

sistem drainase perkotaan pada kawasan pertanian urban dan pesisir

by Kustamar Kustamar

Submission date: 03-Jan-2020 07:42AM (UTC+0700)

Submission ID: 1239075250

File name: SISTEM_DRAINASE_PERKOTAAN_PADA_KAWASAN_PERTANIAN.pdf (12.03M)

Word count: 56299

Character count: 280902

**SISTEM DRAINASE PERKOTAAN
PADA KAWASAN PERTANIAN,
URBAN, DAN PESISIR**

Dr. Ir. Kustamar, MT.

**Penerbit Dream Litera
Malang 2019**

SISTEM DRAINASE PERKOTAAN PADA KAWASAN PERTANIAN, URBAN, DAN PESISIR

©Dream Litera Buana
Malang, November 2019
341 halaman, 15.5 x23 cm

ISBN: 978-623-7598-10-7

Penulis:
Dr. Ir. Kustamar, MT.

Diterbitkan oleh:
Penerbit Dream Litera
Bumi Madinah II Tegalweru (Blok B – No. 8)
Dau Malang Jawa Timur

Email: dream.litera@gmail.com
Website: www.dreamlitera.com

Anggota IKAPI No. 158/JTI/2015

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang.
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi
buku ini dengan cara apapun, tanpa izin tertulis dari penerbit.

Kata Pengantar

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa sehingga buku **SISTEM DRAINASE PERKOTAAN PADA KAWASAN PERTANIAN, URBAN, DAN PESISIR** ini dapat terselesaikan dengan baik. Buku monograf ini berisikan tentang berbagai masalah sistem drainase dalam kawasan urban, serta contoh solusinya.

Materi dihimpun dari berbagai laporan pekerjaan perencanaan sistem drainase perkotaan di berbagai kota, yaitu:

1. Kota Waibakul, mewakili kota dalam kawasan pertanian.
2. Kota Kepanjen, mewakili kota dalam kawasan urban.
3. Kota Sampit, mewakili kota dalam kawasan pesisir.

Masing-masing kawasan memiliki permasalahan yang spesifik, sehingga memerlukan analisa yang mendalam. Pengalaman dalam memecahkan masalah drainase perkotaan tersebut sangat penting untuk dijadikan referensi bagi para mahasiswa dan konsultan yang sedang meningkatkan pengetahuan dan keterampilannya dalam perencanaan sistem drainase perkotaan, terutama yang didominasi kawasan urban.

Materi disajikan mulai dari deskripsi daerah studi, permasalahan, pengembangan konsep pemecahan masalah, hingga

contoh analisa data dan penggambaran hasilnya. Tentu buku ini belum mampu sebagai model perencanaan sistem drainase di seluruh kawasan Indonesia, namun diharapkan dapat sebagai sarana membangun pemahaman dan keterampilan yang memadai.

Buku ini disusun untuk didedikasikan bagi generasi penerus bangsa Indonesia, dan tidak dikomersilkan. Pada akhirnya, kami mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian penyusunan buku ini, semoga di tengah maraknya referensi digital buku ini masih menarik untuk dibaca.

Malang, November 2019

Penyusun

Daftar Isi

Halaman Judul	I
Kata Pengantar	III
Daftar Isi	V
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Dan Manfaat.....	4
1.3. Sistematika Penyajian	4
BAB 2 DRAINASE PERKOTAAN PADA KAWASAN PERTANIAN	
2.1. Deskripsi Daerah Studi	6
2.1.1. Wilayah Administratif.....	7
2.1.2. Kemiringan Lereng	8
2.1.3. Hidrologi	8
2.1.4. Kependudukan.....	9
2.1.5. Pola Penggunaan Lahan	11
2.2. Permasalahan.....	14
2.2.1. Kondisi Saluran	14
2.2.2. Kondisi Tampungan Eksisting Perkotaan Waibakul.....	17
2.3. Pendekatan Dan Konsep Solusi.....	18
2.3.1. Sistem Tata Air	18

2.3.2. Analisa Hidrologi.....	20
1 Uji Konsistensi Data.....	20
2. Curah Hujan Rerata Daerah (Average Basin Rainfall)	21
3. Hujan Rancangan Maksimum	26
4. Pemeriksaan Uji Kesesuaian Distribusi	26
5. Debit Banjir Rancangan.....	28
6. Banjir	41
7. Genangan	47
8. Pendekatan Penanganan Masalah.....	47
2.3.3. Lay Out Sistem Drainase Eksisting.....	56
2.4. Analisa Data Hujan	59
2.4.1. Hujan Rerata Daerah	59
2.4.1.1. Identifikasi Daerah Tangkapan Hujan	59
2.4.1.2. Analisa Curah Hujan Maksimum Rerata Daerah.....	59
2.4.1.3. Analisa Curah Hujan Rancangan	63
2.4.1.4. Intensitas Hujan	77
2.5. Analisa Debit Banjir.....	81
2.5.1. Debit Air Buangan Rumah Tangga	81
2.5.1.1. Proyeksi Penduduk	82
2.5.1.2. Debit Air Buangan Rumah Tangga.....	86
2.5.2. Debit Air Hujan	87
2.5.2.1. Koefisien Pengaliran.....	87
2.6. Analisa Hidrolika Saluran Eksisting.....	91
2.6.1. Dimensi Typikal Saluran Terbuka.....	91
2.6.1.1. Kapasitas Saluran	92
2.6.1.2. Kapasitas Tampungan Situ Eksisting.....	99
2.6.1.3. Evaluasi Saluran Drainase Dan Tampungan Eksisting	102
2.7. Evaluasi Saluran Drainase Dan Tampungan Eksisting.....	106
2.7.1. Evaluasi Saluran Drainase Eksisting.....	106
2.7.2. Evaluasi Tampungan Eksisting.....	109
2.8. Pemecahan Masalah.....	111
2.8.1. Peningkatan Kapasitas Saluran Drainase.....	111
2.8.2. Rencana Desain.....	114
2.8.3. Evaluasi Saluran Drainase Rencana	118
2.8.4. Rencana Kanal Banjir Dan Long Storage	120

2.8.4.1. Umum.....	120
2.8.4.2. Rencana Kanal Banjir Perkotaan Waibakul.....	120
2.8.4.3. Rencana Dimensi Kanal Banjir Dan Long Storage	121
2.8.5. Optimalisasi Tampungan Eksisting.....	123
2.8.5.1. Tampungan Laimaboba	123
2.8.5.2. Tampungan Laimandak	126
2.8.5.3. Tampungan Liang Lairabas	127
2.8.6. Rencana Sumur Resapan Tampungan.....	130
2.8.7. Rencana Peningkatan Resapan Air	132
2.8.7.1. Umum.....	132
2.8.7.2. Penerapan Sumur Resapan Areal Persawahan Waibakul.....	132

BAB 3 DRAINASE PERKOTAAN PADA KAWASAN URBAN

3.1. Kondisi Daerah Kepanjen	135
3.2. Wilayah Administratif.....	136
3.3. Kondisi Geografis	137
3.3.1. Kondisi Fisik Dasar	137
3.3.2. Kondisi Geologi.....	141
3.3.3. Kependudukan dan Sosial Budaya.....	144
3.3.4. Pola Tata Guna Lahan	145
3.3.5. Utilitas	147
3.3.6. Kegiatan Ekonomi Masyarakat.....	148
3.4. Permasalahan dan Pengembangan Konsep Solusi .	149
3.5. Analisa Hujan.....	153
3.5.1. Hujan Rerata Daerah	153
3.5.2. Curah Hujan Rancangan.....	153
3.5.3. Intensitas Hujan	166
3.6. Pendekatan dan Solusi.....	168
3.6.1. Pendekatan Konsep	168
3.6.2. Rencana jaringan Sistim Drainase Utama	168
3.6.2.1. Rencana Jangka Pendek	168
3.6.2.2. Rencana Jangka Panjang	183

BAB 4 DRAINASE PERKOTAAN PADA KAWASAN PESISIR

4.1. Deskripsi Daerah Studi	187
4.1.1. Kondisi Fisik Dasar	187
4.1.2. Kependudukan dan Sosial Budaya.....	188

4.1.2.1. Kependudukan.....	188
4.1.3. Sosial Budaya Masyarakat.....	194
4.1.3.1. Pola Penggunaan Lahan.....	194
4.1.4. Kondisi Umum Drainase Eksisting.....	196
4.2. Metode Pengumpulan Data.....	210
4.3. Metode Analisis Data.....	210
4.3.1. Analisa Hidrologi.....	211
4.3.2. Debit Banjir Rancangan.....	230
4.3.3. Analisa Hidrolika.....	241
4.3.4. Genangan.....	244
4.4. Pendekatan Penanganan Masalah.....	245
4.4. Diagram Alir Pelaksanaan Pekerjaan.....	256
4.5. Lay Out Sistem Drainase Eksisting.....	256
4.6. Analisa Hidrologi.....	259
4.6.1. Curah Hujan Rancangan.....	259
4.6.2. Intensitas Hujan.....	270
4.6.3. Debit Banjir Rancangan.....	270
4.6.3.1. Perhitungan Debit Air Hujan (Qa).....	270
4.6.3.2. Perhitungan Debit Air Kotor (Qd).....	271
4.6.3.3. Debit Banjir Rencana.....	273
4.6.4. Hidrograf Banjir.....	273
4.6.4.1. Hidrograf Satuan.....	273
4.6.4.2. Hidrograf Debit.....	283
4.6.5. Penelusuran Banjir.....	295
4.7. Kondisi Saluran Drainase Eksisting.....	304
4.7.1. Peta Evaluasi Hasil Survei.....	304
4.7.2. Kondisi Eksisting Saluran Drainase.....	304
4.7.3. Pemetaan Arah Aliran.....	305
4.8. Tahapan Pengendalian Banjir.....	307
4.8.1. Evaluasi Kondisi Saluran Eksisting.....	307
4.8.2. Rencana Pengendalian Banjir Tahap I.....	308
4.8.3. Rencana Pengendalian Banjir Tahap II.....	310
4.8.4. Rencana Pengendalian Banjir Tahap III.....	313
4.9. Lokasi Genangan.....	316
Ringkasan.....	318
Daftar Pustaka.....	320

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Banjir terjadi karena sistem drainase tidak dapat menyalurkan air dengan baik. Terdapat tiga kemungkinan kondisi penyebab banjir tersebut, yaitu: meningkatnya beban air yang harus dialirkan, berkurangnya kapasitas saluran, gabungan dari kedua hal tersebut. Oleh karenanya, konsep solusi juga harus dibangun dengan awal mengurai penyebabnya.

Banjir dalam kawasan perkotaan terwujud dalam dua bentuk, yaitu genangan air dan limpasan permukaan. Kedua jenis banjir tersebut, memiliki karakter daya rusak dan dampak yang spesifik. Frekuensi terjadinya banjir menjadi salah satu indikator yang sangat penting, karena bersentuhan langsung dengan masyarakat. Gangguan terhadap tingkat kenyamanan, dengan frekuensi yang rendah masih bisa dimaklumi. Namun jika telah mengurangi tingkat

keamanan, apalagi dengan frekuensi yang tinggi tentu tidak dapat ditoleransi lagi.

Genangan dapat menimbulkan gangguan kelancaran lalu lintas, dan percepatan kerusakan jalan, serta menurunnya kesehatan lingkungan dan kenyamanan penghuni kawasan. Tinggi dan lama genangan sangat berpengaruh terhadap dampak negatif yang ditimbulkannya. Toleransi tinggi genangan dipengaruhi oleh jenis penggunaan kawasan. Dalam kawasan pertanian, tinggi limpasan permukaan diberi toleransi hingga 20 cm. Sedangkan dalam kawasan permukiman, toleransi tinggi genangan maksimal 5 cm. Sebaliknya, pada jalan raya untuk kendaraan kecepatan tinggi, serta kawasan lapangan terbang tidak diijinkan adanya genangan.

Limpasan permukaan dapat menimbulkan terseret dan hanyutnya kendaraan, manusia, dan benda lainnya. Konstruksi dan badan jalan, dapat terkikis dan materialnya terhanyut, serta tertinggal saat debit limpasan air sudah berkurang. Material yang tertinggal dalam saluran akan mengakibatkan pendangkalan dan buntunya saluran. Material yang tercecer di jalan akan membahayakan lalu lintas, dan menurunkan tingkat keamanan berkendara. Kesehatan lingkungan dan tingkat keamanan akan sangat terganggu karena peristiwa ini.

Kawasan perkotaan di Indonesia pada umumnya terbentuk melalui perubahan dari lahan pertanian, menjadi kawasan selain pertanian (urban). Perubahan berdampak pada batas administratif dan metode pengelolaan, namun secara hidrologis masih menjadi satu. Hal ini seringkali kurang mendapat pemahaman dan perhatian, sehingga timbul masalah.

Perubahan penggunaan lahan dari kawasan pertanian menjadi kawasan urban juga juga dapat menimbulkan masalah banjir. Masalah timbul karena terjadinya perubahan batas toleransi terjadinya genangan, perubahan karakter dari sistem saluran yang semula berfungsi penyalur air irigasi (saluran irigasi), menjadi penyalur kelebihan air (saluran drainase). Pada sistem irigasi, saluran harus membagi air dari sumbernya hingga ke petak-petak tujuan, sehingga dimensi saluran berangsur berubah dari yang besar menjadi kecil. Sebaliknya, saluran

drainase berfungsi menyalurkan kelebihan air dari tangkapan hujan yang terakumulasi setelah terjadi pertemuan saluran, sehingga dimensi saluran semakin besar ke arah hilir.

Struktur geologi, tata guna lahan, keadaan topografi dan lain-lain akan memberikan ciri spesifik pada suatu daerah aliran sungai. Sedangkan unsur-unsur iklim seperti kelembapan udara, radiasi serta lama penyinaran matahari, arah serta kecepatan angin dan yang lainnya akan memberikan ciri khusus pada banyak sedikitnya curah hujan di suatu daerah. Demikian juga letak geografis akan mempengaruhi curah hujan rata-rata tahunan. Sedangkan daur hidrologi dalam suatu catchment area membuktikan adanya keterkaitan biogeofisik antara daerah hulu dan daerah hilir dari suatu aliran sungai.

Dalam hal ini kegiatan di daerah hulu memegang peranan penting misalnya bila di daerah hulu dari sungai-sungai yang melalui kota Sampit dilakukan penebangan pohon-pohon di hutan akan mengakibatkan peningkatan hasil air (*water yield*) dan menurunkan kualitas air permukaan. Erosi dan sedimentasi juga akan meningkat di kota Sampit. Oleh karenanya pembahasan konsultan yang pertama dalam laporan ini adalah adanya peninjauan langsung terhadap karakteristik fisik dasar.

Perubahan karakter saluran tersebut, tentu harus dikoreksi manakala kawasan pertanian berubah menjadi kawasan urban agar saluran dapat berfungsi dengan baik. Dalam koreksi dimensi, yang harus diperhatikan ialah: perubahan koefisien pengaliran, perubahan daerah tangkapan hujan, batasan elevasi dasar dan muka air dalam saluran, dan ketersediaan spasial lahan. Semua perubahan, harus dipastikan sesuai dengan rencana tata ruang wilayah (RTRW).

Mana kala terbuka ruang untuk mendapatkan dimensi saluran terbaik, maka: perlu diupayakan tercapainya tampang ekonomis, dan kemiringan dasar saluran yang sesuai dengan batasan kecepatan aliran, penggunaan material dasar dan dinding saluran yang tepat, serta kesiapan budaya masyarakat. Pilihan penggunaan saluran

tertutup (bukan walaupun dengan jenis aliran terbuka), harus memperhitungkan kemudahan dalam memeliharanya.

Pelibatan masyarakat dalam pencegahan banjir pada kawasan perkotaan sangat diperlukan, terutama dalam hal menjaga kebersihan sungai dari sampah, penyempitan alur akibat pelanggaran garis sempadan. Penggalangan partisipasi masyarakat harus dilakukan dengan strategi: Pembuatan dan pelaksanaan regulasi, pendampingan, dan pengkondisian timbulnya daya ungkit ekonomi, terutama munculnya upaya dalam bidang ekonomi kreatif.

Perencanaan yang disertai dengan skala prioritas dan sistem informasi spasial, akan mempermudah dalam pelaksanaan pembangunan dan operasional pemeliharanya. Sistem informasi yang disertai dengan penjelasan kondisi dan dimensi saluran akan sangat membantu dalam manajemen aset, terutama dalam hal penyusunan usulan perbaikan.

1.2. Tujuan Dan Manfaat

Buku ini disusun untuk didedikasikan bagi generasi penerus bangsa Indonesia, dan tidak dikomersilkan. Pada akhirnya, kami mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian penyusunan buku ini, semoga di tengah maraknya referensi digital buku ini masih menarik untuk dibaca.

1.3. Sistematika Penyajian

Materi disajikan mulai dari deskripsi daerah studi, permasalahan, pengembangan konsep pemecahan masalah, hingga contoh analisa data dan penggambaran hasilnya. Sebagai contoh, digunakan materi perencanaan di 3 kota, yaitu:

1. Perkotaan Waibakul, Sumba Tengah yang mewakili perkotaan dengan kawasan pertanian,
2. Perkotaan Kepanjen, Kabupaten Malang, yang mewakili perkotaan dengan kawasan urban, dan

3. Perkotaan Sampit, Kabupaten Kota Waringin Timur, Kalimantan Timur, yang mewakili perkotaan dengan kawasan pesisir.

Tentu buku ini belum mampu sebagai model perencanaan sistem drainase di seluruh kawasan Indonesia, namun diharapkan dapat sebagai sarana membangun pemahaman dan keterampilan yang memadai.

BAB 2

DRAINASE PERKOTAAN PADA KAWASAN PERTANIAN

2.1. Deskripsi Daerah Studi

Waibakul merupakan ibu kota Kabupaten Sumba Tengah, memiliki luas wilayah + 12,82 Km² dan secara Geografis terletak di: 9° 34' 0" LS - 9° 40' 25" LS dan 119° 30' 50" BT - 119° 37' 55" BT. Batas wilayah Perkotaan Waibakul adalah sebagai berikut: Desa Uumbu Pabal (Sebelah Timur); Desa: Matawoga, Uumbu Riri, Wailawa, Dameka dan Waimanu (Sebelah Barat);: Desa: Kabelawuntu, Anakalang, Anajiaka dan Wairasa (Sebelah Utara); Desa: Malinjak, Tanamodu dan Konda Maloba (Sebelah Selatan).

2.1.1. Wilayah Administratif

Wilayah Perkotaan Waibakul terbagi dalam 15 desa dari 3 Kecamatan yaitu Kecamatan Katikutana, Kecamatan Umbu Ratu Nggay Barat dan Kecamatan Katikutana Selatan, yang secara rinci dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Nama dan Luas Desa / Kelurahan Di Perkotaan Waibakul

No	Desa	(Ha)	(Km ²)	(%)
1	Anajiaka	222.11	0.22211	2%
2	Wairasa	1512.74	1.51274	12%
3	Umbu Mamijuk	395.16	0.39516	3%
4	Tana Modu	1190.94	1.19094	9%
5	Malinjak	1152.25	1.15225	9%
6	Wai Lawa	986.46	0.98646	8%
7	Dameka	791.71	0.79171	6%
8	Waimanu	839.95	0.83995	7%
9	Anakalang	496.12	0.49612	4%
10	Kabelu Wuntu	761.31	0.76131	6%
11	Mata Woga	544.48	0.54448	4%
12	Makata Keri	485.33	0.48533	4%
13	Umbu Riri	71.60	0.0716	1%
14	Konda Maloba	1835.23	1.83523	13%
15	Umbu Pabal	1539.27	1.53927	12%
Jumlah		12824.66	12.82466	100%

Sumber : Laporan Rencana Umum Tata Ruang Kawasan (RUTRK)
Perkotaan Waibakul Tahun 2009-2029

2.1.2. Kemiringan Lereng

Wilayah perkotaan Waibakul didominasi wilayah dengan tingkat ketererangan bervariasi, antara 0-8 %, dengan prosentase 78,56 %, -8-25 %, dengan prosentase 2,65 %, 25-40 %, dengan prosentase 4,91 %, >40 %, dengan prosentase 13,88 %.

