kecepatan aliran (v)} &= 20 \left[\frac{S}{L} \right]^{0,6} \\ &= 20 \left[\frac{0,002842}{876} \right]^{0,6} = 0,010180 \end{aligned}$$

$$\text{Waktu aliran dari hulu-hilir (Tf)} = \frac{876}{60 \cdot 0,010180}$$

$$= 1434 \text{ menit}$$

$$\text{Jadi waktu konsentrasi (Tc)}$$

$$= T_i + T_f$$

$$= 30 \text{ menit} + 1434 \text{ menit}$$

$$= 1464 \text{ menit} \approx 24 \text{ jam}$$

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 6.10.

2. Perhitungan Debit Air Hujan (Qa)

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

Diketahui :

$$- \text{Luas blok A} = 0,149 \text{ Km}^2$$

$$- \text{Intensitas hujan} = 713,48 \text{ mm/jam}$$

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 I :

Tabel 6.9.
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 1 (blok I) dapat dicari dengan rumus rasional :

$$\begin{aligned} Q_{a_1} &= 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \\ &= 0,278 \cdot 0,70 \cdot 713,48 \cdot 0,149 \\ &= 20,68776 \text{ m}^3/\text{jam.km}^2 \approx 0,005747 \text{ m}^3/\text{dtk.km}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{a_2} &= 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \\ &= 0,278 \cdot 0,95 \cdot 713,48 \cdot 0,149 \\ &= 28,07625 \text{ m}^3/\text{jam.km}^2 \approx 0,007799 \text{ m}^3/\text{dtk.km}^2 \end{aligned}$$

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 6.10.

3. Debit Air Buangan Untuk Masing-masing Saluran

Pada perhitungan sebelumnya telah diketahui besarnya debit air buangan (Q_d) yaitu sebesar $2,267467 \text{ m}^3/\text{dtk.km}^2$. Sebagai contoh diambil saluran 1 (blok A) dengan luas sebesar $0,149 \text{ km}^2$

$$\begin{aligned} Q_{d \text{ saluran}} &= Q_{d \text{ total}} \times \text{luas daerah layanan} \\ &= 2,267467 \times 0,149 \\ &= 0,337853 \text{ m}^3/\text{dtk.km}^2 \end{aligned}$$

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.27

4. Debit Banjir Rencana Saluran

Contoh perhitungan pada saluran 1 :

$$\begin{aligned} Q_r &= Q_{a_1} + Q_{a_2} + Q_{d \text{ saluran}} \\ &= 0,005747 + 0,007799 \\ &= 0,337853 \text{ m}^3/\text{dtk.km}^2 \end{aligned}$$

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 6.9.

Tabel 6.10.
Hasil Perhitungan v, Tc, I, Qa, Qd saluran baru dan Qr saluran baru

Kode Blok	Kode Saluran	p (m)	S (m)	A (km ²)	v	Tc (jam)	I (mm/jam)	C perumahan	C jalan	Qa ₁ (m ³ /dtk)	Qa ₂ (m ³ /dtk)	Qd _{saluran} (m ³ /dtk)	Qr (m ³ /dtk)
I	1	876	0,002842	0,149	0,010180	24	713,48	0,70	0,95	0,005747	0,007799	0,337853	0,351398
II	2	890	0,004169	0,109	0,012688	20	707,70	0,70	0,95	0,004170	0,005659	0,247154	0,256983
III	3	599	0,001252	0,056	0,007819	22	867,21	0,70	0,95	0,002625	0,003563	0,126978	0,133166
IV	4	1119	0,002824	0,220	0,008755	36	629,22	0,70	0,95	0,007483	0,010155	0,498843	0,516481
V	5	1436	0,001978	0,172	0,006087	66	553,60	0,70	0,95	0,005147	0,006985	0,390004	0,402137
VI	6	1184	0,002542	0,108	0,007946	42	611,25	0,70	0,95	0,003568	0,004843	0,244886	0,253298
VII	7a	544	0,000864	0,156	0,006631	23	911,16	0,70	0,95	0,007684	0,010428	0,353725	0,371836
VIII	7b	1507	0,001453	0,056	0,004915	86	540,06	0,70	0,95	0,001635	0,002219	0,126978	0,130832
IX	8a	625	0,003392	0,095	0,013860	13	848,50	0,70	0,95	0,004357	0,005913	0,215409	0,225680
X	8b	556	0,003561	0,058	0,015309	11	901,01	0,70	0,95	0,002825	0,003834	0,131513	0,138172
XI	9	1916	0,001148	0,264	0,003695	145	477,43	0,70	0,95	0,006813	0,009246	0,598611	0,614671
XII	10	973	0,001531	0,095	0,006594	41	676,04	0,70	0,95	0,003472	0,004712	0,215409	0,223593
XIII	11	883	0,001506	0,047	0,006921	36	710,58	0,70	0,95	0,001805	0,002450	0,106571	0,110826
XIV	12	898	0,002071	0,132	0,008295	31	704,46	0,70	0,95	0,005027	0,006822	0,299306	0,311154
XV	13	982	0,001680	0,132	0,006934	40	672,85	0,70	0,95	0,004801	0,006516	0,299306	0,310622
XVI	14	1117	0,001782	0,094	0,006648	47	629,80	0,70	0,95	0,003200	0,004343	0,213142	0,220685
XVII	15	448	0,000335	0,061	0,004220	30	1006,65	0,70	0,95	0,003319	0,004505	0,138315	0,146140
XVIII	16	427	0,002576	0,037	0,014769	9	1031,77	0,70	0,95	0,002064	0,002801	0,083896	0,088760
XIX	17	1397	0,000107	0,119	0,001075	361	561,48	0,70	0,95	0,003612	0,004902	0,269829	0,278342

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ Penentuan Dimensi Saluran Baru

Setelah diketahui debit banjir rencana (Q_r) untuk masing-masing saluran, maka dapat dihitung dimensi saluran baru.

Kriteria perencanaan :

- Lebar saluran ditentukan berdasarkan lebar jalan.
- Tinggi muka air bentuk setengah lingkaran (h_2) = 0,30 m
- Tinggi jagaan = 0,30 m
- Kemiringan saluran (S) = 1 : 2500
- Koefisien kekasaran Manning (n) = 0,025

Sebagai contoh perhitungan dimensi saluran baru untuk saluran 1 (Jl. Basangkasa - Jl. Seminyak).

Diketahui :

- Debit banjir rencana (Q_r) = 0,351398 m³/dtk
- Rencana lebar saluran (l) = 0,80 m

Maka :

Menentukan kedalaman (h_1) menggunakan rumus manning (rumus 2-53):

$$\begin{aligned}
 h_1 &= \sqrt[3]{\frac{Q_r^2}{L^2 g}} \\
 &= \sqrt[3]{\frac{0,351398^2}{0,80^2 \cdot 9,81}} = \frac{0,2326}{0,80^{\frac{2}{3}}} \\
 &= 0,27 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 h_1 \text{ maksimum} &= h_1 + \text{tinggi jagaan} \\
 &= 0,27 \text{ m} + 0,30 \text{ m} \\
 &= 0,57 \approx 0,60 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Menentukan nilai penampang basah (A) :

$$\begin{aligned}
 A &= \left[\frac{\pi \cdot h_2^2}{2} + L \cdot h_1 \right] \\
 &= \left[\frac{3,14 \cdot 0,30^2}{2} + 0,80 \cdot 0,60 \right] \\
 &= 0,6213 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Nilai keliling basah (P) :

$$\begin{aligned} P &= \pi \times h_2 + 2 \times h_1 \\ &= 3,14 \times 0,30 + 2 \times 0,60 \\ &= 2,142 \text{ m} \end{aligned}$$

Nilai jari-jari hidrolis (R) :

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{0,6213}{2,142} \\ &= 0,2901 \text{ m} \end{aligned}$$

Nilai kecepatan saluran (V) digunakan rumus Manning :

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{3}} \\ &= \frac{1}{0,025} \cdot 0,2901^{\frac{2}{3}} \cdot \frac{1}{2500}^{\frac{1}{3}} \\ &= 1,291 \text{ m/dtk} \end{aligned}$$

Mencari nilai debit saluran (Qs) (rumus 2-54) :

$$\begin{aligned} Q_s &= \sqrt{h_1^3 \cdot L^2 \cdot g} \\ &= \sqrt{0,60^3 \cdot 0,80^2 \cdot 9,81} \\ &= 1,164532 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 6.11.

Tabel 6.11.
Perhitungan Kapasitas Saluran Baru

Nama Jalan	Kode Saluran	n	Dimensi					A (m ²)	P (m)	R (m)	S	V (m/dtk)	Qs (m ³ /dtk)
			l (m)	h1 (m)	h jagaan (m)	h1 total (m)	h2 (m)						
Jl. Basangkasa – Jl. Seminyak	1	0,025	0,80	0,27	0,30	0,60	0,30	0,6213	2,142	0,2901	1 : 2500	1,291	1,164532
Jl. Sunset Road	2	0,025	0,80	0,22	0,30	0,55	0,30	0,5813	2,042	0,2847	1 : 2500	1,275	1,022041
Jl. Kunti Timur	3	0,025	0,80	0,14	0,30	0,45	0,30	0,5013	1,842	0,2721	1 : 2500	1,238	0,756386
Jl. Seminyak – Jl. Nakula	4	0,025	0,60	0,42	0,30	0,80	0,30	0,6213	2,542	0,2444	1 : 2500	1,152	1,344686
Jl. Seminyak – Jl. Double Six	5	0,025	0,80	0,30	0,30	0,60	0,30	0,6213	2,142	0,2901	1 : 2500	1,291	1,164532
Jl. Seminyak – Jl. Padma Timur	6	0,025	0,80	0,22	0,30	0,55	0,30	0,5813	2,042	0,2847	1 : 2500	1,275	1,022041
Jl. Padma Utara	7a	0,025	0,50	0,38	0,30	0,70	0,30	0,4913	2,142	0,2098	1 : 2500	1,041	0,917174
Jl. Padma	7b	0,025	0,50	0,19	0,30	0,50	0,30	0,3913	1,942	0,2015	1 : 2500	1,013	0,553681
Jl. Dewi Sri 1	8a	0,025	0,50	0,27	0,30	0,60	0,30	0,4413	2,142	0,2060	1 : 2500	1,028	0,727832
Jl. Dewi Sri	8b	0,025	0,50	0,20	0,30	0,50	0,30	0,3913	1,942	0,2015	1 : 2500	1,013	0,553681
Jl. Legian	9	0,025	0,80	0,39	0,30	0,70	0,30	0,7013	2,342	0,2994	1 : 2500	1,319	1,467478
Jl. Raya Kuta	10	0,025	0,80	0,20	0,30	0,50	0,30	0,5413	1,942	0,2787	1 : 2500	1,258	0,885889
Jl. Kendedes	11	0,025	0,50	0,17	0,30	0,50	0,30	0,3913	1,942	0,2015	1 : 2500	1,013	0,553681
Jl. Kubuanyar 1	12	0,025	0,50	0,34	0,30	0,65	0,30	0,4663	2,242	0,2080	1 : 2500	1,035	0,820681
Jl. Kubuanyar 2	13	0,025	0,50	0,34	0,30	0,65	0,30	0,4663	2,242	0,2080	1 : 2500	1,035	0,820681
Jl. Kediri	14	0,025	0,50	0,27	0,30	0,60	0,30	0,4413	2,142	0,2060	1 : 2500	1,028	0,727832
Jl. Raya Kuta	15	0,025	0,80	0,15	0,30	0,45	0,30	0,5013	1,842	0,2721	1 : 2500	1,238	0,756386
Jl. Segara	16	0,025	0,50	0,15	0,30	0,45	0,30	0,3663	1,842	0,1989	1 : 2500	1,004	0,472741
Jl. Dewi Sartika	17	0,025	1.10	0,23	0,30	0,55	0,30	0,5813	2,042	0,2847	1 : 2500	1,275	1,405307

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ **Evaluasi Keseluruhan Saluran**

Selanjutnya yang perlu dilakukan yaitu 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 SAMIGITA.