2.1.3. Hidrologi

Terdapat beberapa aliran sungai baik kecil maupun besar dan juga embung atau mata air. Ada pula sungai teraliri air namun pada saat musim kemarau banyak sungai yang kering. Untuk air baku masyarakat memanfaatkan mata air, waduk/danau dan sumur bor dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 2.2. Lokasi Mata Air Perkotaan Waibakul Tahun 2008

No	Mata Air	Lokasi			Koordinat		
		Dusun	Desa	Kecamatan	x	y	z
1	Wzai Hawu	Anakalang	Anakalang	Katikutana	781824	8938292	440
2	Mambitul	Dusun 2	Malinjak	Katikutana Selatan	781210	8933511	418
3	Liang Sott	Dusun 3	Matawoga	Katikutana	777473	8938788	496
4	Wai Kabali	Laitulu	Matawoga	Katikutana	777747	8938123	489
7	Wee Kodanamo	Watumbelar	Matawoga	Katikutana	776175	8939902	511
8	Wai Napu	Goluwola	Matawoga	Katikutana	775674	8940420	499
9	Wai Waisa	Goluwola	Matawoga	Katikutana	775378	8940211	489
10	Wai Kabolnr	Dusun 3	Matawoga	Katikutana	777257	8939390	523
11	Wai KaSika	Dusun 3	Anakalang	Katikutana	782214	8941980	478
14	Wai Jara	Wai Kawolu	Kabelawuntu	Katikutana	780950	8939212	437
15	Wee Taki	Dusun 2	Kabelawuntu	Katikutana	780373	8940133	436
16	Wee Rita	Rita	Anakalang	Katikutana	781350	8940223	424
17	Wai Ngohu	Dusun 2	Anajiaka	Umbu Ratu Nggay Barat	783954	8940019	461
18	Wai Liang	Dusun 3	Anajiaka	Umbu Ratu Nggay Barat	785268	8940375	478

No	Mata Air	Lokasi			Koordinat		
		Dusun	Desa	Kecamatan	x	y	z
19	Liang Bulukataka	Dusun 3	Anajiaka	Umbu Ratu Nggay Barat	785489	8940829	469
20	Wai Puwarak	Dusun 3	Dameka	Katikutana Selatan	779393	8931815	409
21	Wai Waiwiruk	-	Wailawa	Katikutana Selatan	779315	8933482	430
22	Liang Pameti Karabau	-	Waimanu	Katikutana Selatan	777710	8929880	424
23	Liang Golorita	Kasiwotu	Wailawa	Katikutana Selatan	778950	8935412	458
24	Liang Kaidu	Dusun 1	Konda Maloba	Katikutana Selatan	785505	8932107	440
25	Liang Marabi	TNMT	Konda Maloba	Katikutana Selatan	794715	8922482	501
26	Liang Tamiang	TNMT	Konda Maloba	Katikutana Selatan	794677	8922784	500
27	Liang Bakul	TNMT	Konda Maloba	Katikutana Selatan	794643	8922946	501
28	Liang Jaga	TNMT	Konda Maloba	Katikutana Selatan	794960	8923001	582
29	Wai Pandang	Dasa Elu	Konda Maloba	Katikutana Selatan	792113	8927878	576
30	Wai Liang	Dasa Elu	Konda Maloba	Katikutana Selatan	791561	8928348	557
31	Wai Papurung	Dasa Elu	Konda Maloba	Katikutana Selatan	792758	8925836	527
32	Liang Mili Pahuruk	Dasa Elu	Konda Maloba	Katikutana Selatan	789560	8926750	550

Sumber : Laporan Rencana Umum Tata Ruang Kawasan (RUTRK) Perkotaan Waibakul Tahun 2009- 2029

2.1.4. Kependudukan

Jumlah penduduk Perkotaan Waibakul pada tahun 2015 berjumlah 24.844 jiwa. Kelurahan /desa dengan jumlah penduduk terbanyak pada tahun 2015 adalah Desa Anakalang dengan jumlah penduduk 3.189 jiwa, sedangkan untuk Kelurahan/desa yang mempunyai jumlah penduduk terendah adalah Desa Anajiaka dengan jumlah penduduk 995 jiwa. Untuk lebih jelasnya jumlah penduduk Perkotaan Waibakul dapat dilihat lebih rinci pada tabel berikut.

**Tabel 2.3. Jumlah Penduduk Perkotaan Waibakul
Tahun 2014 - 2015**

No	Desa	Luas Wilayah (ha)	Jumlah Penduduk	
			2014	2015
1	Anakalang	222,11	2.975	3.189
2	Makata Keri	1.512,74	1.822	1.829
3	Umbu Riri	395,16	1.393	1.433
4	Mata Woga	1.190,94	2.124	2.145
5	Kabelu Wuntu	1.152,25	1.258	1.320
6	Malinjak	496,12	1.851	1.830
7	Wai Lawa	761,31	1.669	1.747
8	Dameka	544,48	1.519	1.581
9	Konda Maloba	485,33	489	515
10	Waimanu	71,60	1.396	1.504
11	Tana Modu	1.835,23	1.606	1.600
12	Anajiaka	986,46	977	995
13	Wairasa	791,71	2.579	2.620
14	Umbu Mamijuk	839,95	1.308	1.315
15	Umbu Pabal	1.539,27	1.182	1.221
Jumlah		12.824,66	24.148	24.844

Sumber : Kecamatan Dalam Angka Tahun 2015 - 2017

Penduduk di Perkotaan Waibakul didominasi oleh penduduk jenis kelamin perempuan dengan perbandingan 49,67 % penduduk laki-laki dan 50,33 % penduduk perempuan. Jumlah penduduk perempuan Perkotaan Waibakul tahun 2015 mencapai 12.504 jiwa, sedangkan jumlah penduduk laki-laki Perkotaan Waibakul tahun 2015 mencapai 12.340 jiwa. Jumlah penduduk berdasarkan jenis kelamin pada masing-masing kecamatan dapat dilihat pada tabel 2.4. dibawah ini.

**Tabel 2.4. Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin di
Perkotaan Waibakul Tahun 2015**

No	Desa	Jumlah Penduduk (jiwa)	
		Laki - laki	Perempuan
1	Anakalang	1.632	1.557
2	Makata Keri	862	967
3	Umbu Riri	671	762
4	Mata Woga	1.071	1.074
5	Kabelu Wuntu	656	664
6	Malinjak	943	887
7	Wai Lawa	866	881
8	Dameka	776	805
9	Konda Maloba	250	265
10	Waimanu	777	727
11	Tana Modu	816	784
12	Anajiaka	479	516
13	Wairasa	1.227	1.393
14	Umbu Mamijuk	665	650
15	Umbu Pabal	649	572
Jumlah		12.340	12.504

Sumber : Kecamatan Dalam Angka, Tahun 2017

2.1.5. Pola Penggunaan Lahan

Pola penggunaan lahan Perkotaan Waibakul secara umum terbagi dalam dua jenis kawasan yaitu Kawasan Lindung dan Kawasan Budidaya. Pada Kawasan Budidaya pada umumnya didominasi oleh kawasan terbangun yang terdiri dari fasilitas perumahan, fasilitas umum dan fasilitas perdagangan dan jasa serta kawasan perkantoran yang terdapat di desa Anakalang. Dari beberapa fasilitas yang ada, perumahan memiliki luasan yang relatif mendominasi dari pada fasilitas-fasilitas yang lainnya. Namun pada

kawasan Waibakul sebagian besar terdiri atas kawasan budidaya tak terbangun.

Kawasan Lindung

Kawasan Lindung adalah kawasan yang ditetapkan fungsi utamanya adalah untuk melindungi kelestarian lingkungan hidup yang mencakup sumber daya alam dan sumber daya buatan, meliputi :

- A. Kawasan yang memberikan perlindungan pada kawasan dibawahnya.
 - a. Kawasan Hutan Lindung
 - b. Kawasan Peresapan Air
- B. Kawasan Perlindungan Setempat
 - a. Kawasan Sempadan Sungai
 - b. Kawasan di sekitar Mata Air
 - c. Kawasan Terbuka Hijau
- C. Kawasan Taman Wisata
- D. Kawasan Cagar Budaya dan Ilmu Pengetahuan
- E. Kawasan Rawan Bencana

Kawasan lindung di Perkotaan Waibakul yang paling utama adalah sempadan Mata air yang tersebar di seluruh kawasan Perkotaan Waibakul, sempadan Danau/waduk serta sempadan sungai yang merupakan kawasan lindung setempat.

Kawasan Budidaya

Kawasan Budidaya mencakup Kawasan Hutan Produksi, Kawasan Pertanian, Kawasan Permukiman, Kawasan rekreasi dan Pariwisata, Kawasan Industri, Kawasan Perdagangan dan Jasa, Kawasan Pendidikan, Kawasan Perkantoran.

- A. Pola Pemanfaatan Lahan Permukiman
 - a. Kawasan Permukiman Umum
Kawasan permukiman umum adalah kawasan permukiman yang tertata dengan baik (kapadatan bangunan, Koofisien

Dasar Bangunan, Koefisien Lantai Bangunan, Garis Sempadan Bangunan) dan telah memiliki ruang terbuka yang serta didukung oleh sarana prasarana cukup baik.

Kawasan permukiman seperti ini terlihat disebagian besar permukiman yang berada di jalan utama Perkotaan Waibakul, atau permukiman adat.

b. Kawasan Permukiman *Mix-Use*

Permukiman *Mix-use* adalah permukiman yang difungsikan bukan hanya sebagai sarana hunian, akan tetapi juga dimanfaatkan sebagai tempat usaha. Lokasi permukiman mixed-use biasanya pada sekitar jalan utama kota yang memiliki nilai strategis secara ekonomis, misal perumahan dengan perdagangan, perumahan dengan jasa dan perkantoran dan sebagainya.

Kawasan permukiman *Mix-Use* seperti ini tidak banyak terdapat di Perkotaan Waibakul, hanya ada di Desa Anakalang yaitu disekitar pasar.

B. Pola Pemanfaatan Lahan Pelayanan Umum

a. Kawasan Pendidikan

Kawasan pendidikan di Perkotaan Waibakul meliputi pendidikan formal dari tingkat dasar sampai tingkat menengah, serta pendidikan kejuruan. Intensitas bangunan umumnya rendah, dengan ruang terbuka sesuai ketentuan.

Untuk tingkatan dasar, kawasan pendidikan tersebar hampir di setiap wilayah desa, untuk tingkat menengah di Desa Matawoga, Desa Anakalang, dan Desa Wairasa

b. Kawasan fasilitas kesehatan

Fasilitas kesehatan yang ada di perkotaan Waibakul memiliki skala layanan kecamatan dan lokal, seperti puskesmas, poliklinik dan polindes. Pada umumnya kawasan untuk fasilitas ini memiliki ruang terbuka yang memadai dan sistem sanitasi lingkungan yang baik.

c. Kawasan fasilitas Perkantoran.

Fasilitas ini terdiri dari perkantoran pemerintah dan perkantoran swasta, pusat perkantoran pemerintahan berada disekitar kawasan Pusat Kota di Desa Anakalang, Desa Anajiaka, Desa Wairasa.

C. Pola Pemanfaatan Lahan Komersil

a. Kawasan perdagangan dan jasa

Fasilitas perdagangan dan jasa terdiri dari beberapa jenis, seperti pertokoan maupun pasar yang berada di Desa Waibakul, kawasan ini mempunyai tingkat tarikan transportasi yang tinggi, membutuhkan ruang terbuka yang dimanfaatkan untuk parkir.

b. Kawasan Industri Pengolahan

Jenis kegiatan ini meliputi industri pengolahan dengan skala layanan besar, sedang, maupun industri rumahtangga, kawasan ini memerlukan ruang terbuka sebagai barier dari polusi akibat limbah industri.

Fasilitas Ruang Terbuka Hijau

Ruang terbuka hijau meliputi ruang-ruang didalam kota yang ditetapkan dalam rencana tata ruang kawasan perkotaan.

Ruang terbuka hijau terdiri dari : hutan kota, kebun bibit, jalur hijau, taman kota, taman lingkungan, taman rekreasi, lapangan olah raga, parkir, makam. Fasilitas ruang terbuka hijau di kawasan perkotaan Waibakul hanya berupa lapangan olah raga atau lapangan sepak bola.




2.2. Permasalahan





2.2.1. Kondisi Saluran

Secara umum, masalah saluran drainase di Kota Waibakul karena konektivitas saluran drainase yang terputus maupun rusak, sehingga mengakibatkan limpasan air hujan mengalami kendala dalam pembuangannya mengakibatkan genangan - genangan disekitar

saluran yang rusak, walaupun banyak tampungan - tampungan alami di perkotaan waibakul sebagai wadah untuk menampung limpasan air hujan namun dalam kenyataannya banyak tidak terdapatnya saluran untuk melimpaskan tampungan pada saat volume tampungan penuh hingga mengakibatkan genangan. Berikut akan dijelaskan kondisi saluran drainase di Perkotaan Waibakul.

Tabel 2.1. Kondisi Saluran Drainase Eksisting Perkotaan Waibakul

No	Nama	Konstruksi	Kondisi Saluran	Foto
1	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 20 Ka	Pasangan Batu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kondisi saluran baik ▪ Saluran banyak ditumbuhi rumput ▪ Saluran masuk ke saluran pembuangan irigasi ▪ Kondisi saluran rusak pada pertemuan 	
2	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 22 Ka	Pasangan Batu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kondisi saluran baik ▪ Saluran banyak ditumbuhi rumput 	
3	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 25 Ka	Pasangan Batu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kondisi saluran baik ▪ Saluran banyak ditumbuhi rumput 	





No	Nama	Konstruksi	Kondisi Saluran	Foto
4	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 18 Ki	Pasangan Batu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kondisi saluran baik ▪ Saluran banyak ditumbuhi rumput ▪ Sedimentasi pada saluran ▪ Saluran masuk ke pembuangan irigasi 	
5	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 14 Ki	Tanah /Pasangan Batu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kondisi saluran baik ▪ Saluran banyak ditumbuhi rumput 	
6	Jl. Pusat Pemerintahan	Pasangan Batu	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kondisi saluran baik ▪ Saluran banyak ditumbuhi rumput ▪ Sedimentasi pada saluran 	
7	Wailawa Irigasi	Tanah	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kondisi saluran baik ▪ Saluran banyak ditumbuhi rumput ▪ Merupakan Saluran pembuangan irigasi 	

Sumber : Hasil observasi lapangan, Tahun 2017

2.2.2. Kondisi Tampungan Eksisting Perkotaan Waibakul

Terdapatnya beberapa tampungan atau cekungan yang berfungsi sebagai output saluran drainase yang berada di Perkotaan Waibakul yang digunakan untuk cadangan air ketika musim kemarau khususnya sebagai supplay air irigasi sawah warga dapat dimanfaatkan sebagai tampungan limpasaan air hujan dan juga sebagai alternatif untuk mengurangi genangan yang ada pada wilayah Perkotaan Waibakul. Adapun kondisi tampungan yang berada pada kota waibakul dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut ini :

Tabel 2.2. Kondisi Tampungan Eksisting Kota Waibakul

No	Nama	Foto
1	Tampungan Lokoujung	
2	Tampungan Laimaboba	
3	Wainakara - Anakalang	
4	Genangan Malinjak	
5	Genangan di Tanamodu	

		
6	Waduk Malinjak	
7	Tampungan Waitama	

Sumber : Hasil observasi lapangan, Tahun 2017

2.3. Pendekatan Dan Konsep Solusi

2.3.1. Sistem Tata Air

Kawasan perkotaan Waibakul berada dalam kawasan pertanian, sehingga banjir yang terjadi sangat terpengaruh oleh kondisi system saluran irigasi dan drainase persawahan sekitarnya. Air irigasi persawahan waibakul mayoritas dipenuhi dengan memanfaatkan air hujan dengan membuat beberapa tampungan sementara. Kondisi eksisting sistem saluran di perkotaan Waibakul, tidak bias dipisahkan dengan jelas antara saluran pembawa (irigasi) dan Pembuang (drainase). Di bagian hulu daerah tangkapan hujan, saluran berfungsi sebagai saluran panangkap air hujan dan disalurkan ke bagian hilirnya untuk irigasi.

Saluran di perkotaan Waibakul, tidak bias dipisahkan dengan jelas antara saluran pembawa (irigasi) dan Pembuang (drainase). Di bagian hulu daerah tangkapan hujan, saluran berfungsi sebagai saluran panangkap air hujan dan disalurkan ke bagian hilirnya untuk irigasi.

Kondisi di beberapa saluran yang telah menggunakan lapis lindung dari pasangan batu kali, dibobol oleh masyarakat karena fungsinya (sebagai saluran pembawa dan pembuang) menjadi tidak utuh lagi. Pintu air yang terbuat dari material besi, banyak yang kurang terawat dan bahkan rusak atau sebagian komponennya hilang.

Memperhatikan hal tersebut, maka pendekatan untuk memecahkan masalahnya ialah dalam perencanaan desain saluran drainase, juga harus merencanakan fungsinya sebagai saluran irigasi. Dengan demikian, elevasi muka air terendah di saluran juga tetap harus dikontrol. Namun demikian, control elevasi muka air dengan menggunakan pintu air juga patut dihindari, sehingga pemanfaatan saluran sebagai longstorage menjadi tidak tepat. Untuk hal ini, maka tampungan sementara (pintu; embung) menjadi lebih tepat.

Dalam kegiatan ini, pengumpulan data terdiri dari dua bagian yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer meliputi :

- Melakukan survei identifikasi daerah genangan dan penyebabnya. Survei ini meliputi survei identifikasi daerah genangan, pengukuran situasi dan arah aliran.
- Mengumpulkan informasi dan data di sekitar daerah banjir/genangan, misalnya : mengenai genangan yang terjadi, berapa kali terkena banjir/tergenang tiap tahunnya, sampai batas-batas mana terjadinya genangan.
- Melakukan survey inventarisasi kondisi drainase existing dengan menggunakan Peta Garis/ Berkontur skala 1:1000 dengan melakukan cek elevasi dengan alat tertentu. Adapun yang inventarisasi di antaranya adalah: lebar saluran, tinggi saluran, bentuk saluran, panjang saluran, kemiringan saluran, arah aliran air.

Data sekunder adalah data yang sudah dikumpulkan, diolah dan disusun oleh instansi-instansi yang berwenang. Data-data sekunder yang dibutuhkan adalah :

- Pengumpulan peta-peta yang terkait dengan daerah pekerjaan. Peta-peta yang dimaksudkan adalah peta tentang kondisi dan batasan daerah pekerjaan.
- Pengumpulan data-data penunjang (Curah Hujan, Jaringan Drainase Existing, Daerah Genangan). Pengumpulan data hujan semaksimal mungkin didapat dari stasiun terdekat dengan lama minimal data 10 tahun.
- Pengumpulan dokumen penunjang (RTRW, RDTR, demografi daerah studi).

2.3.2. Analisa Hidrologi

Untuk keperluan rencana sistem jaringan drainase, data hidrologi yang diperlukan adalah data curah hujan rerata diseluruh daerah pengaliran. Data ini harus dikumpulkan dengan jangka waktu yang cukup panjang dari beberapa stasiun penakar hujan sehingga diperoleh hasil perhitungan yang teliti. Jumlah stasiun hujan sangat tergantung pada stasiun hujan yang paling berpengaruh untuk daerah studi.

1. Uji Konsistensi Data

Uji konsistensi data dilakukan jika data hujan tidak konsisten karena perubahan atau gangguan lingkungan disekitar tempat penakar hujan dipasang, yang memungkinkan terjadi penyimpangan terhadap trend semula. Hal tersebut dapat diselidiki dengan menggunakan lengkung massa ganda seperti pada gambar 5.1.

Apabila terjadi penyimpangan ABC' maka dapat dikoreksi menjadi garis ABC dengan rumus sebagai berikut (Nemec, 1973:178) :

$$H_z = \frac{tg\alpha}{tg\alpha_o} \cdot H_o$$

dengan :

H_z : data hujan terkoreksi (mm)

H_o : data hujan pada stasiun pengamatan (mm)

$Tg \alpha$: kemiringan garis sebelum penyimpangan

$Tg \alpha_o$: kemiringan garis setelah penyimpangan

1

2. Curah Hujan Rerata Daerah (Average Basin Rainfall)

Hujan merupakan komponen masukan yang paling penting dalam proses hidrologi, karena jumlah kedalaman hujan (rainfall depth) ini yang dialihragamkan menjadi aliran di sungai, baik melalui limpasan permukaan (surface runoff), aliran bawah tanah (sub surface flow) maupun sebagai aliran tanah (ground water flow).