Tabel 6.12.
Evaluasi Keseluruhan Saluran

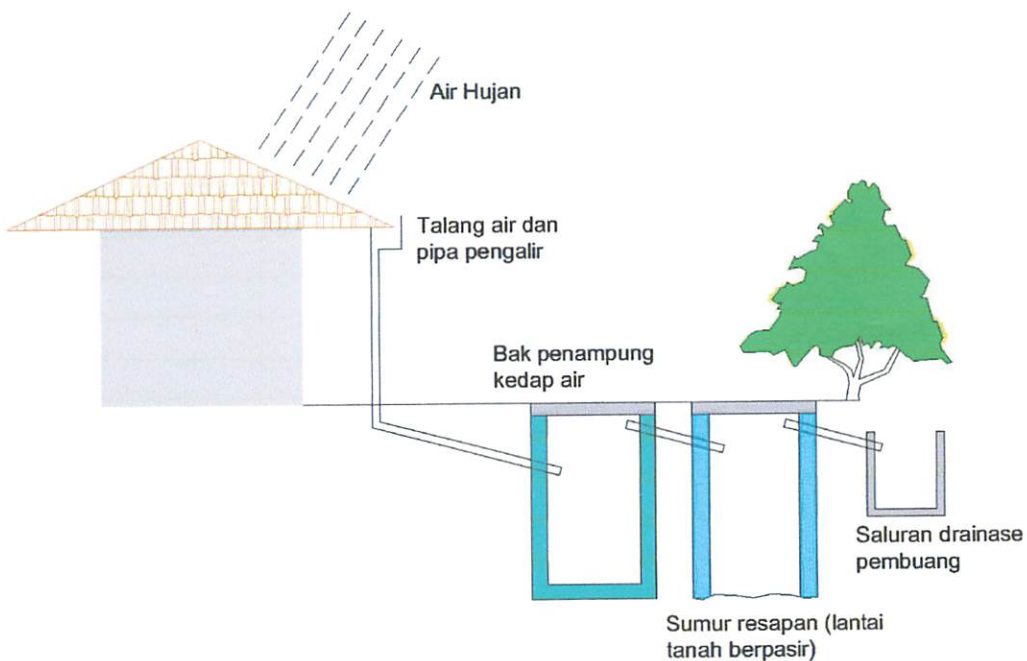
Kode Saluran	Saluran Pembuang	Qr Akumulasi (m3/dtk)	Qs maks Saluran Pembuang (m3/dtk)	Qs maks – Qr Akumulasi (m3/dtk)	Keterangan
Akumulasi					
sal _{eks} 1 + sal _{eks} 2 + sal _{eks} 3	sal _{eks} 3	1,257830	1,693735	0,435905	Mencukupi
sal _{baru} 1 + sal _{baru} 4	sal _{baru} 4	0,867879	1,344686	0,476807	Mencukupi
sal _{baru} 2 + sal _{baru} 3 + sal _{eks} 4	sal _{eks} 4	0,523315	1,693735	1,170420	Mencukupi
sal _{eks} 6a + sal _{eks} 6b	sak _{eks} 6a	0,606311	0,673470	0,067159	Mencukupi
sal _{baru} 7a + sal _{baru} 7b	sal _{baru} 7b	0,502668	0,553681	0,051013	Mencukupi
sal _{baru} 8a + sal _{baru} 8b	sal _{baru} 8b	0,363852	0,553681	0,189829	Mencukupi
sal _{eks} 9a + sal _{eks} 9b	sal _{eks} 9a	0,521818	0,583842	0,062024	Mencukupi
sal _{eks} 10 + sal _{eks} 11 + sal _{eks} 12 + sal _{baru} 9	sal _{eks} 12	3,105953	2,473060	-0,632893	Tidak Mencukupi
sal _{baru} 10 + sal _{br} 11 + sal _{baru} 15	sal _{baru} 11	0,480559	0,553681	0,073122	Mencukupi
sal _{baru} 12 + sal _{baru} 13 + sal _{br} 14 + sal _{eks} 15 + sal _{eks} 14 + sal _{eks} 18	sal _{eks} 14	2,011645	0,831453	-1,180192	Tidak Mencukupi
sal _{eks} 13 + sal _{eks} 16	sal _{eks} 13	1,783135	2,473060	0,689925	Mencukupi
sal _{eks} 17 + sal _{baru} 17	sal _{baru} 17	1,326734	1,405307	0,078573	Mencukupi
Saluran Bebas					
sal _{eks} 5	sal _{eks} 5	0,496554	1,693735	1,197181	Mencukupi
sal _{eks} 7	sal _{eks} 7	0,248351	0,346800	0,098449	Mencukupi
sal _{eks} 8	sal _{eks} 8	0,197471	0,217300	0,019829	Mencukupi
sal _{eks} 19	sal _{eks} 19	0,129747	0,420300	0,290553	Mencukupi
sal _{baru} 5	sal _{baru} 5	0,402137	1,164532	0,762395	Mencukupi
sal _{baru} 6	sal _{baru} 6	0,253298	1,022041	0,768743	Mencukupi
sal _{baru} 16	sal _{baru} 16	0,088760	0,472741	0,383981	Mencukupi

Sumber : Hasil Perhitungan

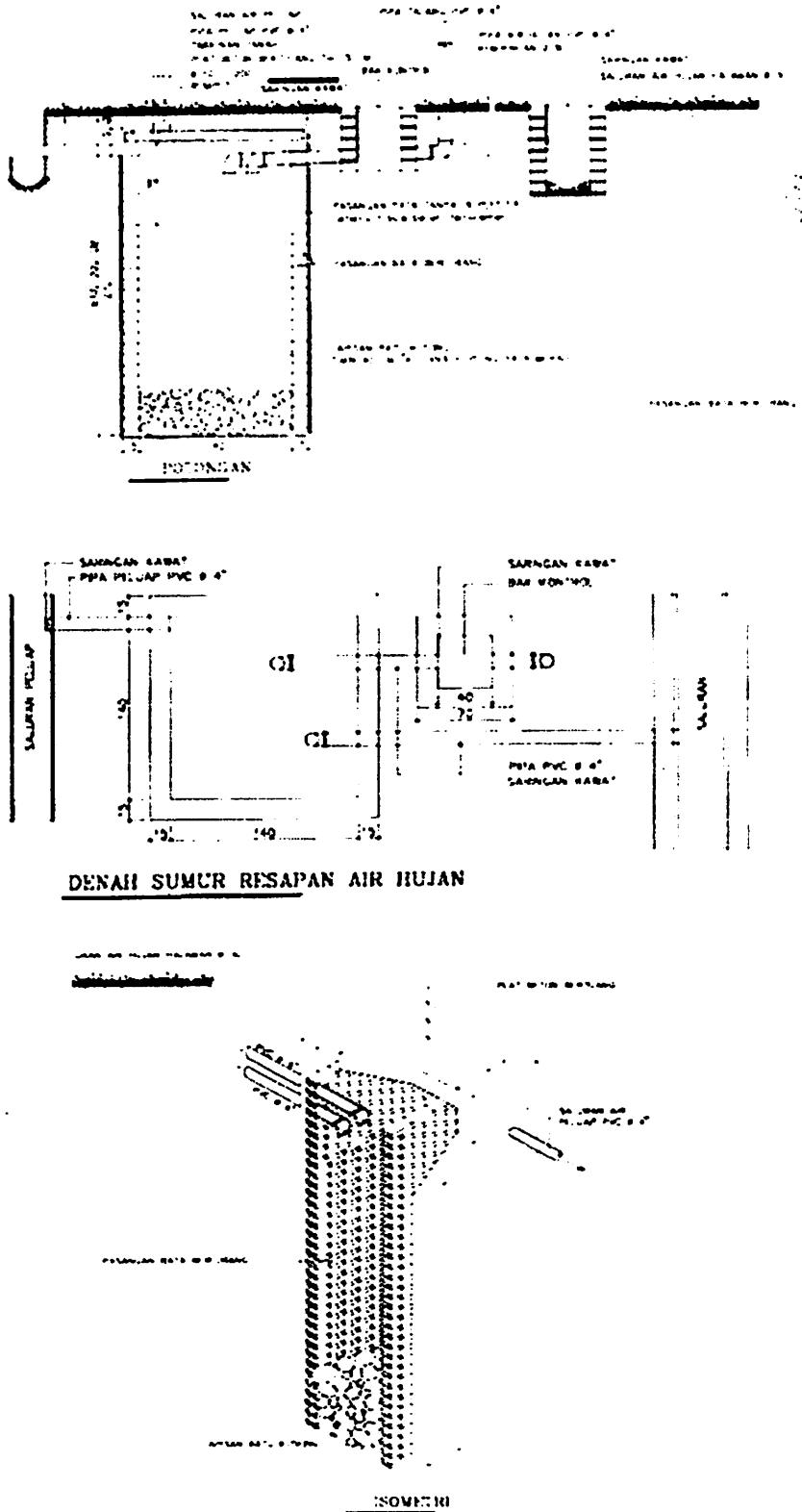
Dari tabel 6.12 diatas dapat dilihat dari hasil evaluasi pada akumulasi Qr saluran masih terdapat 2 buah saluran pembuang yang tidak memenuhi dalam pengaliran air buangan menuju *outfall* yaitu saluran eksisting 12 dan saluran eksisting 14. Permasalahan disini adalah tidak memungkinkan untuk dilakukan perubahan dimensi saluran lagi, yang dikarenakan lebar saluran telah mencapai lebar maksimal jika dibandingkan dengan lebar jalan.

6.4. Perencanaan Sumur Resapan

Dari permasalahan diatas maka cara yang dapat direkomendasikan adalah dengan membuat “sumur resapan” yang dapat diaplikasikan pada sarana-sarana umum seperti hotel dan pusat perbelanjaan disekitar kawasan SAMIGITA, khususnya pada daerah sepanjang saluran 12 dan 14. Dengan adanya sumur resapan ini, diharapkan dapat membantu dalam penyelesaian permasalahan banjir. Adapun bentuk dari sumur resapan yg dimaksud adalah sebagai berikut :



Gambar 6.16
Skema Peletakan Sumur Resapan



Gambar 6.17
Detail Sumur Resapan

➤ Rencana Sumur Resapan

Sebagai contoh rencana sumur resapan, digunakan data-data dari saluran eksisting 12.

Diketahui :

- Lebar jalan (l_{jalan}) : 7 m
- Panjang Saluran (p_{sal}) : 2860 m
- Intensitas hujan (I) : 388,69 mm/jam \approx 0,38869 m/jam

Maka :

$$\begin{aligned} A \text{ (luas badan jalan)} &= p \times l \\ &= 2860 \times 7 = 20020 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{lost}} \text{ (volume air yang hilang)} &= A \times I \\ &= 20020 \times 0,38869 = 7781,57 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Jika diasumsikan lama hujan adalah 10 jam, maka :

$$\begin{aligned} V_{\text{lost}} \text{ 10 jam} &= 7781,57 \times 10 \\ &= 77815,7 \text{ lt/jam} \end{aligned}$$

Direncanakan dimensi sumur resapan panjang (p) = 0,5 m, lebar (l) = 0,5 m dan tinggi (h) = 1,5 m, maka :

$$\begin{aligned} V \text{ (volume sumur resapan)} &= p \times l \times h \\ &= 0,5 \times 0,5 \times 1,5 = 0,375 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jumlah sumur resapan yang dibutuhkan sepanjang 2860 m

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sumur} &= \frac{\left(\frac{V_{\text{lost}} \text{ 10 jam}}{V} \right)}{P_{\text{sal}}} \\ &= \frac{\left(\frac{77815,7}{0,375} \right)}{2860} = 73 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar sumur} &= \frac{P_{\text{sal}}}{\text{jumlah}} \\ &= \frac{2860}{73} = 39 \text{ m} \end{aligned}$$

Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel 6.13

Tabel 6.13
Recana Sumur Resapan

Kode Saluran	P _{sal} (m)	l _{sal} (m)	I (m/jam)	A (m ²)	V _{lost 10 jam} (m ³ /jam)	P _{sumur} (m)	l _{sumur} (m)	h _{sumur} (m)	V _{sumur}	Jumlah Sumur	Jarak Sumur (m)
12	2860	7,00	0,38869	20020	77815,7	0,5	0,5	1,5	0,375	73	39
14	684	6,00	0,81010	4104	33246,5	0,5	0,5	1,5	0,375	130	5

Sumber : Hasil Perhitungan

6.4. Perhitungan Dimensi Gorong-gorong

Pada perencanaan saluran baru ini terdapat 8 buah saluran yang langsung menuju *outfall* (sal 4, 5, 6, 7b, 8b, 11, 16, 17) baik ke laut maupun ke sungai dan 5 buah gorong-gorong untuk menghubungkan 2 buah saluran (sal_{baru} 1 – sal_{baru} 4, sal_{baru} 2 – sal_{eks} 4, sal_{baru} 14 – sal_{eks} 15, sal_{baru} 15 – sal_{baru} 11 dan sal_{eks} 17 - sal_{baru} 17). Adapun bentuk dari gorong-gorong yang direncanakan adalah gorong-gorong segi empat. Sebagai contoh gorong-gorong untuk saluran 4 (Jl. Seminyak – Jl. Nakula) :

Diketahui :

- Debit masuk (Q) = 0,516481 m³/dtk
- Koefisien kekasaran Manning (n) = 0,015
- Lebar saluran (l) = 0,60 m
- Tinggi Saluran (h₁ + h₂) = 0,80 m + 0,30 m = 1,10 m

Maka :

Luas penampang basah (A)

$$\begin{aligned}
 A &= l \times h \\
 &= 0,60 \times 1,10 \\
 &= 0,66 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Keliling basah (P)

$$\begin{aligned}
 P &= l + 2h \\
 &= 0,60 + 2 \cdot 1,10 \\
 &= 2,80 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jari-jari hidrolis (R)

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{0,66}{2,80} = 0,24 \text{ m} \end{aligned}$$

Kecepatan aliran (V)

$$\begin{aligned} V &= \frac{Q}{A} \\ &= \frac{0,516481}{0,66} \\ &= 0,782547 \text{ m/dtk} \end{aligned}$$

Kemiringan gorong-gorong (S)

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{3}} \\ 0,782547 &= \frac{1}{0,015} \cdot 0,24^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{3}} \\ S &= 0,000029 \end{aligned}$$

Debit rencana (Qr)

$$\begin{aligned} Q_r &= A \times V \\ &= 0,66 \times 0,782547 \\ &= 0,516481 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 6.14.

Tabel 6.14.
Perhitungan Dimensi Gorong-gorong

Kode Saluran	n	S	Q (m ³ /dtk)	b (m)	h (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	V (m/dtk)	Qr (m ³ /dtk)
4	0,015	0,000029	0,516481	0,60	1,10	0,66	2,80	0,24	0,782547	0,516481
5	0,015	0,000008	0,402137	0,80	0,90	0,72	2,60	0,28	0,558523	0,402137
6	0,015	0,000002	0,253298	0,80	0,85	0,68	2,50	0,27	0,372497	0,253298
7b	0,015	0,000003	0,130832	0,50	0,80	0,40	2,10	0,19	0,327079	0,130832
8b	0,015	0,000004	0,138172	0,50	0,80	0,40	2,10	0,19	0,345429	0,138172
11	0,015	0,000002	0,110826	0,50	0,80	0,40	2,10	0,19	0,277066	0,110826
16	0,015	0,000001	0,088760	0,50	0,75	0,38	2,00	0,19	0,236695	0,088760
17	0,015	0,000003	0,278342	0,80	0,85	0,68	2,50	0,27	0,409327	0,278342
Sal _{baru} 1 - Sal _{baru} 4	0,015	0,000005	0,351398	0,80	0,90	0,72	2,60	0,28	0,488053	0,351398
Sal _{baru} 2 - Sal _{eks} 4	0,015	0,000002	0,256983	0,80	0,85	0,68	2,50	0,27	0,377916	0,256983
Sal _{baru} 14 - Sal _{eks} 15	0,015	0,000010	0,220685	0,50	0,90	0,45	2,30	0,20	0,490411	0,220685
Sal _{baru} 15 - Sal _{baru} 11	0,015	0,000001	0,146140	0,80	0,75	0,60	2,30	0,26	0,243566	0,146140
Sal _{eks} 17 - Sal _{baru} 17	0,015	0,000022	1,046899	0,80	1,50	1,20	3,80	0,32	0,872416	1,046899

Sumber : Hasil Perhitungan

6.5. Evaluasi Kapasitas Saluran Utama Tukad Mati

Berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Badung, dimensi penampang Tukad Mati yang berada dikawasan studi memiliki ketinggian antara 5 m – 6 m, lebar atas antara 8 m – 10 m, lebar dasar antara 7 m – 8 m dan debit puncak mencapai 973 m³/dtk pada saat musim hujan. Debit maksimum yang dapat diterima Tukad Mati dapat dihitung sebagai berikut :

Diketahui :

- Tinggi sungai (h) = 6 m
- Lebar dasar sungai (b) = 8 m
- Kemiringan dinding untu jenis lempung berlapis beton (S) = 0,5 : 1
- Koefisien kekasaran Manning (n) = 0,080

➤ Luas penampang basah (A)

$$\begin{aligned} A &= (b + m \cdot h) h \\ &= (8 + 0,5 \cdot 6) 6 \\ &= 66,0 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

➤ Keliling basah (P)

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \sqrt{m^2 + 1} \\ &= 8 + 2 \cdot 6 \sqrt{0,5^2 + 1} \\ &= 22,4 \text{ m} \end{aligned}$$

➤ Jari-jari hidrolis (R)

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{66}{22,4} \\ &= 3,0 \text{ m} \end{aligned}$$

➤ Kecepatan aliran (V)

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/3} \\ &= \frac{1}{0,080} \times 3,0^{2/3} \times 0,5^{1/3} \\ &= 20,4 \text{ m/dtk} \end{aligned}$$

➤ Debit saluran ($Q_{S_{maks}}$)

$$\begin{aligned} Q_{S_{maks}} &= V \times A \\ &= 20,4 \times 66,0 \\ &= 1347,4 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya adalah perhitungan debit Tukad Mati eksisting, yaitu dengan memperhitungkan tinggi endapan atau sedimen. Berdasarkan keterangan Dinas Pekerjaan Umum tinggi endapan pada Tukad Mati berkisar antara 0,3 m – 0,5 m, maka ketinggian Tukad Mati saat ini sekitar 5,5 m . Maka perhitungan debit eksistingnya sebagai berikut :

- Luas penampang basah (A)

$$\begin{aligned} A &= (b + m \cdot h) h \\ &= (8 + 0,5 \cdot 5,5) 5,5 \\ &= 59,1 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Keliling basah (P)

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \sqrt{m^2 + 1} \\ &= 8 + 2 \cdot 5,5 \sqrt{0,5^2 + 1} \\ &= 21,2 \text{ m} \end{aligned}$$

- Jari-jari hidrolis (R)

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{59,1}{21,2} \\ &= 2,8 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kecepatan aliran (V)

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/3} \\ &= \frac{1}{0,080} \times 2,8^{2/3} \times 0,5^{1/3} \\ &= 19,6 \text{ m/dtk} \end{aligned}$$

- Debit saluran ($Q_{\text{Seksisting}}$)

$$\begin{aligned} Q_{\text{Seks}} &= V \times A \\ &= 19,6 \times 59,1 \\ &= 1160,7 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

Pada gambar 6.14 dapat dilihat saluran-saluran yang mengalirkan air buangan menuju Tukad Mati, dimana untuk saluran eksisting sebanyak 9 saluran dan untuk saluran baru sebanyak 4 saluran. Evaluasi terhadap kapasitas Tukad Mati ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan Tukad Mati sebagai saluran utama untuk mengalirkan air buangan menuju laut. Akumulasi debit air buangan yang harus diterima Tukad Mati dari saluran drainase di kawasan SAMIGITA dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 6.15.

Akumulasi Debit Air Buangan Dari Saluran Drainase Menuju Tukad Mati

Kode Saluran	Debit Rencana (Qr) (m ³ /dtk)
sal _{eks} 3	1,257830
sal _{eks} 4	0,523315
sal _{eks} 6a	0,606311
sal _{eks} 7	0,248351
sal _{eks} 8	0,197471
sal _{eks} 9a	0,521818
sal _{eks} 12	3,105953
sal _{eks} 13	1,783135
sal _{eks} 14	2,011645
sal _{baru} 4	0,867879
sal _{baru} 6	0,253298
sal _{baru} 8b	0,363852
sal _{baru} 17	1,326734
Total	13,067592

Sumber : Hasil Perhitungan

Akumulasi debit air yang harus diterima Tukad Mati sebesar :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{akumulasi}} &= Q_{\text{puncak}} + Q_{\text{r akumulasi saluran}} \\
 &= 973 + 13,067592 \\
 &= 986,067592 \approx 986,1 \text{ m}^3/\text{dtk}
 \end{aligned}$$

Kemudian hasil perhitungan Q_s dibandingkan dengan hasil $Q_{\text{akumulasi}}$, maka diperoleh hasil :

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{k maks}} &= Q_{\text{s maks}} - Q_{\text{akumulasi}} \\
 &= 1347,4 - 986,1 \\
 &= 361,3 \text{ m}^3/\text{dtk}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 O_{\text{K eks}} &= Q_{\text{s eks}} - Q_{\text{akumulasi}} \\
 &= 1160,7 - 986,1 \\
 &= 174,6 \text{ m}^3/\text{dtk}
 \end{aligned}$$

Dari kedua hasil perhitungan selisih debit diatas, diketahui Tukad Mati masih mampu menerima debit air buangan dari saluran drainase untuk kawasan SAMIGITA.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

1. Tukad Mati sebagai pembuang utama sistem drainase Kuta belum mempunyai sistem pengendali banjir yang terintegrasi dari hulu sampai hilir, mengingat permasalahan sistem drainase makro yang ada cukup kompleks. Kurangnya sistem pengendali banjir dan terbatasnya kapasitas penampang Tukad Mati harus mendapat prioritas penanganan lebih lanjut. Guna mengatasi permasalahan tersebut direncanakan suatu sistem pengendali banjir makro, diantaranya :

- Rencana penempatan saluran diversifikasi I ini dekat Tukad Yeh Penet di bawah Pura Dalem Penarungan dimana saluran diversifikasi ini dilengkapi dengan pintu dan bangunan pelimpah samping (*side spillway*) yang didesain mampu menampung beban limpasan dari pembuangan air irigasi sehingga tidak membebani Tukad Mati.
- Mengoptimalkan profil penampang Tukad Mati dari Desa Sempidi sampai Jl. Gatot Subroto sebagai *Long Storage* (penampung sementara) dengan tujuan memperpanjang waktu konsentrasi untuk mencapai debit rencana. Pada *Long Storage* ini dilengkapi sistem pintu otomatis di beberapa titik sebagai alat kontrol dalam pengendalian banjir pada sub DAS ini.
- Melebarkan profil Penampang Tukad Mati khususnya di jembatan Nakula dan jembatan Patih Jelantik.
- Pengembangan sumber daya air secara terintegrasi dan berkelanjutan dengan cara :
 - Pengendalian pertumbuhan perkotaan kearah hulu untuk mengurangi beban limpasan permukaan menuju Tukad Mati.

Ket : Tukad = Sungai

- Pengembangan dan pemanfaatan sumber daya air dengan menambah kapasitas DAM/waduk sebagai penyedia air irigasi untuk persawahan.
2. Saluran drainase eksisting (19 saluran) sebagian besar sudah tidak mampu untuk mengalirkan air buangan yang disebabkan oleh adanya sedimen dan dimensi saluran yang kurang memadai. Untuk mengatasi masalah banjir maka rencana sistem pengendali banjir mikro yang dapat dilakukan adalah dengan memperbesar dimensi saluran antara 0,80 m – 2,00 m untuk lebarnya dan 1,00 m – 2,00 m untuk kedalamannya, disamping itu perlu ditambahkan saluran baru sebanyak 17 saluran agar pola saluram dapat tertata dengan baik dan dapat mengalirkan air buangan menuju *outfall*.