Untuk memperoleh besaran hujan yang dianggap sebagai kedalaman hujan yang sebenarnya terjadi di seluruh DPS, maka diperlukan sejumlah stasiun hujan yang dipasang sedemikian rupa sehingga dapat mewakili besaran hujan di DPS tersebut. Dalam kaitan ini ada dua faktor yang sangat menentukan ketelitian pengukuran hujan, yaitu jumlah dan pola penyebaran stasiun hujan.

1

Untuk menentukan besarnya curah hujan rerata daerah dapat digunakan metode: Rerata Aljabar, polygon Thiessen, dan Isohyet. Uraian lebih rinci dari ketiga metode tersebut dijelaskan pada sub bab berikut:

Rata-rata Aljabar

Perhitungan dengan cara rata-rata aljabar (mean arithmetic method) adalah dengan membagi rata pengukuran pada semua stasiun hujan dengan jumlah stasiun dalam daerah aliran sungai yang bersangkutan. Selain itu dalam menghitung hujan rata-rata merupakan cara yang paling sederhana, akan tetapi memberikan hasil yang tidak teliti. Hal tersebut diantaranya karena setiap stasiun dianggap mempunyai bobot yang sama. Hal ini dapat digunakan bila hujan yang terjadi dalam DPS homogen dan variasi tahunnya tidak terlalu besar.

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

dimana:

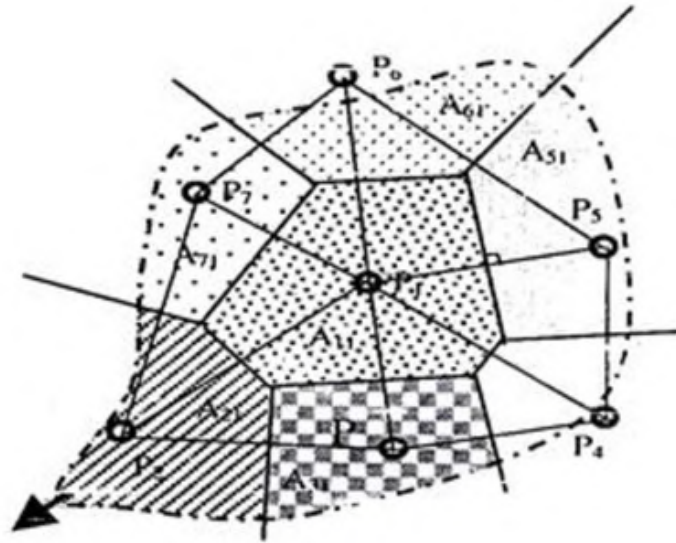
d	= tinggi curah hujan rata-rata
d ₁ , d ₂ , ..., d _n	= tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, ..., n
n	= banyaknya pos penakar. (Suripin, Hal 27)

Polygon Thiessen

Cara ini dikenal juga sebagai metode rata-rata timbang (weighted average). Cara ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan (faktor pembobot) untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar terdekat.

Prosedur penerapan metode ini meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

- Lokasi pos penakar hujan diplot pada peta DAS, antar pos penakar dibuat garis lurus penghubung
- Tarik garis tegak lurus di tengah-tengah tiap garis penghubung sedemikian rupa, sehingga membentuk Poligon Thiessen (gambar 5.2)
- Luas areal pada tiap-tiap Poligon dapat diukur dengan menggunakan planimeter dan luas total DAS (A) dapat diketahui dengan menjumlahkan seluruh luasan polygon.
- Hujan rata-rata DAS dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.



Gambar 3.1. Polygon Thiessen

Dimisalkan A_1 adalah luas daerah pos penakar 1, A_2 luas daerah pos penakar 2 dan seterusnya. Jumlah $A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n = A$ merupakan jumlah luas seluruh areal yang dicari tinggi curah hujannya.

Jika pos penakar 1 menakar tinggi curah hujan d_1 , pos penakar 2 menakar d_2 hingga pos penakar n menakar d_n , maka,

$$d = \frac{A_1.d_1 + A_2.d_2 + A_3.d_3 + \dots + A_n.d_n}{A} = \sum_1^n \frac{A_i.d_i}{A}$$

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

$$d = \sum_1^n p_i.d_i$$

Dimana:

A = luas areal

d = tinggi curah hujan rata-rata areal

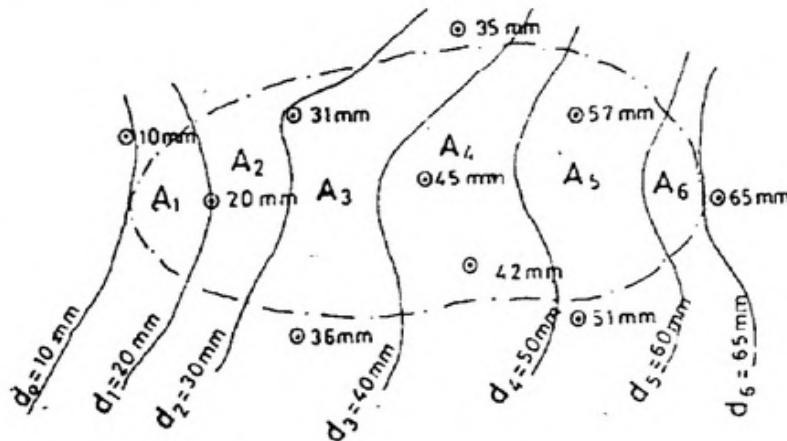
$d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ = tinggi curah hujan di pos 1, 2, 3, ..., n

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

$$\sum_{i=1}^n p_i = \text{jumlah prosentasi luas} = 100 \% \text{ (C.D Soemarto, 1986)}$$

Garis Isohyet

Metode ini merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata, namun diperlukan keahlian dan pengalaman. Cara ini memperhitungkan secara aktual pengaruh tiap-tiap pos penakar hujan.



Gambar 3.2. Kontur pada Isohyet

Metode Isohyet terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut:

- Plot data kedalaman air hujan untuk tiap-tiap pos penakar hujan pada peta.
- Gambar kontur kedalaman air hujan dengan menghubungkan titik-titik yang mempunyai kedalaman air yang sama. Interval Isohyet yang umum dipakai adalah 10 mm.
- Hitung luas area antara dua garis Isohyet dengan menggunakan planimeter. Kalikan masing-masing luas areal dengan rata-rata hujan antara dua Isohyet yang berdekatan.

Perhitungan metode ini menggunakan rumus sebagai berikut:

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

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{d_i \cdot 1 + d_i}{2} A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{d_i \cdot 1 + d_i}{2} A_i}{A}$$

dimana:

- A = luas areal
- d = tinggi curah hujan rata-rata areal
- $d_0, d_1, d_2, \dots, d_n$ = tinggi curah hujan pada isohyet
- $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = luas bagian areal yang dibatasi oleh isohyet-isohyet yang bersangkutan.
(C.D Soemarto, 1986)

Cara ini memberikan bobot tertentu untuk setiap stasiun hujan dengan pengertian bahwa setiap stasiun hujan dianggap mewakili hujan dalam suatu daerah dengan luas tertentu.

Cara perhitungannya adalah sebagai berikut (Suyono Sosrodarsono, 1983:27):

$$R_{\text{rerata}} = R_1 \cdot P_1 + R_2 \cdot P_2 + \dots + R_n \cdot P_n$$

dengan :

- R : tinggi curah hujan rata-rata daerah (mm)
- R_1, R_2, \dots, R_n : tinggi curah hujan pada titik pengamatan (mm)
- $P_1 = \frac{A_1}{\sum A}, P_2 = \frac{A_2}{\sum A}, \dots, P_n = \frac{A_n}{\sum A}$: koefisien Theissen pada titik pengamatan (mm)
- A_1, A_2, \dots, A_n : luas daerah tiap titik pengamatan (km²)

1

3. Hujan Rancangan Maksimum

Hujan rancangan maksimum adalah curah hujan terbesar tahunan yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan kala ulang tertentu. Dalam suatu perhitungan tentunya banyak pemilihan distribusi yang dapat dipakai, yakni dapat memakai metode Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log Pearson, ataupun Distribusi Gumbel. Distribusi dipilih berdasarkan kedekatannya dengan sebaran data empiris.

1

4. Pemeriksaan Uji Kesesuaian Distribusi

Untuk mengetahui apakah data tersebut benar sesuai dengan jenis sebaran teoritis yang dipilih maka perlu dilakukan pengujian lebih lanjut. Untuk keperluan analisis uji kesesuaian dipakai dua metode statistik sebagai berikut :

➤ Uji Smirnov-Kolmogorov

Pengujian ini dilakukan dengan menggambarkan probabilitas untuk tiap data, yaitu dari perbedaan distribusi empiris dan distribusi teoritis yang disebut Δ_{\max} . Dalam bentuk persamaan dapat ditulis (Sri Harto, 1993:180):

$$\Delta_{\max} = |P_{(T)} - P_{(E)}|$$

dengan :

Δ_{\max} : selisih maksimum antara peluang teoritis dan peluang empiris

$P_{(T)}$: peluang teoritis

$P_{(E)}$: peluang empiris

Langkah berikutnya adalah membandingkan Δ_{\max} dengan Δ_{cr} . Interpretasinya adalah :

1. $\Delta_{\max} < \Delta_{cr}$, maka distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima
2. $\Delta_{\max} > \Delta_{cr}$, maka distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima

Penyimpangan tersebut kemudian dibandingkan dengan penyimpangan kritis yang masih diijinkan (Δcr), pada proyek ini digunakan nilai kritis (significant level) $\alpha = 5 \%$. Nilai kritis * untuk pengujian ini tergantung pada jumlah data dan α . Adapun tahapan perhitungannya adalah sebagai berikut:

Plotting data dan garis durasi pada kertas probabilitas dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- ❖ Data curah hujan rata-rata harian maksimum tiap tahun disusun dari kecil ke besar (kecuali metode distribusi log-perso₁ tipe III yang disusun dari besar ke kecil) $n+1$ dengan: n = Banyaknya data, dan m = Nomer urut data.
- ❖ Plotting data X_i – Probabilitas P
- ❖ Buat garis durasi distribusi frekwensi
- ❖ Dari gambar yang dihasilkan untuk mengontrol perbedaan yang timbul dari cara empiris dan teoritis digunakan Uji Smirnov-Kolmogorof.

➤ Uji Chi-Square

Tes uji chi-Square dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisa. Persamaan yang digunakan dalam uji chi-Square adalah (Shahin, 1976:186):

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

dengan :

X_h^2 : parameter chi-Square terhitung

G : jumlah sub kelompok

O_i : jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke -i

E_i : jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-i

Jumlah kelas distribusi dihitung dengan rumus (Shahin, 1976:186) :

$$K = 1 + 3,22 \log n$$

Sedangkan harga derajat kebebasan dapat dicari dengan persamaan (Shahin,1976:186) :

$$Dk = k - 1 - m$$

dengan :

- 1 K : jumlah klas distribusi
- n : banyaknya data
- Dk : derajat kebebasan
- k : jumlah klas distribusi
- m : parameter, untuk chi-Square = 2

Besarnya nilai kritis (χ_{α}^2) dapat dilihat dengan interpretasinya :

1. $\chi_h^2 < \chi_{\alpha}^2$, maka distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima.
2. $\chi_h^2 > \chi_{\alpha}^2$, maka distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima.

5. Debit Banjir Rancangan

Untuk mendapatkan kapasitas saluran drainasi, terlebih dahulu harus dihitung jumlah air hujan dan jumlah air kotor atau buangan yang akan dibuang melalui saluran drainasi tersebut. Debit banjir (Q_b) adalah debit air hujan (Q_1) ditambah debit air kotor (Q_2). Untuk memperoleh debit banjir rancangan, maka debit banjir hasil perhitungan ditambah dengan kandungan sedimen yang terdapat dalam aliran banjir sebesar 10% sehingga diperoleh hasil (Suyono Sosrodarsono,1994:328) :

$$1 \text{ Ranc} = 1,1 \times Q_{\text{banjir}}$$

$$Q_{\text{Ranc}} = 1,1 \times (Q_1 + Q_2)$$

Dalam perhitungan ini, kecepatan aliran banjir dianggap konstan meskipun konsentrasi sedimen tinggi.

1. Debit Banjir Non Hidrograf Akibat Curah Hujan

Untuk menghitung debit air hujan dalam mendimensi saluran drainasi digunakan metode rasional, karena dapat digunakan untuk perencanaan drainasi daerah pengaliran yang relatif sempit (Suyono Sosrodarsono, 1983:144). Bentuk umum dari persamaan Rasional (jika daerah pengaliran kurang dari 0,8 km²) adalah sebagai berikut (Suyono Sosrodarsono, 1983:144) :

$$Q = \left(\frac{1}{3,6} \right) C.I.A$$

Dengan :

Q = debit banjir maksimum (m³/det)

C = koefisien pengaliran

I = intensitas hujan rerata selama waktu tiba banjir

A = luas daerah pengaliran (km²)

Sedangkan rumus rasional termodifikasi (jika daerah pengaliran lebih dari 0,8 km²) adalah sebagai berikut (Suhardjono, 1984:14) :

$$Q = \left(\frac{1}{3,6} \right) . C_s . C . I . A$$

$$C_s = \frac{2tc}{2tc + ts}$$

Dengan :

C_s = koefisien penampungan

t_c = waktu konsentrasi (menit)

t_s = waktu aliran disaluran (menit)

➤ Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran adalah perbandingan antara jumlah air yang mengalir di permukaan akibat hujan (limpasan) pada

suatu daerah dengan jumlah curah hujan yang turun di daerah tersebut. Besarnya koefisien pengaliran dipengaruhi oleh :

- ❖ Kemiringan daerah aliran
- ❖ Struktur geologi tanah
- ❖ Jenis permukaan tanah
- ❖ Klimatologi

Untuk menentukan harga koefisien pengaliran adalah (Subarkah,1980:51):

$$C_m = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot C_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Dengan :

- C_m = koefisien pengaliran rata-rata
- A_i = luas masing-masing tata guna lahan
- C_i = koefisien pengaliran masing-masing tata guna lahan
- n = banyaknya jenis penggunaan tanah dalam suatu pengaliran

➤ Intensitas Hujan

Untuk mendapatkan intensitas hujan selama waktu konsentrasi digunakan rumus Mononobe (Suyono Sosrodarsono,1983: 145):

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3}$$

Dengan :

- R_{24} = curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm)
- I = intensitas hujan (mm/jam)
- tc = waktu konsentrasi (jam)

1 Waktu konsentrasi adalah lama waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh di tempat terjauh mencapai titik yang

ditinjau pada suatu daerah pengaliran. Untuk saluran didaerah perkotaan, nilai t_c adalah waktu yang dibutuhkan oleh air untuk mengalir diatas permukaan tanah sampai ke saluran terdekat (t_o) ditambah waktu aliran air didalam saluran (t_s) samapi ke titik yang ditinjau. Dalam perumusan adalah (Suhardjono,1984:15) :

$$t_c = t_o + t_s$$

Perhitungan t_o untuk panjang daerah pengaliran kurang dari 400 m digunakan persamaan *Kirpich* (Subarkah,1980:50) :

$$t_o = 0,0195 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,77}$$

$$t_s = \frac{L}{v}$$

Dengan :

t_o = waktu aliran permukaan (menit)

L = panjang antara titik terjauh dengan inlet atau titik yang ditinjau (m)

S = kemiringan rerata permukaan tanah

t_s = waktu aliran di saluran (menit)

v = kecepatan aliran di saluran (m/det)

Tabel 3.1. Nilai Koefisien Pengaliran Berdasarkan Jenis Pemakaian Tata Guna Tanah

Jenis Permukaan/Tata Guna Tanah	Koefisien Pengaliran
1. Perumahan	
- Tanah pasir, slope 2 %	0.05 - 0.1
- Tanah pasir, slope 2 - 7 %	0.10 - 0.15
- Tanah Pasir, slope 7 %	0.15 - 0.32
- Tanah gemuk, slope 2 %	0.13 - 0.17
- Tanah gemuk, slope 2 - 7 %	0.17 - 0.22
- Tanah gemuk, slope 7 %	0.25 - 0.35
2. Perkantoran	

Jenis Permukaan/Tata Guna Tanah	Koefisien Pengaliran
- Pusat kota	0.75 - 0.95
- Daerah pinggiran	0.50 - 0.7
3. Perumahan	
- Kepadatan 20 rumah/ha	0.50 - 0.60
- Kepadatan 20 - 60 rumah/ha	0.60 - 0.80
- Kepadatan 60 - 160 rumah/ha	0.70 - 0.90
4. Perindustrian	
- Industri ringan	0.50 - 0.60
- Industri berat	0.60 - 0.90
5. Pertanian	0.45 - 0.55
6. Perkebunan	0.20 - 0.30
7. Pertamanan, kuburan	0.10 - 0.25
8. Tempat bermain	0.20 - 0.35
9. Jalan	
- Beraspal	0.70 - 0.95
- Beton	0.80 - 0.95
- Batu	0.70 - 0.85
10. Daerah yang dikerjakan	0.10 - 0.30

Sumber : I, Subarkah, 1980:50

2. Hidrograf Debit Banjir Akibat Hujan

Hujan Jam-jaman

Distribusi curah hujan jam-jaman dianalisis dari kejadian hujan maksimum di stasiun *otomatis (Automatic Rainfall Recorder, ARR)*. Akan tetapi jika tidak terdapat stasiun otomatis distribusi curah hujan jam-jaman dapat dipakai metode empiris seperti Metode Mononobe atau melakukan optimasi guna penetapan durasi hujan kritisnya.

Penetapan lamanya hujan dalam satu hari, maka di ambil asumsi hujan harian yang terpusat selama 7 jam setiap harinya.

➤ Perhitungan rata - rata sampai jam ke - T

$$R_t = R_0 \left(\frac{T_i}{t} \right)^{2/3}$$

$$R_0 = \frac{R_{24}}{T_i}$$

Dengan :

R_t = Rata - rata hujan sampai jam ke - T

T_i = Waktu terpusat hujan harian

t = Waktu (jam)

R_{24} = Hujan harian efektif (mm/jam)

R_0 = Hujan harian rata - rata (mm/jam)

➤ Perhitungan curah hujan jam ke - T

$$R_T = t \cdot R_t - (t - 1) \cdot R_{(t-1)}$$

Dengan :

R_t = Rata - rata hujan sampai jam ke - T

➤ Intensitas curah hujan di cari dengan jalan menentukan $t = 1, 2, 3, 4, 5, 6,$ dan 7 yang di uraikan dalam humus sebagai berikut:

$$R_0 = \frac{R_{24}}{T_i}$$

$$R_t = R_0 \left(\frac{7}{t} \right)^{2/3}$$

$$R_t = \frac{R_0}{7} \left(\frac{7}{t} \right)^{2/3}$$

Hidrograf Debit satuan

Tidak terdapatnya data hujan jam-jaman dan debit yang simultan, mengkondisikan kita harus membuat sintesisnya. DAS dengan karakter yang khas daerah perbukitan, pada umumnya paling tepat digunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS)

Nakayasu. Rumus yang digunakan adalah :

$$Q_p = \frac{C \cdot A \cdot R_o}{3,6 \cdot (0,3 \cdot T_p + T_{0,3})}$$

Dengan :

- Q_p = Debit puncak banjir (m³/det)
- R_o = Hujan satuan (mm)
- T_p = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)
- $T_{0,3}$ = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari puncak sampai 30% dari debit puncak
- A = Luas daerah pengaliran sampai outlet
- C = Koefisien pengaliran

Untuk menentukan T_p dan $T_{0,3}$ digunakan pendekatan rumus berikut:

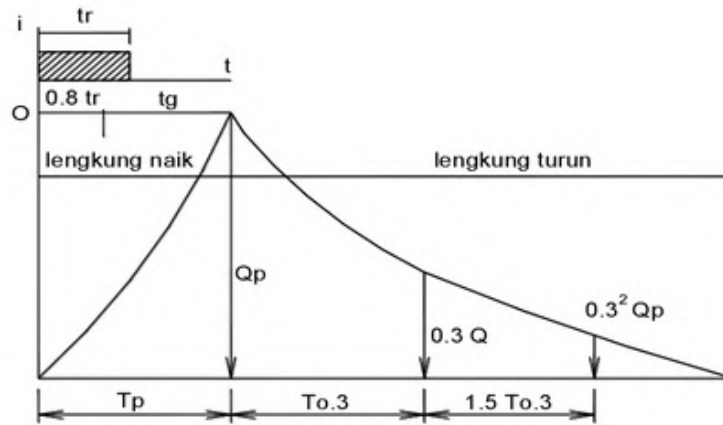
- T_p = $t_g + 0,8 t_r$.
- $T_{0,3}$ = αt_g
- t_r = 0,5 t_g sampai t_g

Nilai t_g adalah *time lag* yaitu waktu antara hujan sampai debit puncak banjir (jam). t_g dihitung dengan ketentuan sebagai berikut :

- ❖ Sungai dengan panjang alur $L > 15$ km: $t_g = 0,4 + 0,058 L$
- ❖ Sungai dengan panjang alur $L < 15$ km: $t_g = 0,21 L^{0,7}$

Dengan:

- t_r = Satuan Waktu hujan (jam)
- α = Parameter hidrograf, untuk
- α = 2 => Pada daerah pengaliran biasa
- α = 1,5 => Pada bagian naik hidrograf lambat, dan turun cepat
- α = 3 => Pada bagian naik hidrograf cepat, turun lambat



Gambar 3.3. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

1 Persamaan dari garis lengkung pembentuk hidrograf satuan tersebut adalah sebagai berikut:

❖ Pada waktu naik : $0 < t < T_p$

$$Q_p = \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2.4} Q_p$$

Dimana:

$Q_{(t)}$ = Limpasan sebelum mencari debit puncak
(m^3)

t = Waktu (jam).