7.2. Saran

1. Pemeliharaan saluran terutama endapan harus dilakukan secara rutin dan terjadwal. Dalam penanganan ini dilaksanakan oleh instansi terkait dan perlunya kontribusi masyarakat dalam pemeliharaan saluran di lingkungan masing-masing.
2. Penerapan sumur resapan untuk rumah tangga, hotel dan perkantoran sangat diperlukan mengingat tanah di wilayah studi sebagian berpasir. Penerapan sumur resapan sangat diperlukan untuk memperkecil debit limpasan yang diterima saluran drainase
3. Upaya penanganan banjir selama ini masih berorientasi proyek dan bersifat *topdown* sehingga peran serta masyarakat masih sangat rendah. Banyak pelaksana proyek masih berpedoman bahwa “asal disediakan dana, permasalahan banjir dapat diatasi dengan tuntas”. Masyarakat menganggap bahwa upaya yang dilakukan pemerintah selalu dapat menuntaskan banjir di kawasan tersebut. Kesadaran dan kepedulian masyarakat untuk memelihara sarana dan prasarana sistem drainase masih sangat rendah. Masyarakat masih menganggap bahwa saluran

air atau sungai merupakan *back yard*, yaitu tempat pembuangan segala jenis limbah baik padat maupun cair. Masyarakat luas belum dapat memahami sepenuhnya tentang fenomena banjir baik dari sebab maupun akibatnya. Untuk itu perlu dilakukannya penegakan hukum seperti larangan membuang sampah di saluran drainase maupun ke sungai yang selama ini belum berjalan. Penegakan hukum ini dapat dimulai dalam skala mikro, yaitu di lingkungan *Banjar* yang ada di kawasan SAMIGITA.

4. Urutan Prioritas Penanganan

a) Penanganan Mendesak meliputi beberapa kegiatan, diantaranya :

- Rencana Saluran Diversi II Menuju Saluran Pembuang Tukad Umalas
- Kajian Pola Aliran dan Rencana Long Storage Tukad Mati
- Rencana Saluran Baru Jl. Dewi Sri
 - Rencana saluran pembuang menuju Tukad Mati
- Rencana Saluran Baru Jl. Padma
 - Saluran baru Jl. Padma Utara
 - Saluran baru Jl. Seminyak menuju Jl. Padma Timur
- Rencana Saluran Baru Basangkasa
 - Saluran baru menuju saluran Jl. Kunti
- Kajian Tata Guna Lahan di DAS Tukad Mati

b) Penanganan Jangka Menengah

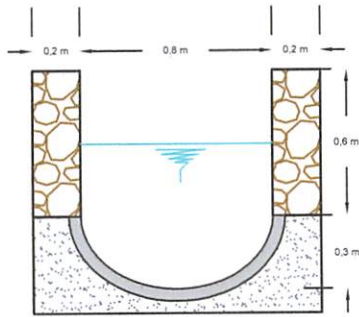
- Rencana saluran baru Jl. Sunset Road (sebelah timur jalan)
- Pemeliharaan dan sistem Pengglontoran saluran drainase
- Normalisasi Tukad Umalas
- Rencana Saluran Diversi I (sodetan saluran primer Bendungan Kapal)
- Pelebaran Penampang Tukad Mati di Jl. Nakula dan Jl. Patih Jelantik
- Penataan Batas – Batas Sempadan Sungai

- Rencana Saluran Jl. Double Six
 - Saluran baru Jl. Double Six
 - Penataan saluran pembuang Double Six
 - Penataan *Outfall*
- c) Penanganan Jangka Panjang
- Normalisasi Saluran Pembuang Irigasi- Jl. Sari Dewi
 - Normalisasi saluran pembuang irigasi
 - Normalisasi Saluran Pembuang Irigasi Batubelig dan Petitenget

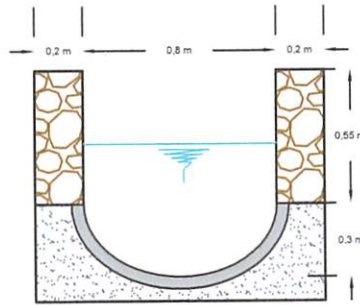
DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2008, *Kabupaten Badung Dalam Angka 2008*, Kantor Badan Pusat Statistik Kabupaten Badung Propinsi Bali.
- Anonim, *Drainase Perkotaaan*.
- Anonim, 1991, *SNI : 02-2406-1991 Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan*, [online], (<http://www.PU.org/SNI:02-2406-1991.html>, diakses tanggal 21 Maret 2009).
- Arch.Aria, 2007, *Sistem Drainase Sumur Resapan-Part II*, [online], (<http://www.architectaria.com/sistemdrainasesumuresapan-partII.html>, diakses tanggal 20 Agustus 2009).
- Arikunto, Suharsimi, 2002, *Prosedur Penelitian*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- CD. Soemarto, 1987, *Hidrologi Teknik*, Penerbit Usaha Nasional, Surabaya.
- Nurlaili, 2004, *Analisa Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Jumlah Pemakaian Air Rumah Tangga Di Wilayah Kecamatan Mayangan Kota Probolinggo*, Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP ITN Malang.
- Pratondo, B. J., 2002, *Sistem Pengendali Banjir Di JABOTABEK*, Makalah falsafah Sains (PPs 702) Program Pasca Sarjana / S3 Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Shanin, 1976, *Application Statistic For Hidrology*, Themacmilan Press Ltd., First Edition.
- Soewarno, 1995, *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*, Penerbit Nova, Jakarta.
- Sukarno Wahab, Ir. 2001, *Diktat Kuliah PWK (Prasarana Wilayah Dan Kota)*, Jurusan Teknik Planologi / Perencanaan Wilayah Dan Kota, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
- Suripin, 2003, *Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Suyono Sosrodarsono dan Kensaku Takada, 1999, *Hidrologi Untuk Pengairan*, Cetakan Kedelapan, Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta.
- TKPSDA, 2003, *Draft Final Seketariat TKPSDA 2003-Pedoman Teknis Manajemen Banjir*.
- Van Te Chow, 1997, *Hidrologi Saluran Terbuka*, Penerbit Erlangga, Jakarta.

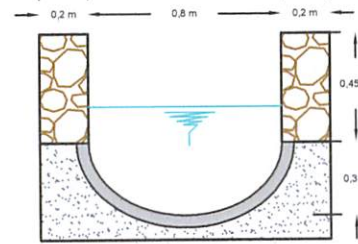
LAMPIRAN 1 :
GAMBAR



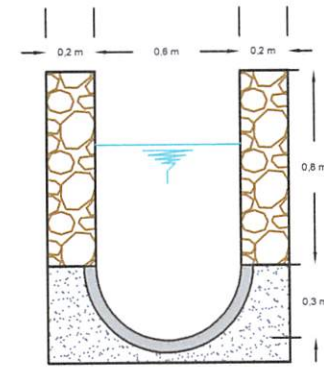
sal. 1, 5, 6, 7a



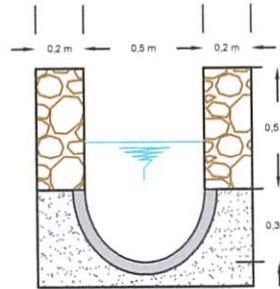
sal. 2



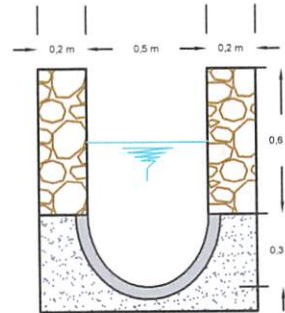
sal. 3, 15



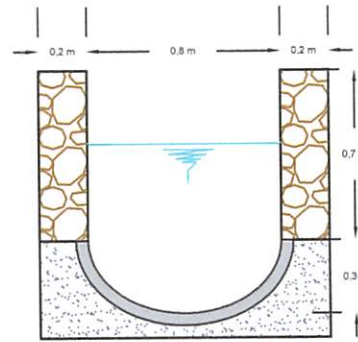
sal. 4



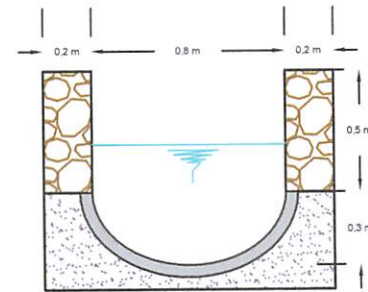
sal. 7b, 8b, 11



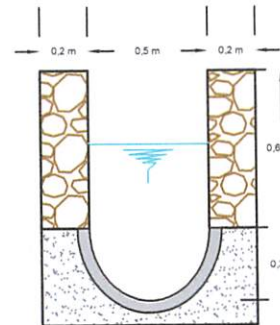
sal. 14, 8a



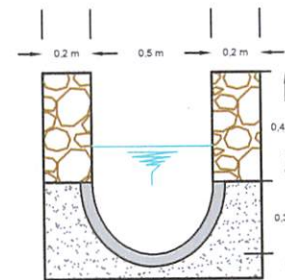
sal. 9



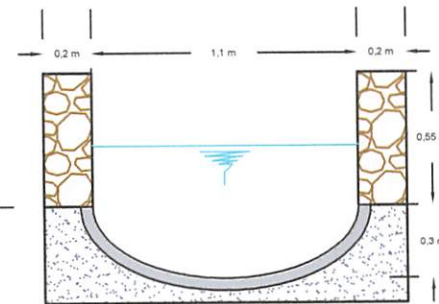
sal. 10



sal. 12, 13

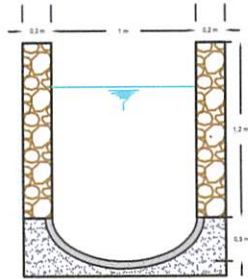


sal. 16

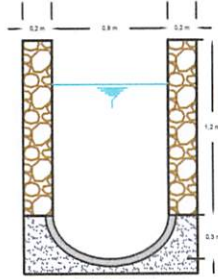


sal. 17

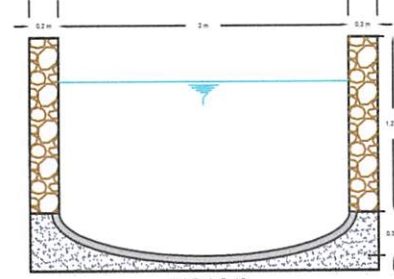
Perencanaan Sistem Pengendali Banjir Kecamatan Kuta Kabupaten Badung Provinsi Bali		
Bentuk Saluran Drainase Baru	Mahasiswa : I Putu Prana Wiraatmaja	Skala : 1 : 30
Diperiksa : Sudiro ST,MT. Candra Dwi Ratna ST,MT.	NIM : 02.26.034	
Teknik Lingkungan FTSP ITN Malang		A4



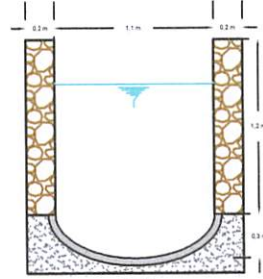
sal. 1, 7, 8, 9a, 10, 18, 19



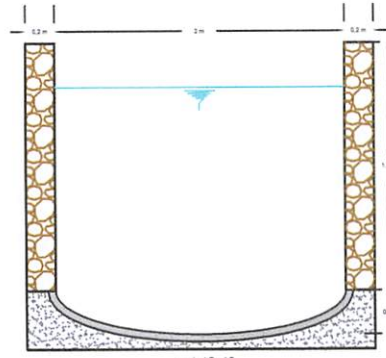
sal. 2, 6b, 9b, 11



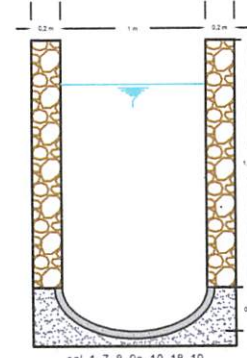
sal. 3, 4, 5, 16



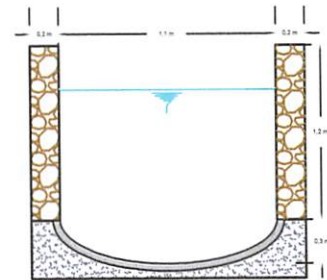
sal. 6a



sal. 12, 13

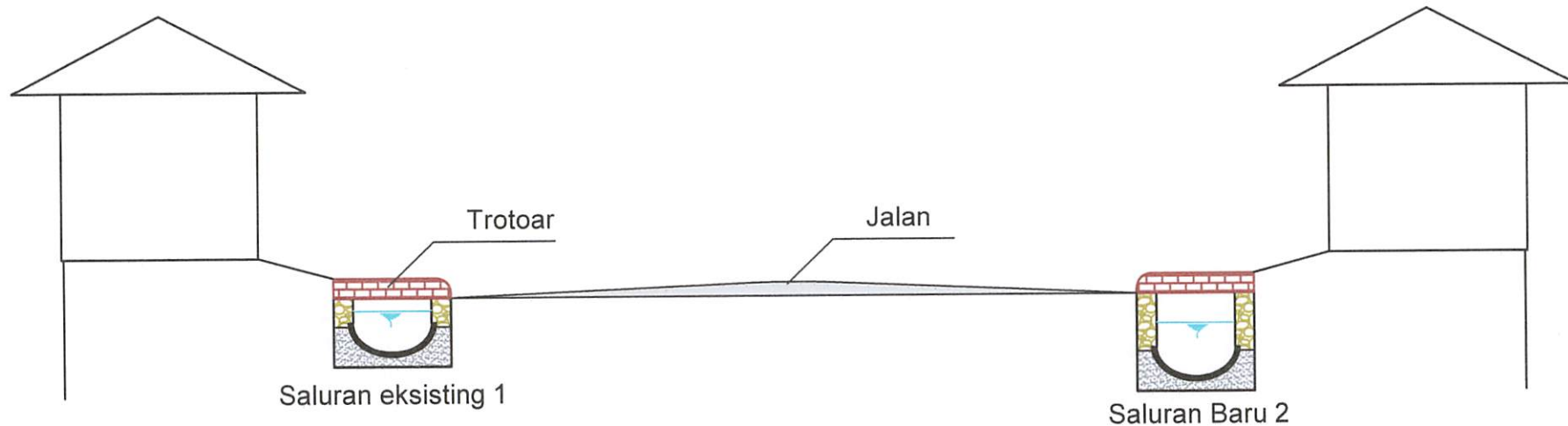


sal. 1, 7, 8, 9a, 10, 18, 19



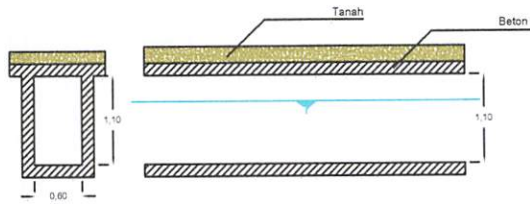
sal. 15, 17

Perencanaan Sistem Pengendali Banjir Kecamatan Kuta Kabupaten Badung Provinsi Bali		
Bentuk Saluran Drainase Eksisting	Mahasiswa : I Putu Prana Wiraatmaja NIM : 02.26.034	
Diperiksa Sudiro ST,MT. Candra Dwi Ratna ST,MT.	Skala : 1 : 30	A4
Teknik Lingkungan FTSP ITN Malang		

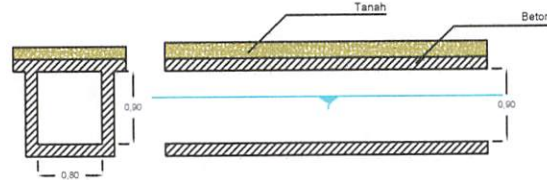


Contoh Penempatan Saluran Drainase
untuk Jl. Sunset Road

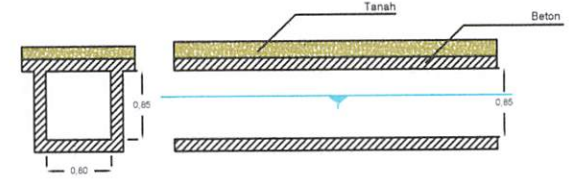
Perencanaan Sistem Pengendali Banjir Kecamatan Kuta Kabupaten Badung Provinsi Bali	
Penempatan Saluran Drainase	Mahasiswa : I Putu Prana Wiratmaja NIM : 02.26.034
Diperiksa : Sudiro ST,MT, Candra Dwi Ratna ST,MT.	Skala : 1 : 65
Teknik Lingkungan FTSP ITN Malang	A4



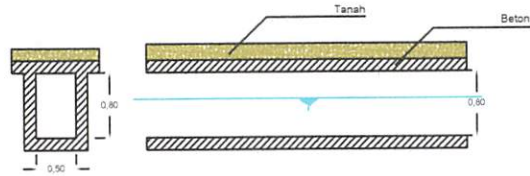
Saluran 4



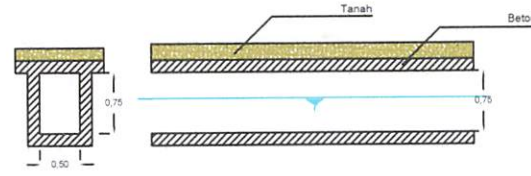
Saluran 5



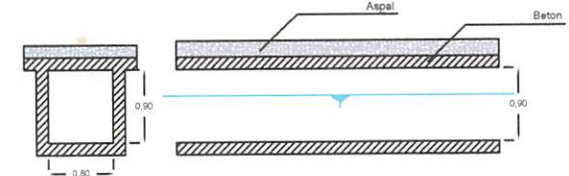
Saluran 6 17



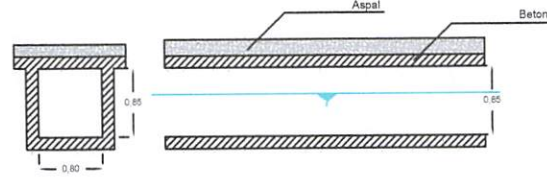
Saluran 7b, 8b, 11



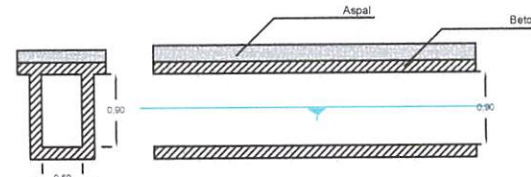
Saluran 16



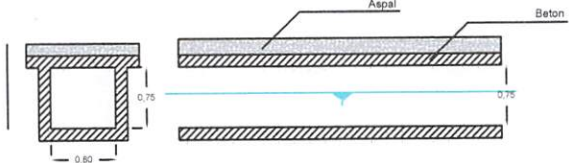
Saluran baru1 - Saluran baru 4



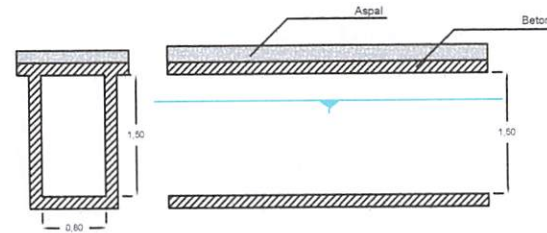
Saluran baru 2 - Saluran eksisting 4



Saluran baru 14 - Saluran eksisting 15



Saluran baru15 - Saluran baru 11



Saluran eksisting 17 - Saluran baru 17

Perencanaan Sistem Pengendali Banjir Kecamatan Kuta Kabupaten Badung Provinsi Bali		
Penampang Gorong-gorong	Mahasiswa : I Putu Prana Wiratmaja NIM : 02.26.034	
Diperiksa : Sudiro ST,MT Camdra Dwi Ratna ST,MT	Skala : 1 : 90	A4
Teknik Lingkungan FTSP ITN Malang		

LAMPIRAN 2 :
DATA CURAH HUJAN

Total Curah Hujan/Hari Hujan**Nama Pos : Kapal**

No. Pos : 440 g

Posisi : 08° 34' 42"S - 115° 11' 01"E

Tinggi : 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	2688.94
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

Total Curah Hujan/Hari Hujan**Nama Pos : Mengwi Gede**

No. Pos : 440 j

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

Tinggi : meter

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

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	Sep	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 : Abiansemal**

No. Pos : 440 a

Posisi : 08° 31' 04"S - 115° 12' 30"E

Tinggi : 191 meter

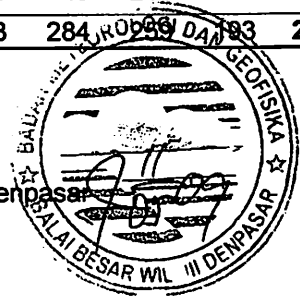
Tahun	Total Curah Hujan (mm)												
	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Total
1998	268	191	115	88	146	13	139	76	179	434	206	166	2021
1999	287	165	236.1	236.3	-	41.8	40.2	31.2	5.6	389.4	335.4	283.2	2051.2
2000	231.9	216.5	196	181	118.2	121	11.5	17.5	15	340	291.1	24	1763.7
2001	245.6	225.6	200.4	53.2	14.5	60.8	-	-	66	270.8	160.8	491.5	1789.2
2002	364	519.2	256.5	90.5	76.5	53.5	17.5	20	52.2	1	105.5	331	1887.4
2003	883	125	206	253.5	132.5	32	81.5	3.5	119.5	480.5	358	212	2887
2004	323	638.5	356.5	4	216	8.5	0	3	58	48	421.2	144	2220.7
2005	286.5	150.5	172.5	106.5	-	21	119	64	298	279	273	647	2417
2006	434	279	279	440	226	256	38	14	68	108	138	259	2539
2007	118	182	353	236	49	382	58	82	11	49	211	612	2343
2008	237	292	340	187	145	28	1	84	133	284	193	183	2183

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.

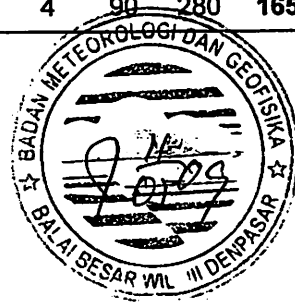
Posisi : 08° 45' S - 115° 10' E

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



Total Curah Hujan/Hari Hujan**Nama Pos : Sanglah**

No. Pos : 445 d

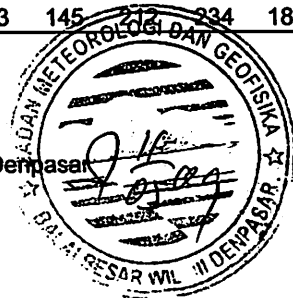
Posisi : 08° 40' 58" S - 115° 12' 36"E

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	466	1893
2006	466	195	301	173	77	15	7	10	0	35	34	133	1445.7
2007	120	73	381	97	25	20	5	18	0	44	266	437	1486.7
2008	326	366	328	112	65	1	2	1	73	145	272	934	1865.4

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

Sumber : Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wilayah III Denpasar



LAMPIRAN 3 :
KUISIONER

KUISIONER

(ditujukan kepada warga dan pemilik usaha
disekitar wilayah genangan air)

Lingkari jawaban yang bapak / ibu pilih ! dan berikan keterangan bila dianggap perlu.

1. Pada saat musim hujan, berapa lamakah air menggenangi disekitar tempat tinggal atau tempat usaha bapak / ibu ?
- a. Lebih dari seminggu b. Kurang dari seminggu c. Tidak tahu

Keterangan.....
.....

2. Menurut bapak / ibu, pada saat musim hujan bagaimana tingkat resiko yang ditanggung dari adanya genangan air disekitar tempat tinggal atau tempat usaha bapak / ibu ?

a. Resiko tinggi b. Resiko sedang c. Resiko rendah

Keterangan.....
.....

3. Apakah bapak / ibu mengetahui daerah lain yang terdapat genangan air pada saat musim hujan ?

a. Tahu b. Tidak tahu c. Ragu-ragu

Keterangan.....
.....

4. Menurut bapak / ibu, apakah yang seharusnya yang dilakukan oleh pemerintah khususnya pemerintah Kabupaten Badung untuk mengurangi adanya genangan air pada saat musim hujan disekitar tempat tinggal atau tempat usaha bapak / ibu ?

.....
.....

Terima Kasih

Kuisisioner ini ditujukan untuk memperoleh data primer sebagai data pelengkap dalam menyusun skripsi dengan judul "Perencanaan Sistem Pengendali Banjir Kecamatan Kuta Kabupaten Badung Provinsi Bali" oleh I Putu Prana Wiraatmaja, mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan ITN Malang.