❖ Pada kurva turun (*decreasing limb*)

Kurva Turun I : $0 \leq t \leq (T_p + T_{0,3})$

$$Q_{(t)} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p)}{T_{0,3}}}$$

Kurva Turun II : $(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$Q_{(t)} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p+0,5T_{0,3})}{1,5 \cdot T_{0,3}}}$$

Kurva Turun III : $t > (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$Q_{(t)} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p+1,5 \cdot T_p)}{2,0 \cdot T_p},3}$$

Hidrograf Banjir

Hidrograf banjir dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_k = \sum_{i=1}^n U_i \cdot P_{n-(i-1)}$$

Dimana :

Q_k = Debit Banjir pada jam ke - k

U_i = Ordinat hidrograf satuan (i = 1, 2, 3 n)

P_n = Hujan netto dalam waktu yang berurutan (n = 1,2,..n)

B_f = Aliran dasar (*base flow*)

1 3. Perhitungan Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Jumlah penduduk pada daerah studi pada awal perencanaan dimulai dan pada tahun-tahun yang akan datang harus diperhitungkan untuk menghitung air buangan. Untuk memproyeksikan jumlah penduduk pada tahun-tahun yang akan datang digunakan :

➤ Pertumbuhan Eksponensial

Pertumbuhan ini mengasumsikan pertumbuhan penduduk secara terus-menerus setiap hari dengan angka pertumbuhan konstan. Pengukuran penduduk ini lebih mendekati tepat, karena dalam kenyataannya pertumbuhan jumlah penduduk juga berlangsung terus-menerus.

Ramalan pertambahan penduduknya adalah :

$$P_n = P_0 \times e^{rn}$$

Dengan :

P_n = jumlah penduduk pada tahun ke-n

P_0	= jumlah penduduk pada awal tahun
r	= angka pertumbuhan penduduk
n	= interval waktu (tahun)
e	= bilangan logaritma (2,71828)

➤ **Pertumbuhan Geometri**

Pertumbuhan ini mengasumsikan besarnya laju pertumbuhan yang menggunakan dasar bunga berbunga dimana angka pertumbuhannya adalah sama tiap tahun.

Ramalan laju pertumbuhan Geometri adalah sebagai berikut :

$$P_n = P_0 \times (1 + r)^n$$

Dengan :

P_n	= jumlah penduduk pada tahun ke-n
P_0	= jumlah penduduk pada awal tahun
r	= angka pertumbuhan penduduk
n	= interval waktu (tahun)

1

4. Perhitungan Debit Air Kotor

Air kotor atau air buangan merupakan air sisa atau bekas dari air yang dimanfaatkan untuk kepentingan sehari-hari. Debit air kotor berasal dari air buangan hasil aktivitas penduduk yang berasal dari :

- Air buangan domestik, dari rumah tangga dan fasilitas umum
- Air buangan industri

Untuk memperkirakan jumlah air kotor harus diketahui kebutuhan air bersih rata-rata dan jumlah penduduk kota. Air buangan rumah tangga diperkirakan sebesar 80% dari kebutuhan rata-rata air bersih, sedangkan untuk fasilitas sosial, pemerintahan dan perdagangan diperkirakan 70 - 90 % kebutuhan air bersih. Kuantitas air buangan industri di-perkirakan sebesar 90 % dari

kebutuhan air bersih. Didalam Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) dapat diketahui bahwa :

- Sambungan rumah membutuhkan air 100 liter/orang/ hari
- Kebutuhan non domestik (perkantoran, perdagangan, jasa, industri dll) dihitung sekitar 20 % dari kebutuhan domestik.
- Kehilangan air (losses) sekitar 25 % dari kebutuhan domestik dan non domestik.

Untuk lokasi studi, air buangnya hanya berasal dari kebutuhan rumah tangga, dan diperkirakan 80% dari total kebutuhan air rumah tangga.

Contoh perhitungan debit air kotor tiap hari :

- Kebutuhan air domestik = 100 liter/orang/hari
- Dikalikan dengan faktor pengaliran air buangan 0,7 - 0,9 (dalam studi ini diambil 0,8 menghasilkan air buangan sebesar :
= $0,8 \times 100$
= 80 liter/orang/hari
= 0,00093 liter/orang/detik
- Dikalikan dengan faktor penduduk (P) dihasilkan Q_{peak}

Dengan demikian jumlah air kotor yang dibuang pada suatu daerah tiap km² adalah jumlah air buangan maksimum dikalikan dengan kepadatan penduduknya (P_n/A) :

$$Q_{ak} = \frac{P_n \times 0,00093}{A}$$

Dengan :

Q_{ak} = debit air kotor (lt/dt/km²)

P_n = jumlah penduduk (jiwa

A = luas daerah (km²).

5. Analisa Hidrolika

Besar kapasitas saluran drainasi dihitung berdasarkan kondisi *steady flow* menggunakan rumus Manning (Ven. Te Chow, 1989) :

$$Q = V \cdot A$$

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

Dengan :

$$Q = \text{debit air (m}^3/\text{dt)}$$

$$V = \text{kecepatan aliran (m/dt)}$$

$$A = \text{luas penampang basah (m}^2\text{)}$$

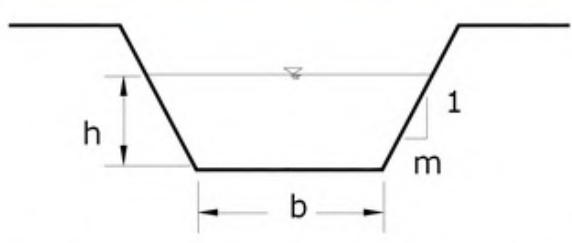
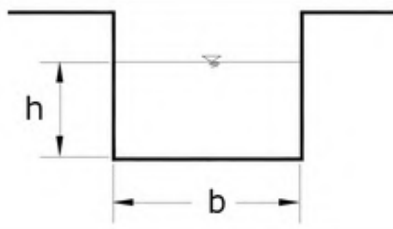
$$n = \text{koefisien kekasaran Manning}$$

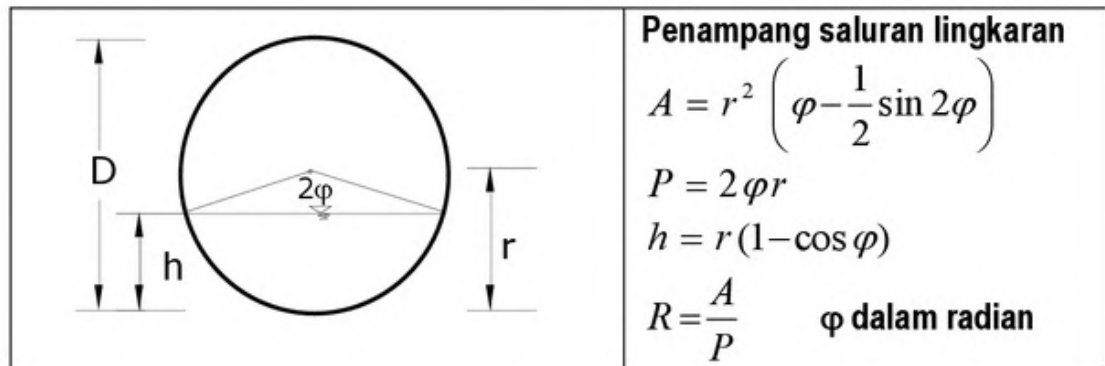
$$R = \text{jari-jari hidrolis (m)}$$

$$S = \text{Kemiringan dasar saluran}$$

Rumus ini merupakan bentuk yang sederhana namun memberikan hasil yang tepat, sehingga penggunaan rumus ini sangat luas dalam aliran seragam untuk perhitungan dimensi saluran. Gambar penampang saluran disajikan pada gambar 5.7. Koefisien kekasaran 'n' Manning dapat diperoleh dari tabel 3.7. dengan memperhatikan faktor bahan pembentuk saluran.

Tabel 3.2. Gambar Penampang Saluran

Gambar Penampang Saluran	Jenis Penampang Saluran
	<p>Penampang saluran trapesium</p> $A = (b + m \cdot h) \cdot h$ $P = b + 2h\sqrt{1^2 + m^2}$ $R = \frac{A}{P}$
	<p>Penampang saluran segiempat</p> $A = b \cdot h$ $P = b + 2h$ $R = \frac{A}{P}$



Dengan : **1**

- A : luas penampang basah (m²)
- P : keliling basah saluran (m)
- R : jari-jari hidrolis (m)
- b : lebar dasar saluran (m)
- h : kedalaman air di saluran (m)
- d : diameter saluran (m)
- m : kemiringan saluran

Tabel 3.3. Nilai Koefisien Kekasaran Manning (n)

Tipe Saluran	n
A. Saluran Tertutup Terisi Sebagian	
1. Gorong-gorong dari beton lurus dan bebas kikisan	0,010 – 0,013
2. Gorong-gorong dengan belokan dan sambungan	0,011 – 0,014
3. Saluran pembuang lurus dari beton	0,013 – 0,017
4. Pasangan bata dilapisi dengan semen	0,011 – 0,014
5. Pasangan batu kali disemen	0,015 – 0,017
B. Saluran dilapis atau disemen	
1. Pasangan bata disemen	0,012 – 0,018
2. Beton dipoles	1,013 – 0,016
3. Pasangan batu kali disemen	0,017 – 0,030
4. Pasangan batu kosong	0,023 – 0,035

Sumber : Ven Te Chow, 1985

➤ **Bangunan Gorong-Gorong (Culvert)**

Dalam suatu sistem jaringan drainase dimungkinkan adanya bangunan persilangan. Untuk perencanaan desain gorong-gorong didasarkan pada kriteria perencanaan sebagai berikut :

$$Q = \mu.A.(2g)^{0.5}.Z$$

Dengan :

Q = debit air (m³/dt)

μ = Koefisien debit

A = Luas penampang gorong-gorong

Z = Kehilangan tinggi energi pada gorong-gorong (m)

g = kecepatan gravitasi (m/dt)

1

6. Banjir

Pada umumnya banjir diartikan sebagai suatu peristiwa terjadinya peningkatan debit air yang signifikan sehingga berpotensi menimbulkan gangguan atau bencana. Peningkatan debit dapat terjadi sebagai akibat dari perubahan kondisi lingkungan, dan intensitas hujan.

Intensitas hujan seringkali berubah terpengaruh kondisi iklim “global”. Perubahan lingkungan terkait dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan dinamika perubahan budaya. Pertambahan jumlah penduduk selalu disertai tuntutan sarana pemukiman dan lapangan kerja, sedangkan perubahan budaya akan melahirkan perubahan tuntutan yang lebih dari kebiasaan semula. Perubahan-perubahan yang terjadi tercermin pada aktivitas pembangunan yang sudah tentu berpengaruh terhadap daya dukung lingkungan.

Perubahan intensitas hujan berakibat pada peningkatan volume limpasan permukaan yang harus dialirkan. Banjir akan terjadi jika peningkatan volume tersebut tidak seimbang dengan kapasitas system drainase alami yang ada. Dalam hal ini, kerugian akibat banjir yang terjadi pada umumnya berupa rusaknya bangunan keairan dan saran transportasi. Hal ini karena aliran banjir masih melalui alur sungai yang sudah ada.

Kerusakan lingkungan pada daerah hulu daerah aliran sungai (DAS) berakibat pada menururnya jumlah air yang terintersepsi dan meningkatnya erosi permukaan. Akibat lain terjadi

pada tahap berikutnya ialah berkurangnya kapasitas infiltrasi, meningkatnya daya angkut sedimen dan daya gerusnya.

Pada saat erosi permukaan berangsur berubah menjadi erosi parit, dan erosi jurang, maka sangat berpotensi terjadi banjir bandang. Banjir bandang dicirikan berupa aliran banjir yang disertai lumpur hasil erosi dan tonggak kayu sisa hasil penebangan hutan. Terbentuknya parit dan jurang baru merupakan pengkondisi terjadinya “penyimpangan” aliran air dari alur sungai yang sudah ada. Oleh karena hal tersebut maka banjir bandang yang terjadi selalu menerjang daerah-daerah yang tidak pernah terlewati banjir sebelumnya.

Konsep analisa untuk memprediksi debit banjir yang akan terjadi, didasarkan pada anggapan bahwa:

- Besarnya hujan yang mungkin akan terjadi pada periode tahun mendatang dapat diprediksi;
- Kondisi penggunaan lahan bersifat statis, dan kenyataan bahwa luas daerah aliran sungai (DAS) bersifat tetap. Demikian juga dalam hal memprediksi erosi permukaan lahan.

Perubahan jumlah dan perilaku penduduk mengakibatkan adanya perubahan sifat kondisi penggunaan lahan dari statis menjadi dinamis. Perubahan kondisi penggunaan lahan (penggundulan hutan dan perubahan fungsi lahan) yang tidak terakomodasi dalam analisa prediksi debit banjir dan erosi menjadi penyebab utama timbulnya kesalahan yang berdampak dalam menentukan kebijakan dan tindakan selanjutnya.

Dalam pengelolaan banjir, kebijakan dan tindakan menjadi tidak tepat karena banjir yang terjadi jauh lebih besar dari pada yang diprediksi. Material sedimen yang terbawa aliran air juga jauh lebih banyak, sehingga laju pendangkalan alur sungai dan tampungan tidak lagi sesuai dengan yang diperkirakan (umur efektif yang direncanakan).

Limpasan permukaan dapat dikurangi dalam dua tahapan proses, yaitu saat hujan belum mencapai permukaan lahan, dan

setelah mencapai permukaan lahan. Air hujan yang jatuh di atas tumbuhan dan terperangkap pada tajuk daun, akan diuapkan kembali. Proses tersebut lazim disebut dengan istilah intersepsi. Air hujan yang jatuh ke permukaan lahan, sebagian akan diresapkan ke dalam tanah yang pada umumnya disebut proses infiltrasi.

➤ **Intersepsi**

Intersepsi merupakan bagian dari komponen hidrologi yang dalam analisa neraca air memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap jumlah air hujan yang akan menjadi air limpasan permukaan dan bawah permukaan.

Seiring dengan pertumbuhan tanaman, pengaruh kondisi vegetasi terhadap intersepsi (It) adalah sebagai berikut (Asdak,1995):

1. Semakin berkurangnya jumlah air lolos (Al), sejalan dengan semakin rapatnya tajuk.
2. Semakin bertambahnya aliran batang (Ab), walau dalam jumlah yang sedikit.
3. Semakin meningkatnya kapasitas tampungan permukaan tajuk, daerah seresah.

Penelitian dari beberapa hutan tropis Amazon, Afrika, dan Asia menunjukkan besarnya air hujan yang terintersepsi oleh vegetasi hutan sangat bervariasi, yaitu:

1. Hutan di Jawa Barat berkisar 21% (Calder *et al.* , 1986 *dalam* Asdak,1995),
2. Hutan di Sabah, Malaysia sama dengan 17% (Simun *et al.* , 1992),
3. Hutan di India berkisar 31% (Rao, 1987 *dalam* Asdak,1995), dan
4. Hutan Tropis di Kalimantan adalah 11% (Asdak, 1998).

Tabel 3.4. Nilai Intersepsi Sungai Mentaya

Hutan Asli	Hutan Setelah Ada Penebangan		
	Kanopi Rapat (closed)	Kanopy Parsial (partial)	Kanopi Jarang (gap)
21 %	20,30 %	19,83 %	8,41 %

Sumber: Asdak et al. (1998)

¹ Dalam kaitannya dengan intersepsi, jenis kebun dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu: kebun campuran dan kebun sejenis. Nilai intersepsi dari masing-masing jenis ditampilkan pada Tabel 3.5. dan Tabel 3.6.

Tabel 3.5. Nilai Intersepsi pada Kebun Campuran

No.	Parameter	% dari hujan kotor
1	Evaporasi dari kanopi	0,30
2	Intersepsi saat hujan berlangsung	17,6
3	Intersepsi setelah hujan	8,8

Sumber: Van Dijk (2002) yang telah diolah

Tabel 3.6. Nilai Intersepsi pada Kebun dengan Tanaman Sejenis

No.	Jenis Tanaman	Int. (%)	Referensi
1	<i>Acacia aneura</i>	13,0	Pressland (1973)
2	<i>Acacia harpophylla</i>	15,2	Tunstall (1973)
3	<i>Aegle marmelos</i>	13,1	Yadav and Mishura (1985)
4	<i>Agropyron koeleria</i>	22,3	Couturier and Ripley (1973)
5	<i>Bouteloua Curtipendula</i>	18,1	Thurow et al. (1987)
6	<i>Crosotebush</i>	12,2	Tromble (1988)
7	<i>Digitaria deceumbens</i>	15,5	Acevedo et al. (1993)
8	<i>Eucalyptus</i>	8,3	Pook et al. (1991)
9	<i>Eucalyptus camadldulensis</i>	14,3	Heth and Karschon (1963)
10	<i>Eucalyptus Regnans</i>	23,3	Langford and O'Shaughnessy (1978)
11	<i>Eucalyptus Rossii</i>	10,6	Smith (1974)

No.	Jenis Tanaman	Int. (%)	Referensi
12	<i>Eucalyptus Obliqua</i>	15,0	Feller (1981)
13	<i>Hilaria belangeri</i>	10,8	Thurow et al. (1987)
14	Mixed conifer and hardwood	22,0	Moul and Buell (1955)
15	Montance rain forest	18,2	Vaneklass et al. (1990)
16	Oats	20,5	Wollny (1890)
17	<i>Pinus radiata</i>	26,5	Pook et al. (1991)
18	<i>Pinus rigida</i>	19,1	Kim and Woo (1988)
19	<i>Pinus wallichina</i>	21,0	Singh and Gupta (1987)
20	Rain forest	8,9	Llyot et al. (1988)
21	Rain forest	27,0	Sollins and Drewry (1970)
22	Soya beans	32,0	Wollny (1890)
23	Tarbush	6,1	Tromble (1988)
24	<i>Neopanax arboreum scrub</i>	27,0	Wells and Blake (1972)
25	Cypress	26,0	Pereira (1952)
26	Bamboo	20,0	Pereira (1952)

Sumber: Zhang et al.(1999)

➤ **Infiltrasi**

Air yang mencapai permukaan lahan sebagian akan meresap (infiltrasi) ke bawah permukaan lahan menjadi air bawah permukaan, sedangkan sisanya tertahan di atas permukaan lahan. Dalam proses infiltrasi, sebagian air mengisi dan tinggal di daerah perakaran bermanfaat bagi tanaman dan organisme, sebagian meresap ke bagian lebih dalam lagi (perkolasi) sampai pada lapisan jenuh air. Infiltrasi nyata (InfN) sangat tergantung dari kapasitas infiltrasi (InfK), dan bagian dari air hujan yang berpotensi untuk diresapkan.

Besarnya kapasitas infiltrasi dipengaruhi oleh faktor: (1) Dalamnya genangan di atas permukaan tanah, (2) Kadar Air

Tanah, (3) Fisik tanah (4) Tumbuh-tumbuhan (Sumarto, 1986).

Faktor tumbuh-tumbuhan dapat berpengaruh terhadap besarnya kapasitas infiltrasi karena aktifitas pada sistem perakaran dapat meningkatkan kemantapan agregat tanah, dan ruang pori makro. Dengan demikian secara tidak langsung dapat dinyatakan bahwa penggunaan lahan berpengaruh terhadap kapasitas infiltrasi. Walaupun penelitian tentang hal ini masih relatif sedikit, dalam penelitian ini diusulkan adanya suatu koefisien yang menyatakan besarnya pengaruh penggunaan lahan terhadap kapasitas infiltrasi.

Dalam kaitannya dengan faktor fisik tanah, Rawls et al. (1982) merekomendasikan nilai infiltrasi yang merupakan fungsi dari klas tekstur tanah. Sedangkan Pitt. et al. (2001) melakukan pengukuran kapasitas infiltrasi di Monte Carlo, menghasilkan nilai yang selain dipengaruhi tekstur tanah juga dipengaruhi tingkat kepadatannya

Tabel 3.7. Rerata Infiltrasi di Monte Carlo

Kelompok	Jumlah titik uji	Rerata infiltrasi (inci/jam)
Tanah berpasir Tidak dipadatkan (Noncompacted sandy soils)	36	13
Tanah berpasir dipadatkan (Compacted sandy soils)	39	1,4
Tanah liat kering dan tidak dipadatkan (Noncompacted and dry clayey soils)	18	9,8
Semua jenis tanah lainnya - kering dan dipadatkan, serta seluruh kondisi kelembaban (All other soils - comapacted and dry, plus all wetter conditions)	60	0,2

Sumber: Pitt et al. (2001) dalam Kustamar (2007)

1 **7. Genangan**

Genangan lokal terjadi akibat dari perubahan penggunaan lahan yang tidak disertai dengan usaha mempertahankan kemampuan lingkungan dalam meresapkan air, dan penyesuaian sistem drainasenya. Gangguan dari genangan timbul akibat berkurangnya toleransi kedalaman dan lama genangan, misalnya sawah berubah menjadi kawasan pemukiman. Perubahan fungsi saluran juga mewarnai fenomena ini, yaitu saluran irigasi yang beralih fungsi menjadi saluran drainase tanpa disertai penyesuaian yang memadai.

Dampak ikutan dari kehadiran kawasan pemukiman juga menjadi pemicu timbulnya genangan, baik saat proses pembangunan maupun limbah aktivitas penghuninya.

Berdasarkan uraian tersebut, usaha pengendalian akan efektif jika berorientasi pada pengurangan beban limpasan permukaan dan peningkatan kapasitas sistem drainase. Pengurangan limpasan permukaan dapat berupa penanaman pohon, pembuatan sumur resapan, dan biopori. Peningkatan kapasitas sistem drainase dilakukan dengan pembenahan kondisi saluran, mulai saluran kolektor hingga saluran drainase utama.

Debit genangan atau limpasan yang dimaksud adalah selisih antara besarnya debit drainasi yang terdiri dari debit yang berasal dari air hujan dan air limbah penduduk dengan kapasitas saluran drainase yang ada. Dengan melihat keadaan daerah studi di musim penghujan, maka dapat diketahui beberapa titik-titik lokasi yang mengalami genangan dalam waktu yang cukup lama.

8. Pendekatan Penanganan Masalah

Perencanaan drainase perkotaan perlu memperhatikan fungsi drainase sebagai prasarana yang dilandaskan pada konsep pembangunan yang berwawasan lingkungan. Konsep ini antara lain berkaitan dengan usaha konservasi sumber daya air, yang prinsipnya adalah mengendalikan air hujan supaya lebih meresap ke dalam tanah dan tidak banyak terbuang sebagai aliran

permukaan, antara lain dengan membuat bangunan resapan buatan, kolam tandon, penataan lansekap dan pelestarian hutan kota.

Alternatif terbaik yang setidaknya dapat dilakukan adalah melalui proses pengkajian terhadap kondisi saluran drainase terkait dengan aspek teknis, sosial ekonomi, finansial dan lingkungan. Adapun arahan penanganan dari saluran yang tidak mencukupi adalah :

- Pengangkatan sedimentasi;
- Normalisasi saluran;
- Pembuatan saluran baru (jaringan baru, saluran perlintasan).

Disamping penanganan di atas, dapat juga perlu dipertimbangkan alternatif lain yang mungkin dapat dilaksanakan. Alternatif tersebut memang tidak langsung mengatasi genangan teoritis maupun genangan existing yang terjadi, tetapi untuk jangka panjang dapat mengurangi limpasan yang terjadi.

Kondisi Perkotaan Waibakul saat ini yang sebagian besar adalah lahan tertutup, memungkinkan air limpasan permukaan semakin tinggi dan saluran-saluran drainase tidak mencukupi. Alternatif yang dapat dilakukan antara lain :

1. Pembuatan Bangunan Resapan Air Hujan

Kondisi daerah Perkotaan Waibakul saat ini yang mempunyai daerah yang cukup padat memungkinkan lahan yang ada semakin banyak yang digunakan sebagai perumahan. Hal ini mengakibatkan air limpasan permukaan semakin tinggi dan saluran-saluran drainase semakin tidak mencukupi.

Dengan adanya bangunan resapan air hujan dapat mengurangi limpasan permukaan yang ada dan mengakibatkan berkurangnya debit yang akan ditampung saluran drainase. Selain itu bangunan resapan air hujan juga dapat meninggikan permukaan air tanah. Sehingga ditinjau dari tingginya permukaan air tanah memungkinkan dibangun resapan air

hujan di Perkotaan Waibakul. Macam peresapan air hujan yang biasa digunakan adalah :

❁ *Genangan Terbuka*

Metode ini dilakukan dengan mengalirkan air hujan ke suatu kolam buatan pada kawasan permukiman. Karena metode ini menggunakan suatu kolam terbuka, maka metode ini kurang sesuai dengan Perkotaan Waibakul secara umum. Hal ini disebabkan selain memerlukan lahan yang luas juga resiko pencemaran akibat sampah.

❁ *Resapan Tertutup*

Prinsip dari metode ini adalah dengan menampung air hujan ke suatu reservoir tertutup. Terdapat dua macam resapan tertutup yaitu pipa porus dan selokan tertutup. Pipa porus pada prinsipnya mengalirkan air hujan kesuatu pipa porus yang ditanam secara horisontal. Selokan tertutup prinsipnya sama dengan pipa porus, hanya bedanya pada bentuk penampang melintangnya. Pipa porus berbentuk bulat, sedangkan selokan tertutup berbentuk segiempat atau trapesium.

❁ ¹ *Sumur Resapan*

Secara sederhana sumur resapan diartikan sebagai sumur yang digali yang berbentuk segiempat atau lingkaran dengan kedalaman tertentu. Sumur resapan difungsikan untuk menampung dan meresapkan air hujan yang jatuh diatas permukaan tanah baik melalui atap bangunan, jalan ataupun halaman agar dapat meresap kedalam tanah.

Sumur resapan ini kebalikan dari sumur air minum. Sumur Resapan merupakan lubang untuk memasukkan air ke dalam tanah, sedangkan sumur air minum berfungsi untuk menaikkan air tanah keatas permukaan. Dengan demikian konstruksi dan kedalamannya berbeda. Sumur resapan digali dengan kedalaman diatas permukaan air tanah, sedangkan sumur air minum digali dengan kedalaman

dibawah permukaan air tanah. Beberapa hal tentang kegunaan sumur resapan antara lain :

- a. Sebagai upaya untuk pengendali banjir. Penggunaan sumur resapan mampu memperkecil aliran permukaan sehingga terhindar dari penggenangan secara berlebihan yang menyebabkan banjir.
- b. Konservasi tanah. Sumur resapan berfungsi memperbaiki kondisi air tanah atau mendangkalkan permukaan air sumur. Disini diharapkan air hujan lebih banyak yang diresapkan kedalam tanah menjadi air cadangan dalam tanah.
- c. Menekan laju erosi. Dengan adanya penurunan aliran permukaan maka tanah-tanah yang tergerus dan terhanyut akan berkurang. Dampaknya, aliran permukaan air hujan menjadi kecil dan dapat menekan laju erosi.

Berdasarkan SK-SNI S-14-1990-F, bentuk dan ukuran sumur resapan adalah sebagai berikut :

- Sumur resapan air hujan berbentuk lingkaran atau segiempat
- Ukuran minimum sisi penampang atau diameter adalah 0,8 meter, sedangkan ukuran maksimumnya adalah 1,4 meter
- Ukuran kedalaman minimum adalah 1,5 meter. Kedalaman maksimum adalah sampai batas kedalaman permukaan air tanah.

Menghitung dimensi sumur resapan dapat digunakan rumus (Sunjoto,2003:10) :

$$H = \frac{Q}{F.K} \left(1 - e^{\left[-\frac{F.K.T}{\pi.R^2} \right]} \right)$$

Dengan :

H	:	tinggi muka air dalam sumur (m)
$F = 5,5R$:	faktor geometrik (m)
Q	:	debit air masuk ($m^3/detik$)
T	:	waktu pengaliran (detik)
K	:	koefisien permeabilitas tanah (m/detik)
R	:	jari-jari sumur (m)

2. Pembuatan Tampungan Sementara

Untuk mengurangi beban suatu saluran induk karena ketidakmampuan suatu saluran untuk menampung debit banjir atau sebab-sebab lainnya, dapat dibuat suatu tampungan sementara.

Pada prinsipnya tampungan sementara digunakan untuk menampung debit air dari suatu saluran atau limpasan dari sekelilingnya selama hujan berlangsung dan saluran yang akan dilewati kapasitasnya tidak mencukupi dan dialirkan kembali pada saat saluran yang akan dilewati sudah mulai surut.

Rippl (1883) mengusulkan suatu metode sebagai cara yang bukan empiris untuk menentukan ukuran tampungan yang diperlukan dalam pembuatan suatu tampungan guna memenuhi suatu rencana pengambilan. Pada teknik Rippl dianggap bahwa tampungan akan berada pada kondisi penuh saat permulaan musim kering, atau periode kering, Rippl menghitung kapasitas tampungan untuk memenuhi kebutuhan pengambilan pada musim kering, berdasarkan data yang tercatat.

Hasil pengambilan air dalam hal ini adalah jumlah dari volume tampungan yang dapat dimanfaatkan ditambah dengan inflow (aliran masuk) yang bermanfaat selama periode kritis.

Kurva massa debit dapat berfungsi sebagai grafik yang menggambarkan karakteristik ketersediaan air dalam kaitannya dengan usaha pemanfaatan aliran secara baik. Kurva massa debit sering juga disebut sebagai diagram Rippl dan merupakan penjumlahan kumulatif dari inflow ke tampungan.

Dalam perkembangan lebih lanjut semenjak Rippl mengusulkan metodenya, banyak cara lain dikembangkan untuk menyatakan dengan simbol sederhana sebagai berikut :

$$S_j = S_{j-1} + Q_j + R_j(A) - I_j - E_j(A) - O_j - S_{pj}(A).$$

dengan :

- S_j : Tampungan tampungan pada akhir bulan ke-j
- S_{j-1} : Tampungan tampungan pada akhir bulan sebelumnya
- $R_j(A)$: Hujan yang jatuh ke tampungan pada bulan ke-j sebagai fungsi luas permukaan air tampungan
- I_j : Pengambilan air dari tampungan pada bulan ke-j
- $E_j(A)$: Penguapan dari tampungan pada bulan ke-j sebagai fungsi luas permukaan ditampungan
- O_j : Spill sebagai "outflow" melewati bangunan pelimpah bulan ke-j
- $S_{pj}(A)$: Rembesan keluar dari tampungan dalam bulan ke-j sebagai fungsi luas permukaan air di tampungan.

Material sedimen yang dapat mempengaruhi umur waduk dapat berupa Lumpur tersuspensi (suspended sediment) maupun butir-butir tanah, pasir, kerikil atau benda padat lain sebagaibenda terangkut sepanjang dasar sungai (bed load).¹

Benda padat yang terangkut aliran di sungai banyak memiliki berat jenis butiran di atas 2,0 misalnya berat jenis butiran tanah adalah 2,65. Pada air mengalir dengan kecepatan tertentu, bahan - bahan sedimen dapat terangkut. Daya angkut aliran memang sangat mempengaruhi oleh kecepatan aliran pada saat air yang membawa sedimen mencapai waduk, kecepatan air dan turbulensi aliran menjadi sangat berkurang. Akibat oengurangan kecepatan dan turbulensi, bahan - bahan sedimen yang terangkut aliran air mengendap pada dasar waduk. Pengendapan sedimen pada dasar waduk terdistribusi

menurut jenis sedimen dan pola gerakan air setelah memasuki waduk.

Butir-butir sedimen yang besar pada umumnya terendapkan pada bagian hulu waduk, butir-butir kecil masih tersuspensi dan terendapkan pada bagian hilir waduk. Bahkan butir-butir yang sangat kecil melintasi waduk dan keluar dari waduk beserta aliran air yang memasuki bagian hilir waduk.

Disiplin ilmu angkutan sedimen memberikan rumus-rumus hasil penelitian yang dapat digunakan untuk pedoman pengumpulan data dan melakukan hitungan perkiraan laju sedimentasi pada waduk. Karena endapan sedimen secara akumulatif makin lama semakin banyak, waduk dibuat manusia akhirnya dapat penuh dengan endapan sedimen sebelum waduk benar-benar penuh dengan endapan sedimen akumulasi sedimen pada suatu saat telah menyebabkan waduk tidak berfungsi secara memadai pada keadaan ini dikatakan dengan waduk telah mati.

Dalam perencanaan waduk, tinjauan usia fungsional waduk dari segi tinjauan laju sedimentasi harus dianalisa. Analisa ini membuat perkiraan dan menyimpulkan usia waduk sebagai landasan analisis ekonomi pembuatan waduk, atau landasan evaluasi waduk-waduk yang telah dibangun.

Untuk penyelesaian masalah sedimentasi pada waduk hal yang umum dilaksanakan adalah penyediaan sebagian dari volume tampungan endapan sedimen. Laju sedimentasi pada waduk dipengaruhi kondisi daerah tangkapan air dihilanya. Laju sedimentasi tersebut dipengaruhi oleh tipe tanah, kemiringan daerah, penutupan vegetasi, karakter hujan, dan tata guna lahan.

Untuk daerah-daerah di Indonesia terutama Jawa, sedimentasi pada waduk merupakan masalah penting. Perkiraan laju sedimen perlu didasarkan pada data yang terkumpul dan menggunakan cara analisa yang sesuai. Salah angka dalam perkiraan angkutan sedimen punya akibat salah

angka pada interpretasi nilai ekonomi suatu waduk akibat kesalahan masa berfungsi suatu waduk.

Pertama, perlu diketahui bahwa analisa tentang sungai-sungai di Jawa menghadapi berbagai persoalan yang kerap kali spesifik dan tidak dijumpai contoh analisisnya didalam pustaka berasal dari Negara maju. Dasar ilmu untuk analisa memang tersedia, namun kecermatan untuk sintesis metoda angka dibutuhkan, demikian analisa dasar terpadu sangat diperlukan, suatu pandangan interdisiplin adalah suatu keharusan.

Secara sederhana, dapat dibayangkan bahwa sungai alam di lereng bukit akan memberikan aliran deras pada waktu hujan lebat, makin ke hilir kederasan aliran secara umum berkurang. Hal ini mempunyai hubungan erat dengan kemiringan dasar sungai, yaitu dasar sungai di lereng bukit lebih miring dari dasar sungai di hilir.

Dari pengetahuan angkutan bahan oleh air kita tahu bahwa air yang mengalir cepat lebih mampu mengangkut pasir, atau kerikil, bahkan batu-batu, dibandingkan dengan air yang mengalir lebih lambat. Dengan pengetahuan ini apakah telaj dapat diketahui tentang suatu kemungkinan salah sangka dalam analisa angkutan sedimen? Jawabnya belum, dan perjalanan penghayatan pada gejala alam perlu dilanjutkan.

Air, mengangkut bahan erosi dapat berupa angkutan dasar dan dapat berupa angkutan bahan tersuspensi, karena perubahan kecepatan aliran, bahan yang semula bergerak didasar sungai dapat berubah menjadi bahan suspensi. Demikian pula bahan yang semula tersuspensi dapat berubah menjadi bahan angkutan dasar akibat adanya perubahan kecepatan aliran.

Pengukuran bahan angkutan dasar lebih sukar dari pengukuran bahan tersuspensi. Memang pengalaman di negara maju telah menunjukkan hubungan antara angkutan suspensi dan angkutan dasar, namun variasi hubungan sangatlah besar. Demikian pula, hubungan antara angkutan bahan tersuspensi

dan bahan didasar sungai di Indonesia belum diketahui dengan baik.

Dengan kata lain kecepatan aliran sungai mempengaruhi laju pengetahuan bahan tersuspensi. Sebenarnya, apabila alur-alur sungai tidak mengalami perubahan sifat hidraulik yang berarti, pola hubungan antara kedalaman air, luas tampang melintangkan lecepatan aliran berpola mantap. Alur sungai yang mempunyai pola mantap dalam hubungan antara kedalaman air, luas tampang dan kecepatan dapat menyetujui ekstrapolasi statistic yang biasa pada hasil hitungan data angkutan sedimen.

Ada beberapa model tampungan sementara yang dapat digunakan, antara lain :

- *Tampungan sementara dengan pintu pengatur*, dimana prinsipnya adalah pada saat kapasitas tampungan sudah maksimum, pintu ditutup dan pada saat saluran induk sudah mulai surut, pintu dibuka sehingga air dalam tampungan dapat mengalir kembali dalam saluran.
- *Tampungan sementara tanpa pintu*, prinsipnya adalah menampung semua air yang dialirkan kedalamnya dan otomatis akan dialirkan lagi jika kapasitas tampungan tersebut sudah tidak memenuhi.
- *Tampungan yang dihubungkan dengan saluran tertutup*, yang menampung semua air limpasan yang tidak dapat dialirkan oleh suatu saluran dan kemudian sebagian dialirkan melalui saluran tertutup melewati beberapa lubang kecil didalam tampungan sementara.

Dari ketiga model diatas, sebaiknya konstruksi yang digunakan pada keliling tebing tampungan dapat berupa pasangan batu bata, batu kosong¹ ataupun tanpa diberi pelindung sepaya sebagian air dapat meresap kedalam tanah. Namun dalam kegiatan ini dilakukan pemecahan masalah dengan solusi memperbesar saluran drainase yang ada dan mendesain ulang inlet yang ada di lokasi studi. Hal ini dilakukan karena mengingat saluran drainase yang ada dinilai

tidak mencukupi oleh debit dengan kala ulang tertentu, dilain pihak dari hasil analisa visual letak dan kondisi inlet yang ada banyak tidak memenuhi syarat sehingga air tidak dapat masuk ke saluran. Dan untuk beberapa titik yang belum terdapat saluran drainase, maka akan dibuat suatu usulan drainase baru, dengan tetap memperhitungkan kemiringan dan peruntukan lahan yang ada.