Tabel Hasil Kuisisioner :

No	Nama	Pertanyaan			
		1	2	3	4
Kelurahan Seminyak					
1	Ni Ketut Sumiadi	(B) biasanya 4 jam	(C) aktivitas bisa jalan	(A) di Kuta dari teman	menyadarkan masyarakat untuk tidak membuang sampah di got
2	Putu Susanti	(B) biasanya banjir terjadi 3-4 jam saja	(B) tidak membahayakan tapi cukup mengganggu aktivitas	(A) yang parah di Kuta terutama di depan pasar	membersihkan got-got dengan memfungsikan drainase
3	Luki	(B) kurang lebih 5 jam	(A) kalau banjir di jalan bahaya buat pengendara sering ada kecelakaan	(B) -	perbaiki saluran airnya sampah numpuk
4	Robert Robson	(B) between 3-4 hours	(A) can generate disease	(A) at Kuta, in front of traditional market	the goverment should know what is better for us who live here
5	Ni Wayan Swandariani	(B) paling 4 jam-an	(A) anak-anak bisa sakit soalnya main air banjir	(A) yang agak parah di Kuta sama di tikungan Basangkasa	bersihin gotnya
6	Putu Suardana	(B) lebih dari 5 jam kayaknya	(B) gak terlalu bahaya sih, tapi cukup ngotorin	(A) di Basangkasa sama di depan pasar Kuta	waduh, kayaknya pemerintah cuma inget sama devisa dari pariwisata aja. harusnya sekali-kali liat musibah banjir gini
7	Nengah Santika	(B) rasanya 3 jam-an	(C) biasa aja, udah biasa	(A) di Legian	walaupun ga terlalu mengganggu tp jangan dibiarkan, nanti tambah parah
8	Vannessa Linn	(B) Almost 5 hours	(A) -	(B) -	-
9	Bobby McPlant	(B) maybe 4-5 hours	(A) -	(B) -	-
10	Komang Ariawan	(B) rasanya sih lebih dari 4 jam	(A) lumayan bikin jalan macet	(A) di legian	kalo bisa pas banjir terus macet, kirim polisi kesini buat ngatur jalan
11	I Made Suteja Putra	(B) paling 3 jam-an	(A) jalan jadi macet	(A) di kuta parah	bongkar aja gotnya trs gedein lagi
12	I G.A. Yadnyawati	(B) disini kira-kira 3 jam	(B) cuma jadi kotor aja	(B) -	benerin got-got yang rusak, biar gak tambah parah

13	Rahmat Hidayat	(B) sekitar 2-3 jam	(B) susah dilewati, apalagi kalau genangannya tinggi	(A) di daerah Kuta	-
14	Ronny	(B) 2-4 jam	(A) -	(A) banyak di Kuta	bersihin got-got, banyak yang mampet
15	I Putu Mejitina	(B) ga lama sekitar 4 jam	(B) kotor, banyak penyakit	(A) di Legian dan Kuta	benerin salurannya, terus tambah salurannya dan bersihin dari sampah
16	I Ketut Sujaya	(C) ga pernah ukur waktunya	(B) jalan susah dilewati	(A) Kuta	beri larangan ke masyarakat untuk tidak membuang sampah di got
17	I Made Santana	(B) Kayaknya 4 jam-an	(B) -	(A) di Kuta	Mohon perturan-peraturan tentang kebersihan lebih dipertegas sebagai upaya dalam mengurangi penumpukan sampah di saluran
18	Rosiawati	(B) 2-3 jam	(B) bahaya waktu dijalan, karena jalanan susah diliat kalau ada lubang	(C) ada banyak, tapi tempat tepatnya ga tau	untuk dinas kebersihan agar lebih bersih saat mengangkut sampah dari penampungan, sebab banyak sampah masih tercecer waktu diambil. tidak menutup kemungkinan sampah tersebut dapat menyumbat salura
19	Hendra Darmawan	(B) mungkin sekitar 5 jam-an	(A) kalau dibiarin terus bisa ada penyakit	(A) di tikungan Basangkasa	bersihin aja gotnya pasti beres
20	Yayuk Susanti	(B) 4-5 jam mungkin lebih	(B) susah kalau keluar rumah	(A) depan pasar Basangkasa	-
21	Ida Ayu Rika Trisnawati	(B) ga tentu mungkin 3 jam-an	(A) tambah susah kalau lewat jalan yang banjir, belum lagi sering macet	(A) di Legian	tambahin gotnya kalau bisa
22	A.A. Bagus Ade Putrawan	(C) ga tau tepatnya	(B) jalan jadi susah dilewati	(A) Kuta	banyak got yang rusak harus diperbaiki biar lancar
23	Hery Pribadi	(B) lama, bisa 6 jam lebih kalau hujannya deras	(B) jalanan jadi tambah macet	(A) di Basangkasa	seharusnya pihak-pihak terkait sama masalah ini tau apa yang seharusnya dilakukan, biar tidak makan gaji buta
24	Prayoga Suteja	(B) 4 jam lebih	(B) kotor ga enak dilihat	(A) paling banyak di Kuta	banyak got yang rusak, belum lagi banyak sampah yang nyumbat jadi kalau bisa pemerintah sebaiknya mengupayakan perbaikan dan pembersihan got biar masalah banjir berkurang serta menghimbau untuk tidak membuang sampah sembarangan

25	Desak Made Swandiadnyani	(B) sekitar 3 sampai 5 jam	(A) bahaya banget kalau lagi di jalan, lubang-lubang jalannya gak keliatan	(A) di depan pasar Basangkasa	sebenarnya walaupun tiap musim hujan sudah biasa banjir, tapi akan lebih baik lagi kalau banjirnya bisa hilang, ditambah lubang-lubang di jalan di tambal
26	Rahayu Wahyuningsih	(B) biasanya 4 jam	(A) kalau tidak diawasi, anak-anak sering main air banjir kalau dibiarin bisa sakit	(A) di legian	perbaiki got yang rusak dan bersihkan dari sumbatan
27	Simon Pattisson	(B) almost 7 hours a day	(A) i think the risk high enough, because its difficult, when we drive with car or motorcycle	(A) i dont know where is the true place is, maybe at front of Joger i think	the government should fix the drainage and clean up it from rubbish
28	Wahyu Kurniawan	(B) kurang lebih 5 jam	(C) paling airnya cuma masuk-masuk rumah dikit	(A) di depan pasar basangkasa	ya tinggal bersihin sampahnya sama dikeruk sedikit
29	Ary Armini	(B) 2-4 jam	(C) kotor	(A) Kuta	-
30	Ni Wayan Arti	(B) sekitar 4 jam	(A) airnya sering masuk ke pekarangan rumah	(A) di Legian dan Kuta	coba sekali-kali dinas yang biasa nangani banjir datang kesini dan lihat sendiri apa yang menyebabkan disini sering banjir
31	I Ketut Catur	(B) paling 4 jam-an	(C) asal gak sampai masuk ke rumah masih aman	(A) di Kuta	tambahin salurannya biar airnya bisa dibuang ke sungai atau ke laut sekalian
32	I Nyoman Astina	(B) lebih dari 5 jam	(B) cukup bahaya karena jalanan susah dilewati	(A) Legian-Kuta	sampah-sampahnya yang bikin got tersumbat, jadi harus dibersihkan
33	Ni made Medji	(B) rasanya 3 jam-an	(B) -	(A) Kuta	-
34	Ni Nyoman Wiratni	(B) 2-3 jam	(A) gara-gara banjir sering terjadi kecelakaan	(A) Kuta dan Legian	banyak got yang rusak dan harus diperbaiki
35	I Made Pudjawan	(B) 2-4 jam	(A) -	(A) Kuta depan pasar	-
36	I Made Yasa	(B) sekitar 4 jam	(B) -	(A) depan pasar Basangkasa	bersihin sampah yang menyumbat

37	Ni Made Candra Dewi	(B) 2-4 jam	(A) bisa menimbulkan penyakit	(A) di Legian dan Kuta	sebaiknya pemerintah merencanakan penanganan terhadap banjir agar wisatawan tidak banyak yang mengeluh
38	Elizabeth Swann	(B) almost 5-6 hours	(A) high risk	(C) -	should clean up the drainage
39	Robert Finn	(B) about 3-4 hours	(A) -	(C) -	if the government want tourist alway came here, they should fix this flood problem like fix and clean up the drainage
40	Ida Ayu Gina Hartanti	(B) kurang lebih 5 jam-an	(A) bahaya sekali, sebab saya pernah kecelakaan gara-gara jalan jadi licin	(A) di depan pasar Kuta	pertama perbaiki dulu jalan yang rusak biar tidak banyak lobang, jadi saat banjir aman untuk dilewati
Kelurahan Legian					
41	Nyoman Kantun	(B) biasanya sampai 3 jam	(B) cukup mengganggu terutama pada saat jam-jam sekolah	(A) di Kuta	memperlebar got-got / saluran air selalu dibersihkan
42	A.A. Putra Mahayasa	(B) 3 jam-an	(A) banjir membawa banyak metrial seperti batu, kayu dll	(A) di Basangkasa	memperbesar saluran drainase, memperbesar kemiringan saluran, bersihkan saluran pembuang
43	I Putu Panca Prapta	(B) sekitar 4-6 jam	(A) banyak sampah yang ikut mengalir	(A) Kuta	kalaupun bisa pada pasar dibuat saluran tertutup supaya sampah tidak ikut mengalir ke saluran
44	Ni Nyoman Sari Putri	(B) paling 6 jam-an	(A) saat jam kerja, jalanan susah dilewati	(C) -	-
45	I Nyoman Werdiartha	(B) paling 4 jam-an	(A) lubang-lubang jalannya gak keliatan	(A) di depan pasar Basangkasa	bersihkan got dari sampah
46	Ni Made Wacika Dewi	(B) lebih dari 5 jam kayaknya	(B) kotor, banyak penyakit	(A) di Kuta	benerin salurannya, terus tambah salurannya dan bersihin dari sampah
47	I Made Mega Candra Tina	(B) rasanya 3 jam-an	(A) sering terjadi kecelakaan	(A) di Kuta parah	bongkar aja gotnya trs gedein lagi
48	Taufik Ibrahim	(B) lebih dari 5 jam	(A) -	(A) di Kuta	-

49	Teguh Wahyono	(B) rasanya 3 jam-an	(C) belum terlalu mengganggu	(A) di Kuta dan Basangkasa	-
50	Courtney Dennisse	(B) more than 4 hours	(A) -	(B) -	-
51	Zeelanha Gunn	(B) about 5-6 hours	(A) -	(B) -	-
52	Made Putrawan	(B) antara 3-5 jam	(B) cukup mengganggu	(A) di pasar Basangkasa	banyak got yang mampet, bersihin dulu sumbatannya
53	Gunada	(B) tidak sampai seminggu, cuma beberapa jam saja	(A) jalan tertutup air, kalau malam lebih susah dilihat	(A) di Kuta	bikin peraturan untuk melarang masyarakat buang sampah sembarangan
54	Putu Mahesa Birawa	(C) saya tidak tahu pasti, saya masih baru disini	(C) sama dgn pertanyaan 1	(C) sama dgn pertanyaan 1	-
55	Bagus Alit	(B) 2 jam	(A) bahaya sekali, dan tamu sering mengeluh	(A) di Basangkasa	cepat tangani banjir disini agar tanu nyaman datang ke Bali
56	Gunawan Putra	(B) 4-5 jam, mungkin lebih	(A) -	(A) di Kuta	tambahin salurannya biar airnya bisa dibuang ke sungai
57	Wayan Ardiyasa	(B) Genangan airnya kira-kira 3 jam saja.	(C) Masih aman, asalkan genangan airnya tidak masuk ke rumah.	(A) Legian dan kuta sering banjir	Salurannya saja diperlebar, airnya biar mengalir
58	Juli Saputri	(B) Meski airnya cepat surut sekitar 3 jam saja tapi cukup mengganggu.	(A) Sangat berbahaya juga, pengunjung ruko saya terkadang mengeluh.	(A) Saya pernah tau di pasar Basangkasa banjirnya parah	Pihak pemerintah setempat sebaiknya meninjau saluran-saluran yang mampet karena sampah
59	Luh Putu Purnami	(B) Genangannya lama sampai 3 jam.	(A) meski cuma 3 jam, tetapi mengganggu apalagi waktu jalan kaki.	(A) Di depan pasar Kuta dan Legian.	Ada baiknya pemda Kabupaten membenahi got-got yang rusak akibat pohon-pohon di sekitar saluran
60	Desi Purwani	(C) Tidak tahu, saya baru pindah.	(C) -	(B) -	-
61	Yoga Suputra	(B) Kayaknya sekitar 4-5 jam	(C) Biasa-biasa saja tuch,	(A) Saya sering liat di sekitar	Seharusnya pemda lebih perhatian terhadap genangan banjir di daerah ini, penyuluhan untuk