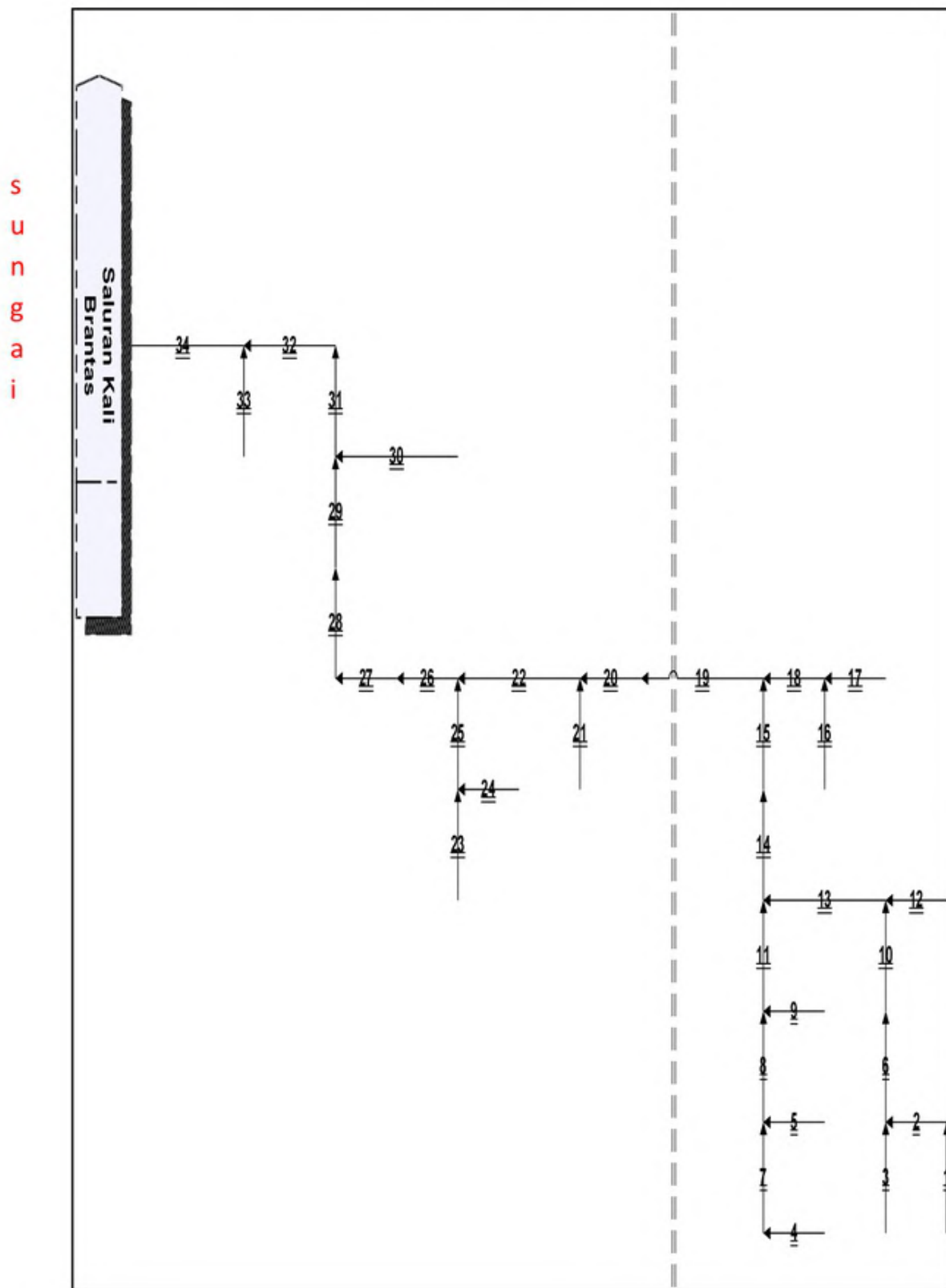
Dari hasil survey nantinya akan dibuat suatu analisa dimana dapat ketahui saluran yang ada tersebut secara teknis dapat menampung atau tidaknya debit banjir rancangan yang ada. Untuk saluran dengan keadaan tidak dapat menampung dengan debit rancangan, maka akan dibuat suatu perencanaan baru yang dapat menampung debit rancangan yang telah ditentukan.

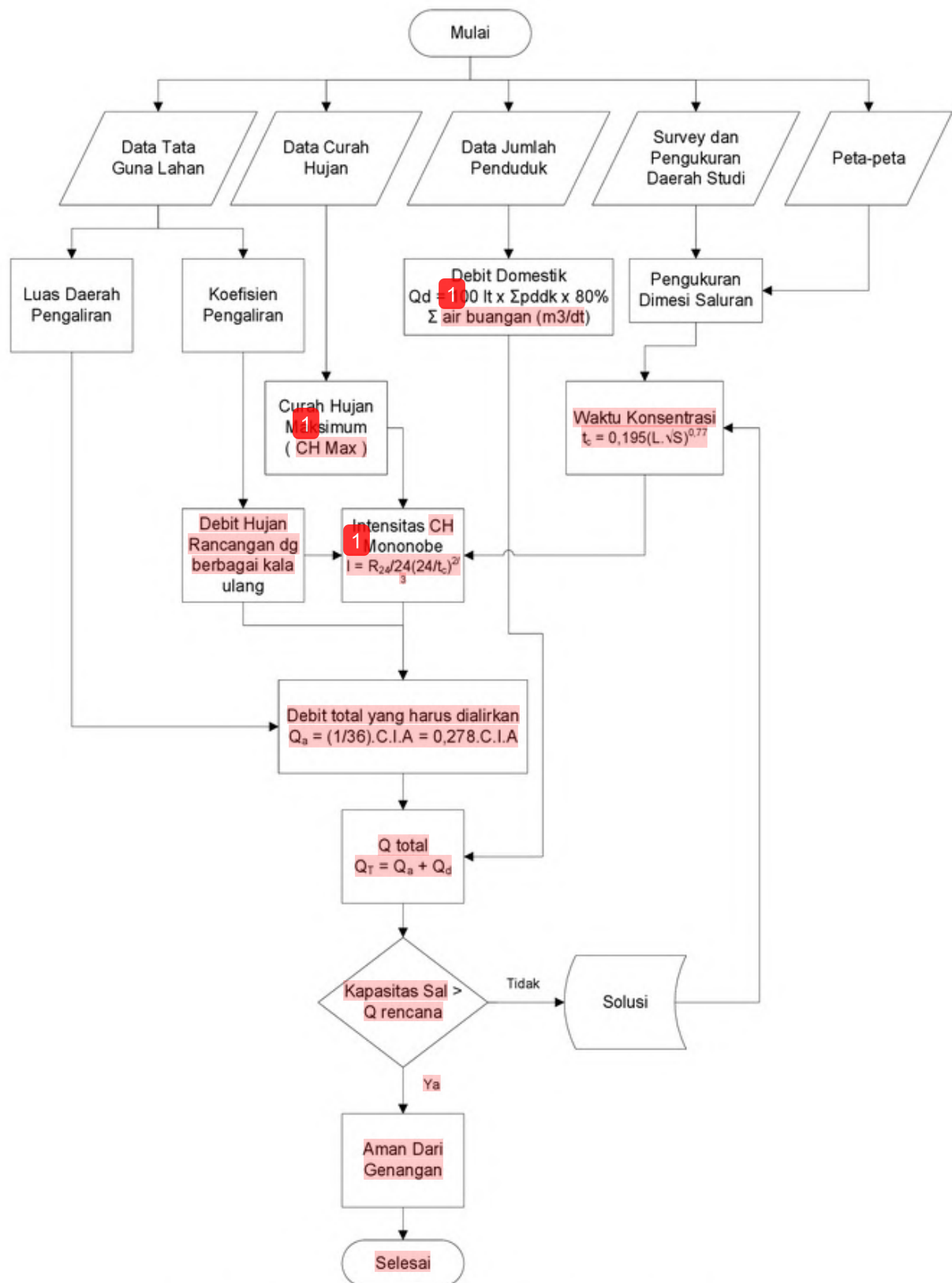
1

2.3.3. Lay Out Sistem Drainase Eksisting

Dalam penyusunan analisa sistem drainase yang baik tentunya perlu dibuat suatu skema jaringan drainase yang ada di daerah studi, hal ini berkaitan dan menentukan langkah yang diambil dalam pemilihan alternatif solusi nantinya. Dari hasil survey pengukuran akan dapat dibuat suatu lay out yang secara skematik menunjukkan arah aliran air yang ada di saluran drainase eksisting, dengan demikian dapat ditentukan outlet terdekat sebagai patus saluran drainase dengan sungai sebagai saluran akhirnya.

Gambar 3.4. Contoh Skematik Arah Aliran





Gambar 3.5. Bagan Alir Tahapan Analisa Perhitungan Teknis

2.4 Analisa Data Hujan

2.4.1. Hujan Rerata Daerah

2.4.1.1. Identifikasi Daerah Tangkapan Hujan

Dalam kajian ini dilakukan pembagian daerah tangkapan air (DTA) sesuai dengan topografi dan arah aliran permukaan yang terjadi, pada daerah Kota Waibakul Daerah Tangkapan Air (DTA) terbagi menjadi 3 (tiga) bagian yaitu DTA 1, DTA 2 dan DTA 3 yang terbagi beberapa sub DTA berdasarkan area tangkapan air saluran eksisting, Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut ini :

Tabel 4.1. Daerah Tangkapan Air Kota Waibakul

NO	DTA	Luas (Km ²)
1	DTA 2	12.90
2	DTA 1	57.41
3	DTA 3	6.13

Sumber : Hasil Analisa 2017

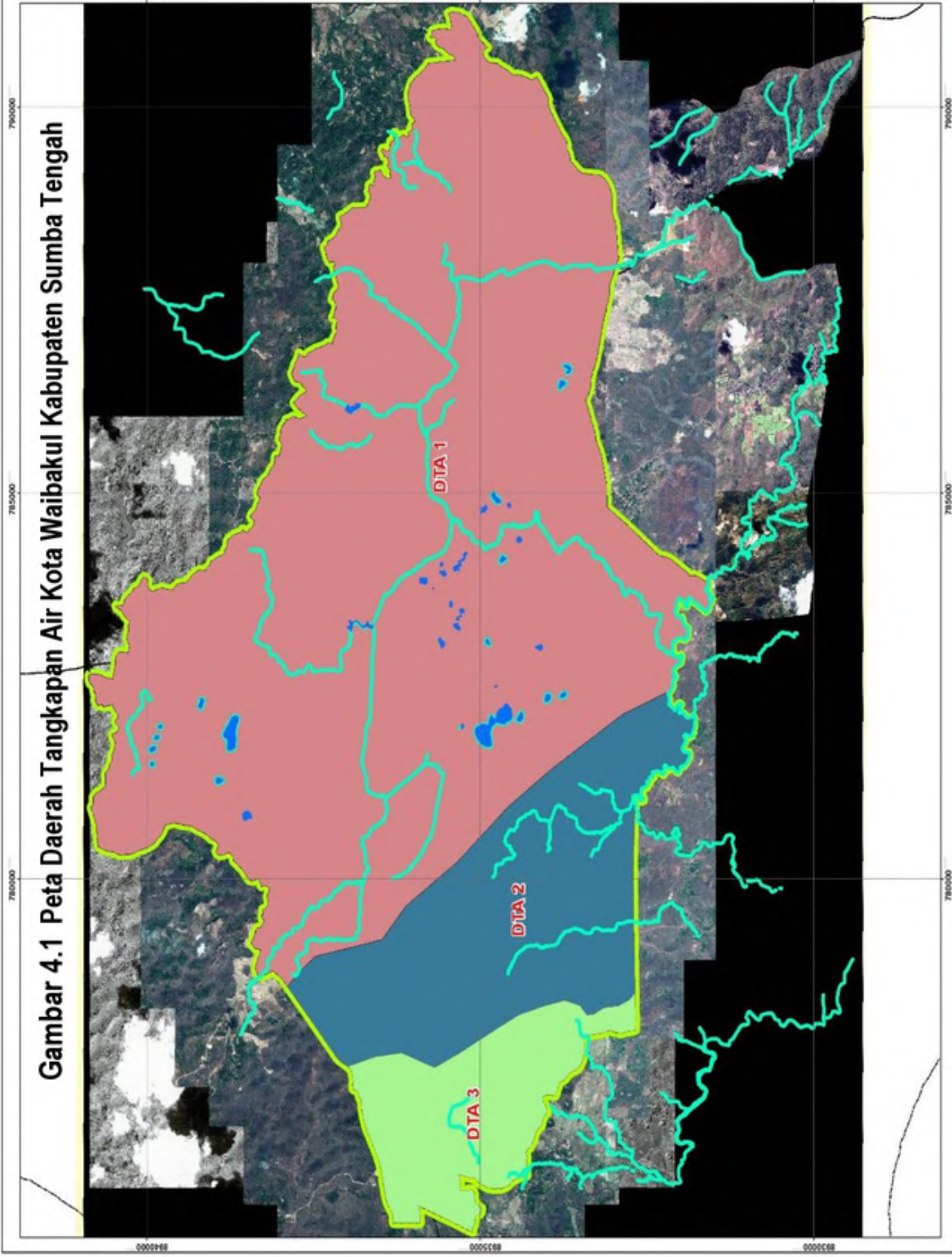
2.4.1.2. Analisa Curah Hujan Maksimum Rerata Daerah

















Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan hujan maksimum rata-rata kawasan (areal rainfall) yang mewakili suatu DAS/Sub-DAS, dengan mempertimbangkan besar curah hujan yang terjadi baik pada pos pengamatan hujan di dalam maupun di sekitar DAS/Sub-DAS yang ditinjau. Analisis curah hujan dilakukan melalui tahapan kegiatan sebagai berikut :

- Pemilihan pos hujan yang akan digunakan
- Penyaringan data dan pengisian data kosong.
- Penghitungan curah hujan rencana.

Data curah hujan yang ada di Kabupaten Sumba Tengah hanya ada pada Tahun 2008, Minimnya data tersebut perlu adanya pendekatan yang dilakukan dengan cara mengambil stasiun hujan yang terdekat pada lokasi pekerjaan dengan menggunakan **Metode Ishoyet**, adapun stasiun curah hujan terdekat adalah sebagai berikut :

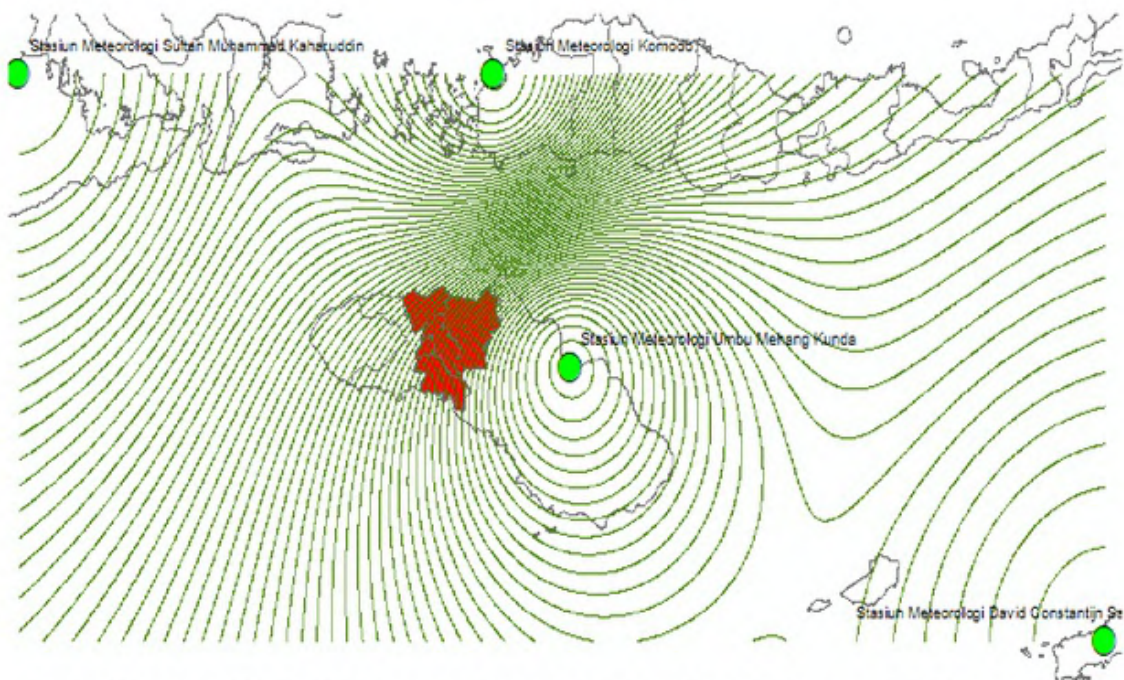
Gambar 4.1 Peta Daerah Tangkapan Air Kota Waibakul Kabupaten Sumba Tengah



 PEMERINTAH KABUPATEN SUMBA TENGAH DINAS PEKERJAAN UMUM Kabupaten Sumba Tengah MAKAYALA, WAIBAKUL	JUDUL PEKERJAAN MASTERPAN DRAINASE PERKOTAAN WAIBAKUL KABUPATEN SUMBA TENGAH
JUDUL PETA PETA DAERAH TANGKAPAN AIR (DTA)	
 Skala 1:25.000 	INSET PETA 
Sistem Koordinat Sistem Proyeksi : UTM Datum : WGS 1984, Zone 69S	
Legenda : <ul style="list-style-type: none">  Sumber Kabupaten  Sumber Kecamatan  Sumber Kelurahan  Jalan Nasional  Jalan Kabupaten  Jalan Kecamatan  Jalan Kolektor  Jalan Lokal  Batas Perumahan  Sungai/Sekeloa 	
Keterangan : <ul style="list-style-type: none">  Sekoran Drainase Eksisting  SUT/Tampungan Eksisting 	
NO. PETA : 1. PETA PERENCANAAN 2. PETA PERENCANAAN DIGITAL, BAKHO SURTAMAL 3. TITIKAN 1994 SKALA 1 : 50.000 4. Survey Hidrografi Waibakul 5. Survey Aerial tahun 2017	

1. Stasiun BMKG Sultan Muhammad Kaharudin Kabupaten Sumbawa
2. Stasiun BMKG Komodo Kabupaten Manggarai Barat
3. Stasiun BMKG Umbu Mehang Kunda Kabupaten Sumba Timur
4. Stasiun BMKG David Constantijn Saudale Kabupaten Rote Ndao

Data yang digunakan adalah data curah hujan selama 10 tahun (tahun 2006-2016) dalam bentuk data hujan harian. Peta sebaran stasiun hujan dengan menggunakan metode Ishoyet tersebut diatas dapat dilihat pada gambar 5.1 berikut ini :



Gambar 4.2 Metode Ishoyet Curah Hujan Rerata Daerah Kabupaten Sumba Tengah

Dari pengolahan data hujan maksimum dari stasiun - stasiun tersebut di setiap tahunnya didapat data curah hujan rerata daerah sebagai berikut :

Tabel 4.2. Hujan Rerata Daerah Kota Waibakul Metode Ishoyet

No	Tahun	Hujan Rerata (mm)
1	2006	60
2	2007	84
3	2008	100
4	2009	77
5	2010	65
6	2011	110
7	2012	72
8	2013	93
9	2014	75
10	2015	63
11	2016	77

Sumber : Hasil Analisa 2017

2.4.1.3. Analisa Curah Hujan Rancangan

Selanjutnya untuk menghitung curah hujan rancangan di wilayah perencanaan pada Daerah Tangkapan Air (DTA) yang digunakan untuk perhitungan tersebut adalah :

Metode Gumbel

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode E.J. Gumbel, dengan persamaan sebagai berikut :

$$X_T = X + K.S_x$$

Dimana :

X_T = Variate yang diekstrapolasikan, yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun.

X = Harga rata - rata dari data

$$\frac{\sum_1^n X_i}{n}$$

Sx = Standard Deviasi

$$= \sqrt{\frac{\sum_1^n X_i^2 - \frac{(\sum_1^n X_i)^2}{n}}{n-1}}$$

K = Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang (return period) dan tipe frekuensi.

Untuk menghitung faktor frekuensi E.J. Gumbel mengambil harga :

$$K = \frac{y_T - y_N}{s_n}$$

Dimana :

YT = Reduced variate sebagai fungsi dari periode ulang T (lihat Lampiran).

Yn = Reduced mean sebagai fungsi dari banyak data (N), lihat Lampiran.

Sn = Reduced standard deviation sebagai fungsi dari banyak data N

Hasil perhitungan distribusi Gumbel dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.3. Faktor Statistik Analisa Hujan Rancangan EJ Gumbel

No	Tahun	R Maks
		X (mm)
1	2006	60.26
2	2015	62.50
3	2010	65.08
4	2012	72.46
5	2014	75.00
6	2009	76.73

No	Tahun	R Maks
		X (mm)
7	2016	77.25
8	2007	84.25
9	2013	92.78
10	2008	100.47
11	2011	109.68
Mean X		79.677
Std. Deviasi X		15.806
n		11
Sn (tabel)		0.9676
Yn (tabel)		0.4996

Sumber : Hasil Analisa 2017

Untuk hasil ekstrapolasi hujan rancangan metode EJ Gumbel adalah sebagai berikut:

Tabel 4.4. Extrapolasi Hujan Rancangan EJ Gumbel

Tr (tahun)	P (%)	Yt	K	X (R24) (mm)
1.01	99	-1.529	-2.097	46.533
2	50	0.367	-0.138	77.503
5	20	1.500	1.034	96.018
10	10	2.250	1.809	108.277
20	5	2.970	2.553	120.035
25	4	3.199	2.789	123.765
50	2	3.902	3.516	135.256
100	1	4.600	4.238	146.661
200	0.5	5.296	4.957	158.025
500	0.2	6.214	5.905	173.018
1000	0.1	6.907	6.622	184.349

Sumber : Hasil Analisa 2017

Metode Log Pearson Type III

Distribusi Log Pearson Tipe III merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson Tipe III dengan menggantikan data menjadi nilai logaritmik. Persamaan distribusi Log Pearson Tipe III dapat ditulis sebagai berikut :

$$\text{Log } X_t = \overline{\text{Log } X} + (k.S \log X)$$

Untuk :

$$X_t = \text{Besarnya curah hujan dengan periode } t \text{ (mm)}$$

$$\overline{\text{Log } X} = \text{Rata-rata nilai logaritma data } X \text{ hasil pengamatan (mm)}$$

$$(S \log X) = \text{Standar deviasi nilai logaritma data } X \text{ hasil pengamatan}$$

$$= \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (\text{Log } X_t - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1}}$$

$$C_s = \text{koefisien kepencengan}$$

$$= \frac{n \cdot \sum (\log X - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)(S \log X)^3}$$

$$C_k = \text{koefisien kurtosis}$$

$$= \frac{n^2 \sum (\log X - \overline{\log X})^4}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3) \times (S \log X)^4}$$

Nilai Koefisien Kemencengan / Skew Coefficient (C_s) pada distribusi Log-Pearson Tipe III dapat dilihat pada tabel.