			usaha juga saya tidak punya.	jalan Legian	membuang sampah kepada masyarakat juga lebih penting.
62	Kadek Ade Mahayasa	(B) Kurang lebih 4 jam	(A) Genangnya sich tidak mengganggu, tetapi sampah dan lumpurnya buat kotor halaman.	(C) Banyak di daerah mana saya tidak tahu	Ditambah lagi salurannya, penanganan terhadap timbunan sampah oleh pemerintah harus rutin dilakukan.
63	Komang Juniyasa	(B) Tidak lama sich, 4 jam-an itu klo hujannya deras	(B) Kalau banjir kasihan tamu hotel, karena kebanyakan tamu asing.	(A) Di tikungan daerah Kuta	Lebih dikelola lagi got-got yang rusak agar tamu-tamu asing yang datang ke hotel lebih nyaman.
64	Dwi Juliartha	(C) Wah, saya tidak tau juga. Saya masih 2 hari disini.	(C) -	(B) -	-
65	Made Noviandana	(B) biasanya sampai 3 jam	(B) cukup mengganggu terutama pada saat jam-jam sekolah	(A) di Kuta	memperlebar got-got / saluran air selalu dibersihkan
66	Praja Murdana	(B) Rasa-rasanya 5 jam-an	(B) bahaya waktu di jalan, karena jalanan susah diliat kalau ada lubang	(A) di Kuta	Diperbaiki saluran-saluran yang rusak, akan lebih baik diperlebar got-gotnya
67	Putu Eka Maryananta	(B) Cukup lama, sekitar 5 jam-an	(C) belum terlalu mengganggu	(A) Seringnya saya liat di daerah kuta	Kelola saluran dan got-got yang mampet dan rusak
68	I Komang Antara	(C) Tidak tahu, saya baru pindah.	(C) -	(B) -	-
69	Made Wineka	(B) Sepertinya kurang lebih 4 jam	(B) Tidak terlalu mengganggu, tetapi orang-orang yang datang ke toko kadang mengeluh	(C) sering saya lihat banjir tapi lebih tepatnya saya kurang tahu	ditambahin salurannya saja biar airnya dapat langsung mengalir ke sungai
70	Ni Wayan Dwi Susanti	(B) kurang lebih 5 jam-an	(A) -	(A) di depan pasar Kuta	bersihkan saluran dari penyumbatan
71	I Wayan Dharma	(B)	(A)	(A)	bersihkan sampah di got

		cukup lama	masyarakat disini sering kena sakit mencret	di tikungan Basangkasa	
72	I Ketut Sugiawan	(B) 4 jam-an, klo hujannya deras baru 6 jam	(A) Berbahaya sekali, apalagi sekarang banyak yang terjangkit demam berdarah	(A) Daerah Legian dan kuta sering banjir	Perlu dilakukan pengecekan secara berkala oleh pemerintah
73	Rama Wardana Putra	(B) biasanya 4-5 jam	(C) Tidak terganggu, tetapi kasihan jika melihat orang yang jalan karena harus berhati-hati.	(B) -	Lubang-lubang yang ada di jalan lebih diperhatikan oleh pemerintah, jika banjir lubang tersebut membahayakan bagi pengendara.
74	Ida Bagus Mahesa Dwijati	(B) Sekitar 3 jam-an airnya menggenang	(C) Tidak terlalu mengganggu	(A) di Kuta	banyak got yang mampet, tolong pemerintah setempat perlu melakukan pembenahan
75	Alit Dwiguna Satyadi	(B) lama, biasanya 6 jam lebih kalau hujannya deras	(A) Berbahaya, karena tamu hotel disini sering terjatuh akibat lubang	(B) -	Lubang-lubang di jalan maupun di trotoar dibenahi oleh pemerintah agar tidak membahayakan tamu.
76	Mashudi	(C) Tidak tahu, tinggal disini baru 3 hari	(C) -	(B) -	-
77	Nani Sariani	(B) Paling-an 4 jam	(B) cukup mengganggu	(A) Di daerah pasar Basangkasa dan Legian	Pemda sih harus membenahi saluran-saluran yang mampet akibat sampah dan rusak akibat poho-pohon
78	Gede Wangsa Saniscara	(B) Tidak lama sich, 4 jam-an itu klo hujannya deras	(B) Kalau banjir banyak kendaraan yang berjalan pelan sehingga macet	(A) Di Kuta dan di depan pasar Basangkasa	Ada baiknya pemerintah daerah memperlebar saluran-saluran yang mampet dan rusak sehingga air dapat mengalir ke sungai
79	Ketut Murti	(B) Sekitar 3-4 jam-an	(C) -	(A) Di Seminyak dan di depan pasar Basangkasa	bongkar aja gotnya trs gedein lagi
80	William Soarer	(B) Almost 6 hours	(A) I think a little bit difficult when we walk around and go shopping at legian	(B) -	-

Kelurahan Kuta					
81	Made Sumayasa	(A) genangan air sampai 3 jam	(A) para wisatawan sering mengeluh	(A) di Seminyak dan Legian	pemerintah harus mengecek selalu saluran air
82	Nengah Legit	(B) kurang lebih 4 jam	(A) kalau banjir biasanya tamu sedikit saya gak dapat orderan	(B) -	ya diperbaiki gotnya biar tidak mampet
83	Made Atmaja	(B) biasanya 4-6 jam	(B) artshop menjadi kotor, akibatnya wisatawan jarang datang	(B) -	membersihkan selokan dari sampah
84	I Nyoman Sana Wijaya	(B) Lama, sekitar 4 jam-an.	(B) bahayanya waktu di jalan, karena jalanan susah diliat kalau ada lubang	(A) di tikungan Basangkasa	Sebaiknya pemerintah melakukan pembenahan got-got yang mampet akibat sampah, dan memperbaiki jalan yang ada lubang.
85	I Made Sugiantara	(B) lama, bisa 6 jam lebih kalau hujannya deras	(C) Tidak terganggu, tetapi kasihan jika melihat orang yang jalan karena harus berhati-hati.	(B) -	Perlu dilakukan pengecekan secara berkala oleh pemerintah
86	Ida Bagus Dirgha	(B) biasanya 4-6 jam, kalau hujannya deras baru lebih	(B) cukup mengganggu	(B) -	Perbaiki saja saluran-saluran jika perlu pelebar got-gotnya sehingga airnya tidak menggenangi jalan-jalan.
87	I Gst Ngurah Artana	(B) biasanya sampai 3 jam	(A) Tinggi resikonya, air genangan bisa menyebabkan mencret dan demam berdarah selain itu lubang di jalannya menyebabkan kecelakaan	(C) Di daerah kuta sepertinya, tetapi lebih tepatnya saya tidak tahu.	Perlu dilakukan pengecekan secara berkala oleh pemerintah
88	I Wayan Adi Suyasa	(B) kurang lebih 5 jam-an	(C) Tidak terganggu, tetapi kasihan jika melihat orang yang jalan karena harus berhati-hati.	(B) -	Dilakukan pembenahan saja di daerah yang sering banjir

89	Ni Luh Putu Artini	(B) sekitar 4 jam	(A) airnya sering masuk ke pekarangan rumah	(A) di Legian dan depan pasar Kuta	cek apa yang menyebabkan disini sering banjir
90	Ida Ayu Prapti Dewi	(C) Wah, saya tidak tau juga. Saya masih 2 hari disini.	(C) -	(B) -	-
91	Komang Githa	(B) 2-4 jam	(B) susah kalau mau keluar dari rumah	(B) -	Pemerintah lebih tanggap dengan memperbaiki saluran-saluran mampet,
92	Gilbert Situmorang	(B) biasanya sampai 3 jam	(A) airnya sering masuk ke pekarangan rumah	(A) Di Legian dan Kuta	Sampah-sampah yang menyumbat perlu dibersihkan secara berkala oleh pemerintah atau dinas kebersihan setempat
93	Diah Laksmi	(B) Rasa-rasanya 5 jam-an	(B) Tidak terlalu berbahaya, hanya saja mengganggu kendaraan yang lalu lalang	(A) Di sekitar daerah pasar Basangkasa	benerin got-got yang rusak, biar gak tambah parah
94	Made Dwi Arimbawa	(B) biasanya 4-6 jam	(B) cukup mengganggu	(B) -	Perlu dilakukan pengecekan secara berkala oleh pemerintah pada khususnya di daerah banjir
95	Ngakan Abdi Wahyudi	(B) lebih dari 5 jam kayaknya	(A) lumayan bikin jalan macet	(A) Legian dan kuta sering banjir	cepat tangani banjir disini agar tanu nyaman datang ke Bali
96	I Wayan Adi Suyasa	(C) Maaf saya tdk tau. Saya baru 3 hari disini.	(C) -	(B) -	-
97	Kadek Janu Luhur Pribadi	(B) lama, bisa 6 jam lebih kalau hujannya deras	(A) Tidak terlalu berbahaya sich, tetapi lubangnya itu bisa menyebabkan kecelakaan	(A) Sering saya lihat di daerah Seminyak	Perlu dilakukan pengecekan secara berkala oleh pemerintah
98	Hennie Kusumayanti	(B) Tidak lama, sekitar 3-4 jam	(A) Cukup bikin jalan macet	(A) Di Kuta dan Seminyak parah	Bersihkan saja got-got atau saluran yang rusak dan mampet akibat sampah yang menimbun
99	Jonathan Daniel	(C) I don't know how many hours precisely it is	(A) I think its very dengerous, becouse flood can generate disease	(B) -	-

100	Putu Abdi Negara	(B) biasanya sampai 3 jam	(A) Menurut saya berbahaya karena khan sebagian besar keluhan banjir itu dari tamu di hotel saya	(A) yang parah di Kuta terutama di depan pasar	Ya,,tolong diperbaiki saja salurannya, kalau perlu diperlebar supaya airnya cepat mengalir ke sungai-sungai
101	Fitry	(B) 5 jam-an	(C) Tidak terganggu, tetapi kasihan jika melihat orang yang jalan karena harus berhati-hati.	(A) Di Legian dan Kuta	Ada baiknya pemerintah daerah memperlebar saluran-saluran yang mampet dan rusak sehingga air dapat mengalir ke sungai
102	Herman Wismaputra	(B) Tidak lama sich, 4 jam-an itu klo hujannya deras	(A) Kalau banjir banyak wisatawan yang mengeluh	(B) -	peraturan untuk melarang masyarakat buang sampah sembarangan lebih ditingkatkan
103	Gede Rai Wahyutama	(B) Kurang lebih 4 jam	(C) Belum berbahaya, karena penyebab banjir masih sedikit	(A) Di depan pasar Basangkasa dan di tikungan Kuta	Ada baiknya pemerintah melakukan pengecekan berkala meskipun belum terjadi kecelakaan
104	Finna Ruwandi	(C) Saya baru pindah, saya tidak tahu.	(B) cukup mengganggu	(B) -	-
105	Anna Joseph Martin	(B) About 5-6 hours a day	(B) -	(B) -	-
106	Komang Arinanda	(B) lama, bisa 6 jam lebih kalau hujannya deras	(B) bahaya waktu dijalan, karena jalanan susah diliat kalau ada lubang	(A) di Basangkasa	Ditambah lagi salurannya, penanganan terhadap timbunan sampah oleh pemerintah harus rutin dilakukan.
107	Arya Suwandi	(B) Kurang lebih 4-5 jam	(B) Biasa-biasa aja, mengganguya itu sering macet kendaraannya karena kendaraan harus berjalan pelan	(A) Di daerah Seminyak dan Legian	tambahin salurannya biar airnya bisa dibuang ke sungai
108	A.A. Putra Pastika	(B) biasanya sampai 3 jam	(B) kalau mau keluar dari rumah itu yang susah	(B) -	Perlu dilakukan pengecekan secara berkala oleh pemerintah pada khususnya di daerah banjir

109	I Ketut Gde Suraharja	(C) Tidak tahu, saya baru pindah ke sini 2 hari	(C) -	(B) -	-
110	Ni Nyoman Adi Rukmini	(B) sekitar 4-6 jam	(A) banyak sampah yang ikut mengalir	(A) Legian	perbaiki saluran yang rusak
111	Ni Made Rai Srikerti	(B) Cukup lama sich, bisa sampai 4 jam	(A) Sangat mengganggu, akibat banjir ini tamu-tamu yang menginap banyak yang mengeluh	(A) Di Basangkasa dan di Legian cukup parah banjirnya	cepat tangani banjir disini agar tanu nyaman datang ke Bali
112	I Wayan Rika	(B) 2-4 jam	(A) Banjir yang menggenangi mengganggu lalu lintas kendaraan, tidak jarang yang macet	(A) parah di Kuta terutama di depan pasar	benerin got-got yang rusak, biar gak tambah parah
113	Putu Nomi Yasintha	(B) Rasa-rasanya 5 jam-an	(A) bisa menimbulkan penyakit, mencepet dan penyakit pencernaan lainnya	(B) -	Sampah-sampah yang menyumbat perlu dibersihkan secara berkala oleh pemerintah atau dinas kebersihan setempat
114	Made Galang Dananjaya	(B) biasanya sampai 3 jam	(C) belum terlalu mengganggu	(B) -	Ditambah lagi salurannya, penanganan terhadap timbunan sampah oleh pemerintah harus rutin dilakukan.
115	Putu Revananda Gunada	(B) genangan air sampai 3 jam	(A) Toko saya menjadi kotor akibat sampah dan lumpur yang tertinggal	(A) Paling sering di daerah Legian dan Kuta	Membersihkan selokan dari sampah
116	Maria Josephinne	(C) Sorry, i don't know	(A) high enough, because be rather hard when passing the street	(B) -	-
117	Surya Mahendra	(C) Wah, saya tidak tau juga. Saya orang baru disini	(C) -	(B) -	-
118	Ni Komang Tri Adnyani	(B)	(B)	(A)	pertama perbaiki dulu jalan yang rusak biar tidak

		sampai 3 jam	cukup mengganggu, apalagi klo airnya menggenangi banyak terkandung penyakit	di Basangkasa dan sekitar Kuta	banyak lobang, jadi saat banjir aman untuk dilewati
119	Made Andriani	(C) ga tau tepatnya	(B) jalan jadi susah dilewati	(A) Kuta	banyak got yang rusak harus diperbaiki biar lancar
120	Putu Teja Buwana	(B) paling 6 jam-an	(A) saat jam kerja, jalanan susah dilewati	(C) -	-
121	Gede Adi Satyadi	(B) kurang lebih 5 jam-an	(A) bahaya sekali, sebab saya pernah kecelakaan gara-gara jalan jadi licin	(A) di depan pasar Kuta	pertama perbaiki dulu jalan yang rusak biar tidak banyak lobang, jadi saat banjir aman untuk dilewati
122	Vonnie Kusumawati	(C) ga tau tepatnya	(B) jalan jadi susah dilewati	(A) Kuta	banyak got yang rusak harus diperbaiki biar lancar
123	Gede Tegeh	(B) Kira-kira 3-4 jam	(A) Sangat mengganggu, banjir disini kadang bikin kotor	(A) di Kuta	Sebaiknya pemerintah mengelola kembali saluran-saluran, mungkin memperlebar saluran atau membersihkan sampah-sampah yang menyumbat
124	Dian Rumawati	(B) Genangannya lama sampai 3 jam.	(A) meski cuma 3 jam, tetapi mengganggu apalagi waktu jalan kaki.	(A) Di depan pasar Kuta dan Legian.	Ada baiknya pemda Kabupaten membenahi got-got yang rusak akibat pohon-pohon di sekitar saluran
125	Santika	(B) disini kira-kira 3 jam	(B) cuma jadi kotor aja	(B) -	benerin got-got yang rusak, biar gak tambah parah
126	Agus Haryono	(B) sekitar 3 sampai 5 jam	(A) bahaya banget kalau lagi di jalan, lubang-lubang jalannya gak keliatan	(A) di depan pasar Basangkasa	sebenarnya walaupun tiap musim hujan sudah biasa banjir, tapi akan lebih baik lagi kalau banjirnya bisa hilang, ditambah lubang-lubang di jalan di tambal
127	Sugiatiningsih	(B) lebih dari 5 jam	(A) -	(A) di Kuta	-
128	Nyoman Purwani Putri	(B) 2-4 jam	(A) bisa menimbulkan penyakit	(A) di Legian dan Basangkasa	segera tangani banjir agar wisatawan tidak banyak yang mengeluh
129	Wayan Pageh	(B) kurang lebih 5 jam-an	(A) bahaya sekali, sebab saya	(A) di depan pasar Kuta	pertama perbaiki dulu jalan yang rusak biar tidak banyak lobang, jadi saat banjir aman untuk dilewati

			pernah kecelakaan gara-gara jalan jadi licin		
130	Aditya Nugraha	(B) Kayaknya sekitar 4-5 jam	(C) Biasa-biasa saja tuch, usaha juga saya tidak punya.	(A) Saya sering liat di sekitar jalan Legian	Seharusnya pemda lebih perhatian terhadap genangan banjir di daerah ini, penyuluhan untuk membuang sampah kepada masyarakat juga lebih penting.
131	Made Rudiana	(B) disini kira-kira 3 jam	(B) cukup mengganggu	(A) di depan pasar Basangkasa	Ditambah lagi salurannya, penanganan terhadap timbunan sampah oleh pemerintah harus rutin dilakukan.
132	Laila Farida	(C) ga tau tepatnya	(B) jalan jadi susah dilewati	(A) Kuta	banyak got yang rusak harus diperbaiki biar lancar
133	Heni Murni	(B) biasanya 4 jam	(A) kalau tidak diawasi, anak-anak sering main air banjir kalau dibiarin bisa sakit	(A) di legian	perbaiki got yang rusak dan bersihkan dari sumbatan
134	Komang Wahyudi	(B) rasanya sih lebih dari 4 jam	(A) lumayan bikin jalan macet	(A) di legian	kalo bisa pas banjir terus macet, kirim polisi kesini buat ngatur jalan
135	I Made Angga Pramudya	(B) Tidak lama sich, 4 jam-an itu klo hujannya deras	(C) paling airnya cuma masuk-masuk rumah dikit	(A) di Basangkasa	Ya,,,diperbaikin got-gotnya biar tidak mampet terus-terusan
136	Dina Susanti	(B) biasanya sampai 3 jam	(B) cukup mengganggu	(B) -	-
137	Wayan Kablet	(B) 2-3 jam	(B) bahaya waktu dijalan, karena jalanan susah diliat kalau ada lubang	(C) ada banyak, tapi tempat tepatnya ga tau	untuk dinas kebersihan agar lebih bersih saat mengangkut sampah dari penampungan, sebab banyak sampah masih tercecer waktu diambil. tidak menutup kemungkinan sampah tersebut dapat menyumbat salura
138	Made Pranata Kusuma	(B) antara 3-5 jam	(B) cukup mengganggu	(A) di pasar Basangkasa	banyak got yang mampet, bersihin dulu sumbatannya
139	Deddy Sutanto	(B) 3 jam-an	(A) banjir membawa banyak metrial seperti batu, kayu dll	(A) di Basangkasa	memperbesar saluran drainase, memperbesar kemiringan saluran, bersihkan saluran pembuang
140	Made Indra Kurniawan	(B) disini kira-kira 3 jam	(B) cuma jadi kotor aja	(A) Di depan pasar Kuta dan Legian.	tambah lagi saja salurannya, terutama penanganan terhadap timbunan sampah oleh pemerintah harus rutin dilakukan.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Saat lahir ke dunia ini, selalu didoakan agar menjadi manusia yang berguna bagi keluarga...

Saat pertama masuk Taman Kanak-kanak, ingin cepat naik ke Sekolah Dasar...

Saat menempuh pendidikan di Sekolah Dasar, ingin masuk ke SMP Negeri...

Saat akhir belajar di SMP, akhirnya diterima di SMA negeri walaupun sampai pindah rumah...

Saat SMA mulai belajar untuk mandiri dan belajar untuk dewasa...

Dengan memberanikan diri berangkat ke daerah lain untuk memperoleh gelar SARJANA ...

Setelah perjuangan selama 7 tahun, gelar SARJANA yang dikejarpun berhasil diperoleh...

TAS BERKAT DARI IDA SANG HYANG WIDHI WASA, AKHIRNYA SKRIPSI INI BERHASIL DISELESAIKAN DENGAN BAIK... DAN SKRIPSI INI DIPERSEMBAHKAN UNTUK :

EDUA ORANG TUA KU : PAPAKU ALM. I MADE CHEN ATMAJA... YANG WALAUPUN TIDAK BISA MELIHATKU MENCAPI GELAR SARJANA INI, AKU YAKIN PAPAKU SELALU MENGAWASI, MELINDUNGI DAN MEMBIMBINGKU DARI SANA... TERIMA KASIH PAPA... MAMAKU DR. NI PUTU SUWARDANI, MPD. MA, ANAKMU YANG TIDAK BERGUNA INI AKHIRNYA JADI SARJANA JUGA... MAKASI YA MA, UDAH SABAR MEMBESARKAN, MEMBIMBING DAN MEMBIAYAI HIDUPKU SAMPAI SAAT INI, YANG ENTAH DENGAN CARA APA BISA MEMBALAS SEMUA INI... DIKKU : I MADE PRAYOGA WIRAATMAJA, AKHIRNYA KAKAKMU YANG PEMARAH INI JADI SARJANA JUGA... UHO, KAMU JUGA CEPAT LULUS... SAATNYA KITA YANG MEMBAHAGIAKAN MAMA...

AKIANG DAN ALM. NIANG, PUTU PERNAH BERJANJI TAHUN INI PUTU AKAN LULUS DAN PUTU SUDAH MENEPATI JANJI PUTU... SEMOGA PUTU BISA MENJADI CUCU YANG LEBIH BAIK LAGI...

PERMATA HATIKU : RUFITASARI, ST. AKHIRNYA AKU BISA MENYUSUL KAMU JADI SARJANA... SAATNYA KITA MULAI MEMIKIRKAN MASA DEPAN KITA, SEMOGA KITA SELALU DIPERSATUKAN SAMPAI NANTI... I LOVE U FULL SAHABATKU JUPIE DK 4656 FP, MAKASI YA UDAH SETIA ANTER AKU KEMANA-MANA...

Terima kasih saya ucapkan untuk Dosen-dosen Teknik Lingkungan ITN Malang, Pak Diro, Bu Candra, Bu Ewi, Pak Hery, Pak Hardianto, Bu Anis dan Bu Tuani, terimakasih atas bimbingan dan ilmu yang diberikan kepada saya, semoga ilmu yang saya dapat ini dapat saya gunakan sebaik-baiknya untuk masa depan saya...

Temen-temen Griya Santha G-317(Gun & Penok, lulus bareng bro... Janu, enggalin suudin S2 ci bro... Ngodes, pragatin skripsi ci bro, pedalem kurenan jak panak-e...)

Temen-temen seperjuangan angkatan 2002 yang udah LULUS duluan (Tini, Ance, Agung, Teguh, Chia, Tink, Roffie, Jun, Reni, Timo, Billy, Ina, Eny, dan Zombie), Horeeee... akhirnya aku bisa nyusul kalian... trus ada Ifan, Irfan dan Baiq, kita lulus bareng neeh... dan yang BELUM LULUS (Farid, Mail, Titis, Koko, Iwan, Candra, Zul, Cholik, Lastri, Paul dan Sepin) ayo cepetan ntar karatan disini... hehehe... Adik-adik angkatan 2003 & 2004 (Indra, Dika, Mery, Dewi, Rini, Dwi, Dadi, Oki, dll.) yang pada belum lulus, cepetan deh... dah mulai karatan tuh... Terus, buat angkatan 2005 & 2006 (Paul, Chacha, Sukma, Fika, Iza, dll) siapkan diri dan harus bisa cepet susulin kita-kita... dan buat adik-adik angkatan 2007 (Adem, Erwin, Ajeng, Odi, Aci, Uci, Lady, dll) jangan pada saling tunggu ya... tetep berjuang dan berusaha supaya cepet selesai kuliahnya... jadi inget prkatikum bareng kalian hehehe...

AKHIRNYA MANUSIA TIDAK SEMPURNA DAN TIDAK BERGUNA INI BERGELAR SARJANA JUGA...
I PUTU PRANA WIRAATMAJA, ST.