Apabila nilai $C_s = 0$, maka distribusi log Pearson tipe III identik dengan distribusi log normal, sehingga distribusi kumulatifnya akan tergambar sebagai garis lurus pada kertas grafik normal.

Tabel 4.5. Faktor Frekuensi K Untuk Distribusi Log Person Type III

Koef Penyimpangan (CS)	Peluang Kumulatif (%)								
	99.01	50	20	10	5	4	2	1	0.5
	Return Period, Tr (Tahun)								
	1.01	2	5	10	20	25	50	100	200
1.0	-1.5560	-0.1640	0.758	1.340	1.899	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	-1.6600	-0.1480	0.769	1.339	1.792	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	-1.7730	-0.1320	0.780	1.336	1.774	1.993	2.453	2.891	3.312
0.7	-1.8060	-0.1160	0.790	1.333	1.756	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	-1.8800	-0.0990	0.800	1.328	1.735	1.939	2.359	2.755	3.132
0.5	-1.9550	-0.0830	0.803	1.323	1.714	1.910	2.311	2.686	3.041
0.4	-2.0290	-0.0660	0.816	1.317	1.692	1.880	2.261	2.615	2.949
0.3	-2.1040	-0.0500	0.824	1.309	1.669	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	-2.1780	-0.0330	0.830	1.301	1.646	1.818	2.159	2.472	2.763
0.1	-2.2520	-0.0170	0.836	1.292	1.621	1.785	2.107	2.400	2.670
0.00	-2.3260	0.0000	0.842	1.282	1.595	1.751	2.054	2.326	2.576
-0.01	-2.4000	0.0170	0.846	1.270	1.567	1.716	2.000	2.252	2.482
-0.02	-2.4720	0.0330	0.850	1.258	1.539	1.680	1.945	2.178	2.388
-0.03	-2.5440	0.0500	0.853	1.245	1.510	1.643	1.890	2.104	2.294
-0.04	-2.6150	0.0660	0.855	1.231	1.481	1.606	1.834	2.029	2.201
-0.05	-2.6860	0.0830	0.856	1.216	1.450	1.567	1.777	1.955	2.108
-0.06	-2.7550	0.0990	0.857	1.200	1.419	1.528	1.720	1.880	2.016
-0.07	-2.8240	0.1160	0.857	1.183	1.386	1.488	1.663	1.806	1.926
-0.08	-2.8910	0.1320	0.856	1.166	1.354	1.448	1.606	1.733	1.837
-0.09	-2.9570	0.1480	0.854	1.147	1.320	1.407	1.549	1.660	1.749
-1.00	-3.0220	0.1640	0.852	1.128	1.287	1.366	1.492	1.588	1.664
-1.10	-3.0220	0.1800	0.848	1.107	1.252	1.324	1.435	1.518	1.581
-1.20	-3.1490	0.1950	0.844	1.086	1.217	1.282	1.379	1.449	1.501
-1.30	-3.2110	0.2100	0.838	1.064	1.181	1.240	1.324	1.383	1.424
-1.40	-3.2710	0.2250	0.832	1.041	1.146	1.198	1.270	1.318	1.351
-1.50	-3.3300	0.2400	0.825	1.018	1.106	1.157	1.217	1.256	1.282
-1.60	-3.3880	0.2540	0.817	0.994	1.075	1.116	1.166	1.197	1.216
-1.70	-3.4440	0.2680	0.808	0.970	1.040	1.075	1.116	1.140	1.155
-1.80	-3.4990	0.2820	0.799	0.945	1.005	1.035	1.069	1.087	1.097
-1.90	-3.5530	0.2940	0.788	0.920	0.971	0.996	1.023	1.037	1.044
-2.00	-3.6050	0.3070	0.777	0.895	0.938	0.959	0.980	0.980	0.995
-2.10	-3.6560	0.3190	0.765	0.869	0.905	0.923	0.939	0.946	0.949
-2.20	-3.7050	0.3300	0.752	0.844	0.873	0.888	0.900	0.905	0.907
-2.30	-3.7530	0.3410	0.739	0.819	0.843	0.855	0.864	0.867	0.869
-2.40	-3.8000	0.3510	0.725	0.795	0.814	0.823	0.830	0.832	0.833
-2.50	-3.8450	0.3600	0.711	0.771	0.786	0.793	0.798	0.799	0.800
-2.60	-3.8890	0.3680	0.696	0.747	0.758	0.764	0.768	0.769	0.769
-2.70	-3.9320	0.3760	0.681	0.724	0.733	0.738	0.740	0.740	0.741
-2.80	-3.9730	0.3840	0.666	0.702	0.709	0.712	0.714	0.714	0.714
-2.90	-4.0130	0.3900	0.651	0.681	0.682	0.683	0.689	0.690	0.690
-3.00	-4.0510	0.3950	0.636	0.660	0.664	0.666	0.666	0.667	0.667

Sumber : CD. Soemarto, 1986 : 245

Hasil analisa statistik dalam proses menghitung hujan rancangan metode Log Pearson Type III adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6. Faktor Statistik Analisa Hujan Rancangan Log Pearson Type III

No.	Tahun	R (mm)	Tahun	Xi (mm)	Log Xi	(Log Xi-LogX) ²	(Log Xi-LogX) ³
1	2006	60.26	2006	60.26	1.78	0.012956	-0.001475
2	2007	84.25	2015	62.50	1.80	0.009601	-0.000941
3	2008	100.47	2010	65.08	1.81	0.006468	-0.000520
4	2009	76.73	2012	72.46	1.86	0.001141	-0.000039
5	2010	65.08	2014	75.00	1.88	0.000354	-0.000007
6	2011	109.68	2009	76.73	1.88	0.000079	-0.000001
7	2012	72.46	2016	77.25	1.89	0.000036	0.000000
8	2013	92.78	2007	84.25	1.93	0.001005	0.000032
9	2014	75.00	2013	92.78	1.97	0.005412	0.000398
10	2015	62.50	2008	100.47	2.00	0.011699	0.001265
11	2016	77.25	2011	109.68	2.04	0.021389	0.003128
Jumlah				876.45	20.83	0.070140	0.001842
Rerata				79.68	1.89		

Sumber : Hasil Analisa 2017

Untuk hasil ekstrapolasi hujan rancangan metode Log Pearson Type III adalah sebagai berikut:

Tabel 4.7. Extrapolasi Hujan Rancangan Log Pearson Type III

No.	Kala Ulang (tahun)	Probabilitas (%)	Faktor Frekwensi (G)	Log R ranc	Curah Hujan Rancangan (mm)
1	2	50	-0.056	1.889	77.48
2	5	20	0.714	1.954	89.87
3	10	10	1.182	1.993	98.37
4	25	4	1.750	2.040	109.75
5	50	2	2.157	2.075	118.72
6	100	1	2.553	2.108	128.14

Sumber : Hasil Analisa 2017

Uji Kesesuaian Distribusi

A. Uji Smirnov - Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorof, sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (non parametric test), karena pengujianya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedurnya adalah sebagai berikut :

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.
2. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritisnya dari hasil penggambaran (persamaan distribusinya)
3. Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritisnya. $D = \text{maksimum } [P(X_m) - P'(X_m)]$.
4. Berdasarkan tabel nilai kritis (smirnov Kolmogorov test) tentukan nilai D_0 .

Tabel 4.8. Nilai Kritis D_0 Untuk Uji Smirov - 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	0.30	0.34	0.40
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	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
N > 50	$\frac{1.07}{N^{0,5}}$	$\frac{1.22}{N^{0,5}}$	$\frac{1.36}{N^{0,5}}$	$\frac{1.63}{N^{0,5}}$

Tabel 4.9. Nilai Kritis DO Untuk Uji Smirov - Kolmogorov

t	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-3.4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002
-3.3	0.0005	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004	0.0003
-3.2	0.0007	0.0007	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0006	0.0005	0.0005	0.0005
-3.1	0.0010	0.0009	0.0009	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0008	0.0007	0.0007
-3.0	0.0013	0.0013	0.0013	0.0012	0.0012	0.0011	0.0011	0.0011	0.0010	0.0010
-2.9	0.0019	0.0018	0.0017	0.0017	0.0016	0.0016	0.0015	0.0015	0.0014	0.0014
-2.8	0.0026	0.0025	0.0024	0.0023	0.0022	0.0022	0.0021	0.0021	0.0020	0.0019
-2.7	0.0036	0.0034	0.0033	0.0032	0.0030	0.0030	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.0040	0.0040	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
-2.5	0.0062	0.0060	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
-2.4	0.0082	0.0080	0.0078	0.0075	0.0073	0.0071	0.0069	0.0068	0.0066	0.0064
-2.3	0.0107	0.0104	0.0102	0.0099	0.0096	0.0094	0.0091	0.0089	0.0087	0.0084
-2.1	0.0179	0.0174	0.0170	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.0150	0.0146	0.0143
-2.0	0.0228	0.0222	0.0217	0.0212	0.0207	0.0202	0.0197	0.0192	0.0188	0.0183
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.0250	0.0244	0.0239	0.0233
-1.8	0.0359	0.0352	0.0344	0.0336	0.0329	0.0322	0.0314	0.0307	0.0301	0.0294
-1.7	0.0446	0.0436	0.0427	0.0418	0.0409	0.0401	0.0392	0.0384	0.0375	0.0367
-1.6	0.0548	0.0537	0.0526	0.0516	0.0505	0.0495	0.0485	0.0475	0.0465	0.0455
-1.5	0.0668	0.0655	0.0643	0.0630	0.0618	0.0606	0.0594	0.0582	0.0571	0.0559
-1.4	0.0808	0.0793	0.0778	0.0764	0.0749	0.0735	0.0722	0.0708	0.0694	0.0681
-1.3	0.0968	0.0951	0.0934	0.0918	0.0901	0.0885	0.0869	0.0853	0.0838	0.0823
-1.2	0.1511	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.1020	0.1003	0.0985
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.1230	0.1210	0.1190	0.1170
-1.0	0.1587	0.1562	0.1539	0.1515	0.1492	0.1469	0.1446	0.1423	0.1401	0.1379
-0.9	0.1841	0.1814	0.1788	0.1762	0.1736	0.1711	0.1685	0.1660	0.1635	0.1611
-0.8	0.2119	0.2090	0.2061	0.2033	0.2005	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.7	0.2420	0.2389	0.2358	0.2327	0.2296	0.2266	0.2236	0.2206	0.2177	0.2148
-0.6	0.2743	0.2709	0.2676	0.2643	0.2611	0.2578	0.2546	0.2514	0.2483	0.2451
-0.5	0.3085	0.3050	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.2810	0.2776
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.3300	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
-0.3	0.3821	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.3520	0.3483
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.4090	0.4052	0.4013	0.3974	0.3936	0.3897	0.3859
-0.1	0.4602	0.4562	0.4522	0.4483	0.4443	0.4404	0.4364	0.4325	0.4286	0.4247
0.0	0.5000	0.4960	0.4920	0.4880	0.4840	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641

t	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9278	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9648	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9960	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9964	0.9966	0.9967	0.9968	0.9970	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9978	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9983	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998

Tabel 4.10. Perhitungan Uji Smirnov – Kolmogorov Metode EJ. Gumbel

No	Tahun	R Maks X (mm)	P (%)	K	Yt	Tr	Px (%)	D [P-Px]
1	2006	60.26	0.083	-1.228	-0.689	1.158	0.864	0.78
2	2015	62.50	0.167	-1.087	-0.552	1.214	0.824	0.66
3	2010	65.08	0.250	-0.924	-0.394	1.294	0.773	0.52
4	2012	72.46	0.333	-0.457	0.058	1.637	0.611	0.28
5	2014	75.00	0.417	-0.296	0.213	1.804	0.554	0.14
6	2009	76.73	0.500	-0.186	0.319	1.936	0.516	0.02
7	2016	77.25	0.583	-0.154	0.351	1.979	0.505	0.08
8	2007	84.25	0.667	0.289	0.780	2.719	0.368	0.30
9	2013	92.78	0.750	0.829	1.301	4.197	0.238	0.51
10	2008	100.47	0.833	1.315	1.772	6.399	0.156	0.68
11	2011	109.68	0.917	1.898	2.336	10.848	0.092	0.82

Sumber : Hasil Analisa 2017

Mean X : 79.677

Std. Dev X : 15.806

Sn (tabel) : 0.968

Yn (tabel) : 0.500

D P maks (%) : 0.824

Der. Signifikan α (%) : 5

Banyak data : 11

D kritis (%) : 0.396

Karena $D_{Cr_{hitung}} > D_{Cr_{tabel}}$ maka **Tidak Memenuhi**

Tabel 4.11. Perhitungan Uji Smirnov - Kolmogorov Metode Log Pearson Type III

R (mm)	Xi (mm)	Log Xi	m	Pe (%)	G	Pr (%)	Pt (%)	D (%)
60.26	60.26	1.78	1	0.08	-1.36	74.50	0.26	- 0.17
84.25	62.50	1.80	2	0.17	-1.17	70.63	0.29	- 0.13
100.47	65.08	1.81	3	0.25	-0.96	66.35	0.34	- 0.09
76.73	72.46	1.86	4	0.33	-0.40	54.96	0.45	- 0.12
65.08	75.00	1.88	5	0.42	-0.22	51.31	0.49	- 0.07
109.68	76.73	1.88	6	0.50	-0.11	48.89	0.51	- 0.01
72.46	77.25	1.89	7	0.58	-0.07	48.17	0.52	0.07
92.78	84.25	1.93	8	0.67	0.38	38.98	0.61	0.06
75.00	92.78	1.97	9	0.75	0.88	28.76	0.71	0.04
62.50	100.47	2.00	10	0.83	1.29	20.32	0.80	0.04
77.25	109.68	2.04	11	0.92	1.75	11.02	0.89	0.03

Sumber : Hasil Analisa 2017

Banyaknya data : 11
 Derajat kepercayaan (a) : 5%
 Harga Δ_{cr} dari tabel : 0.396
 $\Delta_{maksimum}$: 0.07
 $\Delta_{maksimum} < \Delta_{cr}$: **Diterima**

Kesimpulan Uji kecocokan Distribusi Smirnov-Kolmogorof

1. Distribusi EJ. Gumbel

**D > Do (5%) : Persamaan Distribusi
Tidak Dapat Diterima**

2. Distribusi Log Pearson Type III

**D < Do (5%) : Persamaan Distribusi
Dapat Diterima**

B. Uji Chi Kuadrat

Uji Chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter Chi-kuadrat. Oleh karena itu disebut uji Chi-kuadrat, yang dapat dihitung dengan :

$$\chi_{hit}^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dimana :

χ_{hit}^2 = Parameter Chi-kuadrat terhitung yang merupakan variabel acak.

G = Jumlah sub kelompok

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke-i

E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-i

Prosedur uji Chi-kuadrat adalah :

1. Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya)
2. Kelompokkan data menjadi G sub-group, minimal 4 sub group tiap-tiap data pengamatan.

3. Jumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap sub group.
4. Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i
5. Tiap-tiap sub group hitung nilai :

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

6. Untuk menentukan nilai Chi-kuadrat hitung, jumlahkan seluruh G sub group nilai :

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

7. Tentukan derajat kebebasan $Dk = G - R - 1$ dari tabel.

Berikut perhitungan uji Chi-kuadrat untuk distribusi curah hujan :

Tabel 4.12. Perhitungan Uji Chi Kuadrat Metode EJ. Gumbel

Interval Kelas			Of	Ef	(Ef-Of)2/Ef
0.000	-	66.180	3.00	2.75	0.02
66.180	-	77.503	4.00	2.75	0.57
77.503	-	91.868	1.00	2.75	1.11
91.868	-	~	3.00	2.75	0.02
Jumlah			11	11.00	1.73

Sumber : Hasil Analisa 2017

Chi-square hitung	=	1.73
α (%)	=	5%
derajat kebebasan (g)	=	2
Chi-square kritis	=	5.99
Yn	=	0.500
Sn	=	0.968
Chitung < Ctabel	=	Diterima

Tabel 4.13. Perhitungan Uji Chi Kuadrat Metode Log Pearson Type III

Klas	Interval	$\sum O_i$	E_i	Xh^2
1	0,000 - 63.482	2.75	2	0.281
2	63.482 - 77.476	2.75	5	1.013
3	77.48 - 87.677	2.75	1	3.063
4	87.677 - ~	2.75	3	0.021
Jumlah		11.00	11	4.38

Sumber : Hasil Analisa 2017

k (jumlah kelas)	:	4.35
Banyaknya data	:	11
Derajat kepercayaan (a)	:	5%
Derajat kebebasan (dk)	:	2
Harga X^2 tabel	:	5.991
Harga Xh^2	:	4.38
$Xh^2 < X^2$ tabel	:	Diterima

Kesimpulan Uji kecocokan Distribusi Chi Kuadrat

<p>1. Distribusi EJ. Gumbel</p> <p>$C_{teoritis} > C_{tabel} (5\%)$: Persamaan Distribusi Dapat Diterima</p> <p>2. Distribusi Log Pearson Type III</p> <p>$C_{teoritis} > C_{tabel} (5\%)$: Persamaan Distribusi Dapat Diterima</p>

Pemilihan Hujan Rancangan

Untuk pemilihan curah hujan rencana dari beberapa metode perhitungan didasarkan pada uji konsistensi masing-masing metode. Dari perhitungan uji konsistensi kedua metode di ketahui pada uji konsistensi Smirnov-Kolmogorov pada metode *EJ Gumbel* Tidak Memenuhi, sedangkan pada metode *Log Pearson Type III* memenuhi, Sedangkan pada uji chi kuadrat kedua metode

memenuhi. Berdasarkan hasil tersebut, diambil metode *Log Pearson Type III* yang kedua uji distribusinya memenuhi.

Dengan demikian dalam perhitungan berikutnya digunakan hasil analisa hujan rancangan metode *Log Pearson Type III*.

2.4.1.4. Intensitas Hujan

Pada perhitungan Intensitas hujan dengan kala ulang 10 tahun untuk masing-masing saluran drainase eksisting pada wilayah perencanaan berdasarakan daerah tangkapan air (DTA) yang disajikan pada tabel berikut ini :

Tabel 4.14. Perhitungan Intensitas Hujan Perkotaan Waibakul Berdasarkan Daerah Tangkapan Air (DTA)

No	Nama Jalan	S	L (m)	v (m/df)	To (menit)	Ts (menit)	Tc (menit)	Tc (jam)	Rc (mm)	I (mm/jam)
I	Daerah Tangkapan Air 1									
1	Terusan Spillway (Desa Umbu Pabal)	0.002	9100.0	2.30	230.05	66.03	296.08	4.93	98.369	11.77
2	Umbu Mamunjuk	0.020	2558.0	4.45	37.33	9.58	46.91	0.78	98.369	40.23
3	Wairasa (inlet tampungan Lokoujung)	0.046	1038.0	4.51	13.38	3.83	17.21	0.29	98.369	78.52
4	Wairasa (outlet tampungan)	0.014	1007.0	3.24	20.76	5.17	25.94	0.43	98.369	59.73
5	Pusat Pemerintahan Ki (outlet tampungan Lokoujung)	0.012	1195.0	1.64	25.30	12.14	37.44	0.62	98.369	46.75
6	Pusat Pemerintahan Ka	0.011	1220.0	1.62	25.91	12.53	38.44	0.64	98.369	45.94
7	Pusat Pemerintahan Ka	0.002	2058.0	0.67	76.78	51.34	128.13	2.14	98.369	20.58
8	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 25 Ka(inlet tampungan Lokoujung)	0.002	450.0	0.78	22.62	9.60	32.22	0.54	98.369	51.68
9	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 25 Ka	0.002	425.0	0.84	21.18	8.42	29.59	0.49	98.369	54.70
10	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 23 Ka	0.004	238.0	1.25	10.84	3.18	14.02	0.23	98.369	90.02

No	Nama Jalan	S	L (m)	v (m/df)	To (menit)	Ts (menit)	Tc (menit)	Tc (jam)	Rc (mm)	I (mm/j am)
11	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 22 Ka	0.001	686.0	0.73	36.81	15.58	52.39	0.87	98.369	37.37
12	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 21 Ka	0.005	600.0	1.36	20.66	7.36	28.02	0.47	98.369	56.74
13	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 20 Ka	0.021	705.0	2.80	13.39	4.19	17.58	0.29	98.369	77.41
14	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 18 Ki (inlet tumpungan)	0.013	1344.0	2.16	26.89	10.36	37.25	0.62	98.369	46.92
15	Wairasa irigasi 1 (inlet tumpungan laimaboba)	0.008	3770.0	2.63	72.06	23.85	95.91	1.60	98.369	24.97
16	Wairasa irigasi 2	0.005	1000.0	1.50	30.61	11.10	41.71	0.70	98.369	43.51
17	Anakalang irigasi	0.004	912.0	2.05	29.99	7.41	37.40	0.62	98.369	46.79
18	Anakalang (outlet tumpungan waitama)	0.004	1115.0	1.08	37.83	17.15	54.98	0.92	98.369	36.19
19	Matawoga irigasi (inlet tumpungan laimaboba)	0.007	7317.0	2.10	124.72	57.98	182.70	3.04	98.369	16.24
20	Anakalang (outlet tumpungan Laimaboba)	0.001	1966.0	0.63	124.20	51.70	175.90	2.93	98.369	16.66
21	Malinjak irigasi	0.002	4600.0	1.23	131.70	62.23	193.93	3.23	98.369	15.61
22	Malinjak	0.008	955.0	1.99	24.22	8.01	32.23	0.54	98.369	51.67

No	Nama Jalan	S	L (m)	v (m/df)	To (menit)	Ts (menit)	Tc (menit)	Tc (jam)	Rc (mm)	I (mm/jam)
II	Daerah Tangkapan Air 2									
1	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 16 Ki	0.004	528.0	1.51	20.83	5.83	26.67	0.44	98.369	58.63
1	Makateri - Wailawa ka	0.012	2338.0	2.63	42.66	14.79	57.45	0.96	98.369	35.14
1	Dameka - Wailawa ka	0.006	1071.0	1.83	30.89	9.73	40.62	0.68	98.369	44.28
4	Wailawa - Malinjak ka	0.020	153.0	3.04	4.26	0.84	5.10	0.09	98.369	176.70
5	Dameka Irigasi	0.013	2350.0	2.04	41.20	19.16	60.36	1.01	98.369	34.00
6	Wailawa Irigasi	0.006	3078.0	1.93	70.03	26.56	96.59	1.61	98.369	24.85
III	Daerah Tangkapan Air 2									
1	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 14 Ki	0.006	1998.0	1.90	48.61	17.53	66.14	1.10	98.369	31.99

Keterangan :

S : data kemiringan saluran

Ts : perhitungan waktu aliran di saluran

L : data panjang saluran

Tc : perhitungan waktu konsentrasi dalam menit

v : data kecepatan aliran

Rc : data curah hujan rancangan

To : perhitungan waktu aliran permukaan

I : perhitungan intensitas hujan

Sumber : Hasil Analisa 2017

2.5. Analisa Debit Banjir

2.5.1. Debit Air Buangan Rumah Tangga

¹ Air kotor atau air buangan merupakan air sisa atau bekas dari air yang dimanfaatkan untuk kepentingan sehari-hari. Debit air kotor berasal dari air buangan hasil aktivitas penduduk yang berasal dari :

- a. Air buangan domestik, dari rumah tangga dan fasilitas umum
- b. Air buangan industri

Untuk memperkirakan jumlah air kotor harus diketahui kebutuhan air bersih rata-rata dan jumlah penduduk kota. Air buangan rumah tangga diperkirakan sebesar 80% dari kebutuhan rata-rata air bersih, sedangkan untuk fasilitas sosial, pemerintahan dan perdagangan diperkirakan 70 - 90 % kebutuhan air bersih. Kuantitas air buangan industri diperkirakan sebesar 90 % dari kebutuhan air bersih. Didalam Rencana Detail Tata Ruang Kota (RDTR) dapat diketahui bahwa :

- a. Sambungan rumah membutuhkan air 100 liter/orang/hari
- b. Kebutuhan non domestik (perkantoran, perdagangan, jasa, industri dll) dihitung sekitar 20 % dari kebutuhan domestik.
- c. Kehilangan air (losses) sekitar 25 % dari kebutuhan domestik dan non domestik.

Untuk lokasi studi, air buangannya hanya berasal dari kebutuhan rumah tangga, dan diperkirakan 80% dari total kebutuhan air rumah tangga.

Contoh perhitungan debit air kotor tiap hari :

- a. Kebutuhan air domestik = 100 liter/orang/hari
- b. Dikalikan dengan faktor pengaliran air buangan 0,7 - 0,9 (dalam studi ini diambil 0,8 menghasilkan air buangan sebesar:
 $0,8 \times 100 = 80 \text{ liter/orang/hari}$
 $= 0,00093 \text{ liter/orang/detik}$
- c. Dikalikan dengan faktor penduduk (P) dihasilkan Q_{peak}

Dengan demikian jumlah air kotor yang dibuang pada suatu daerah tiap km² adalah jumlah air buangan maksimum dikalikan dengan kepadatan penduduknya (P_n/A) :

$$Q_{ak} = \frac{P_n \times 0,00093}{A}$$

Dengan :

Q_{ak} = debit air kotor (lt/dt/km²)

P_n = jumlah penduduk (jiwa)

A = luas daerah (km²).

2.5.1.1. Proyeksi Penduduk

Jumlah penduduk pada daerah studi pada awal perencanaan dimulai dan pada tahun-tahun yang akan datang harus diperhitungkan untuk menghitung air buangan. Untuk memproyeksikan jumlah penduduk pada tahun-tahun yang akan datang digunakan :

Pertumbuhan Eksponensial

Pertumbuhan ini mengasumsikan pertumbuhan penduduk secara terus-menerus setiap hari dengan angka pertumbuhan konstan. Pengukuran penduduk ini lebih mendekati tepat, karena dalam kenyataannya pertumbuhan jumlah penduduk juga berlangsung terus-menerus.

Ramalan pertambahan penduduknya adalah :

$$P_n = P_o \times e^{rn}$$

Dengan :

P_n = jumlah penduduk pada tahun ke- n

P_o = jumlah penduduk pada awal tahun

r = angka pertumbuhan penduduk

n = interval waktu (tahun)

e = bilangan logaritma (2,71828)

Pertumbuhan Geometri

Pertumbuhan ini mengasumsikan besarnya laju pertumbuhan yang menggunakan dasar bunga berbunga dimana angka pertumbuhannya adalah sama tiap tahun.

Ramalan laju pertumbuhan Geometri adalah sebagai berikut :

$$P_n = P_0 \times (1 + r)^n$$

Dengan :

P_n = jumlah penduduk pada tahun ke-n

P_0 = jumlah penduduk pada awal tahun

r = angka pertumbuhan penduduk

n = interval waktu (tahun)

Untuk hasil proyeksi pertumbuhan penduduk dapat dilihat pada **Tabel 4.1.** berikut ini :

Tabel 4.1. Proyeksi Penduduk Kabupaten Barito Selatan Tahun 2017 – 2027

No	Desa	Luas Wilayah (ha)	r = Laju Pertumbuhan (%)	Proyeksi Penduduk Eksponensial										
				2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
1	Anakalang	222.11	6.95%	3,664	3,928	4,210	4,513	4,838	5,186	5,559	5,959	6,387	6,847	7,339
2	Makata Keri	1,512.74	0.38%	1,843	1,850	1,857	1,864	1,872	1,879	1,886	1,893	1,900	1,908	1,915
3	Umbu Riri	395.16	2.83%	1,516	1,560	1,605	1,651	1,698	1,747	1,797	1,849	1,902	1,957	2,013
4	Mata Woga	1,190.94	0.98%	2,188	2,209	2,231	2,253	2,275	2,298	2,321	2,344	2,367	2,390	2,414
5	Kabelu Wuntu	1,152.25	4.81%	1,453	1,525	1,600	1,679	1,762	1,849	1,940	2,035	2,136	2,241	2,351
6	Malinjak	496.12	2.85%	1,938	1,994	2,051	2,111	2,172	2,235	2,300	2,366	2,435	2,505	2,578
7	Wai Lawa	761.31	4.57%	1,914	2,004	2,097	2,195	2,298	2,405	2,518	2,635	2,758	2,887	3,022
8	Dameka	544.48	4.00%	1,713	1,783	1,855	1,931	2,010	2,092	2,177	2,266	2,359	2,455	2,555
9	Konda Maloba	485.33	5.18%	571	602	634	667	703	740	779	821	865	911	959

No	Desa	Luas Wilayah (ha)	r = Laju Pertumbuhan (%)	Proyeksi Penduduk Eksponensial										
				2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
10	Waimanu	71.60	7.45%	1,746	1,881	2,026	2,183	2,352	2,534	2,730	2,941	3,169	3,414	3,678
11	Tana Modu	1,835.23	2.85%	1,694	1,743	1,794	1,845	1,899	1,954	2,011	2,069	2,129	2,190	2,254
12	Anajaka	986.46	1.83%	1,032	1,051	1,070	1,090	1,110	1,131	1,151	1,173	1,194	1,216	1,239
13	Wairasa	791.71	1.58%	2,704	2,747	2,791	2,835	2,880	2,926	2,972	3,020	3,068	3,116	3,166
14	Umbu Mamijuk	839.95	0.53%	1,329	1,336	1,343	1,351	1,358	1,365	1,372	1,380	1,387	1,395	1,402
15	Umbu Pabal	1,539.27	3.25%	1,303	1,346	1,390	1,436	1,484	1,533	1,583	1,635	1,689	1,745	1,803
Jumlah		12,824.66	2.84%	26,297	27,055	27,834	28,637	29,462	30,311	31,185	32,084	33,008	33,960	34,939

Sumber : Hasil Analisa 2017

2.5.1.2. Debit Air Buangan Rumah Tangga

Untuk melihat perhitungan debit air kotor di Wilayah Perencanaan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.2. Perhitungan Debit Air Kotor

No	Nama Desa	Luas Daerah Permukiman (ha)	Kepadatan Penduduk (jiwa/ha)	Jumlah Penduduk (jiwa)	Debit Air Kotor (m ³ /dt)
1	Anakalang	222	34	7552	0.006992
2	Makata Keri	1513	2	3025	0.002801
3	Umbu Riri	395	6	2371	0.002195
4	Mata Woga	1191	3	3573	0.003308
5	Kabelu Wuntu	1152	3	3457	0.003201
6	Malinjak	496	6	2977	0.002756
7	Wai Lawa	761	4	3045	0.002820
8	Dameka	544	5	2722	0.002521
9	Konda Maloba	485	2	971	0.000899
10	Waimanu	72	52	3723	0.003447
11	Tana Modu	1835	2	3670	0.003399
12	Anajiaka	986	2	1973	0.001827
13	Wairasa	792	4	3167	0.002932
14	Umbu Mamijuk	840	2	1680	0.001555
15	Umbu Pabal	1539	2	3079	0.002851
Rerata					0.002900

Sumber : hasil analisa 2017

2.5.2. Debit Air Hujan

2.5.2.1. Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran adalah koefisien yang sebenarnya, tergantung pada kondisi penggunaan tanah (land use)/type daerah pengaliran. Koefisien pengaliran pada masing-masing type/jenis tanah dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.3. Koefisien Pengaliran (C)

No	Tanaman Penutup Tanah Dan Kondisi Hidrologi	Koefisien C untuk Laju Hujan		
		25 mm / jam	100 mm/jam	200 mm/jam
1	Tanaman dalam baris, buruk	0,63	0,65	0,66
2	Tanaman dalam baris, baik	0,47	0,56	0,62
3	Padian, buruk	0,38	0,38	0,38
4	Padian, baik	0,18	0,21	0,22
5	Padang rumput potong, pergiliran tanaman, baik	0,29	0,36	0,39
6	Padang rumput, penggembalaan tetap, baik	0,02	0,17	0,23
7	Hutan dewasa, baik	0,02	0,10	0,15

Sumber : Arsyad, 2006

Pada lokasi pekerjaan perkotaan waibakul di dominasi oleh lahan pertanian tadah hujan, dengan intensitas hujan rata - rata adalah 50 mm/jam, maka di dapat nilai koefisien pengaliran (C) adalah sebesar 0,38.

Untuk mengetahui besarnya debit banjir rancangan digunakan metode rasional. Penggunaan metode ini disesuaikan dengan ketersediaan data curah hujan, iklim, jenis tanah, karakteristik daerah, luas area dan sebagainya. Analisis debit banjir rancangan akan dilakukan pada setiap daerah tangkapan air kajian yang masing-masing di lewati sungai dan anak sungai. Perhitungan debit rancangan menggunakan metode rasional dengan kala ulang 10 tahun untuk masing-masing saluran drainase eksisting pada wilayah perencanaan yang disajikan pada gambar dan tabel berikut ini :

Tabel 4.4. Perhitungan Debit Rancangan Saluran Drainase Kota Waikabakul Kabupaten Sumba Tengah

No	Nama Saluran	A (km ²)	I (mm/jam)	C	T _s (menit)	T _c (menit)	C _s	Q ₁ (m ³ /dt)	Q ₂ (m ³ /dt)	Q _{desain} (m ³ /dt)	Q _{kumulatif} (m ³ /dt)
I	Daerah Tangkapan Air 1										
1	Terusan Spillway (Desa Uumbu Pabal)	16.94	11.77	0.38	66.0	296.1	0.900	18.939	0.0029	18.941	78.518
2	Uumbu Mamunjuk	1.36	40.23	0.38	9.6	46.9	0.907	5.251	0.0029	5.254	5.254
3	Wairasa (inlet tampungan Lokoujung)	0.42	78.52	0.38	3.8	17.2	0.900	3.162	0.0029	3.165	3.165
4	Wairasa (outlet tampungan)	0.64	59.73	0.38	5.2	25.9	0.909	3.694	0.0029	3.697	3.697
5	Pusat Pemerintahan Ki (outlet tampungan Lokoujung)	0.66	46.75	0.38	12.1	37.4	0.860	2.818	0.0029	2.821	2.821
6	Pusat Pemerintahan Ka	1.04	45.94	0.38	12.5	38.4	0.860	4.337	0.0029	4.340	4.724
7	Pusat Pemerintahan Ka	3.69	20.58	0.38	51.3	128.1	0.833	6.687	0.0029	6.689	6.689
8	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 25 Ka (inlet tampungan Lokoujung)	0.18	51.68	0.38	9.6	32.2	0.870	0.863	0.0029	0.866	0.866
9	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 25 Ka	0.08	54.70	0.38	8.4	29.6	0.875	0.381	0.0029	0.384	0.384

No	Nama Saluran	A (km ²)	I (mm/jam)	C	Ts (menit)	Tc (menit)	Cs	Q ₁ (m ³ /dt)	Q ₂ (m ³ /dt)	Q _{desain} (m ³ /dt)	Q _{kumulatif} (m ³ /dt)
10	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 23 Ka	0.08	90.02	0.38	3.2	14.0	0.898	0.643	0.0029	0.646	0.646
11	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 22 Ka	0.19	37.37	0.38	15.6	52.4	0.871	0.658	0.0029	0.661	0.661
12	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 21 Ka	1.01	56.74	0.38	7.4	28.0	0.884	5.321	0.0029	5.324	5.324
13	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 20 Ka	1.01	77.41	0.38	4.2	17.6	0.894	7.339	0.0029	7.342	7.342
14	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 18 Ki (inlet tampungan)	1.85	46.92	0.38	10.4	37.3	0.878	8.046	0.0029	8.049	8.049
15	Wairasa irigasi 1 (inlet tampungan Iaimaboba)	3.02	24.97	0.38	23.8	95.9	0.889	7.069	0.0029	7.072	12.396
16	Wairasa irigasi 2	1.01	43.51	0.38	11.1	41.7	0.883	4.074	0.0029	4.077	4.077
17	Anakalang irigasi	3.02	46.79	0.38	7.4	37.4	0.910	13.552	0.0029	13.555	24.222
18	Anakalang (outlet tampungan waitama)	1.01	36.19	0.38	17.2	55.0	0.865	3.322	0.0029	3.325	3.325
19	Matawoga irigasi (inlet tampungan Iaimaboba)	6.17	16.24	0.38	58.0	182.7	0.863	9.129	0.0029	9.132	8.010
20	Anakalang (outlet tampungan Laimaboba)	2.76	16.66	0.38	51.7	175.9	0.872	4.234	0.0029	4.236	36.392
21	Malinjak irigasi	4.97	15.61	0.38	62.2	193.9	0.862	7.057	0.0029	7.060	15.070
22	Malinjak	0.83	51.67	0.38	8.0	32.2	0.889	4.018	0.0029	4.021	4.021

No	Nama Saluran	A (km ²)	I (mm/jam)	C	Ts (menit)	Tc (menit)	Cs	Q ₁ (m ³ /dt)	Q ₂ (m ³ /dt)	Q _{desain} (m ³ /dt)	Q _{kumulatif} (m ³ /dt)
II	<u>Daerah Tangkapan Air 2</u>										
1	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 16 Ki	1.11	58.63	0.38	5.8	26.7	0.901	6.886	0.0029	6.889	6.889
1	Makateri - Wailawa ka	4.45	35.14	0.38	14.8	57.4	0.886	16.509	0.0029	16.512	16.512
1	Dameka - Wailawa ka	1.21	44.28	0.38	9.7	40.6	0.893	5.648	0.0029	5.651	5.651
4	Wailawa - Malinjak ka	0.47	176.70	0.38	0.8	5.1	0.924	8.167	0.0029	8.170	8.170
5	Dameka Irigasi	2.35	34.00	0.38	19.2	60.4	0.863	7.265	0.0029	7.268	12.919
6	Wailawa Irigasi	3.32	24.85	0.38	26.6	96.6	0.879	7.649	0.0029	7.652	7.652
III	<u>Daerah Tangkapan Air 3</u>										
1	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 14 Ki	1.62	31.99	0.38	17.5	1.1	0.112	0.610	0.0029	0.613	0.613

Keterangan :

A : luas tata guna lahan
Q desain : debit banjir rancangan
Cs : perhitungan koefisien penampungan
Q1 : debit air hujan
Q2 : debit air kotor
Sumber : Hasil Analisa 2017

Ts : perhitungan waktu aliran di saluran
I : intensitas hujan
C : koefisien limpasan
Tc : perhitungan waktu konsentrasi

2.6. Analisa Hidrolika Saluran Eksisting

Pada Analisa Hidroulika ini meliputi beberapa aspek hidrolis pada saluran drainase eksisting, yang meliputi dimensi saluran dan kapasitas saluran.

2.6.1. Dimensi Tipikal Saluran Terbuka

Di dalam perhitungan ini digunakan perumusan untuk saluran terbuka, yang mana saluran tersebut berbentuk trapesium dan persegi empat. rumus tersebut adalah sebagai berikut :

Bentuk Trapesium untuk saluran drainase adalah :

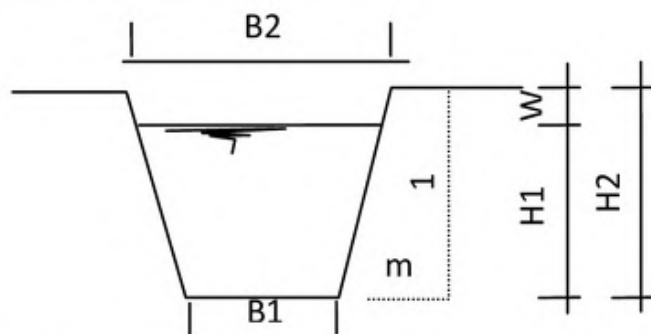
$$A = (B_1 + Z H_1) H_1$$

$$P = B_1 + 2 H_1 \cdot \frac{1}{\sqrt{Z^2 + 1}}$$

$$R = A / P$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2}$$

$$Q = V \cdot A$$



Bentuk Empat persegi untuk saluran drainase adalah :

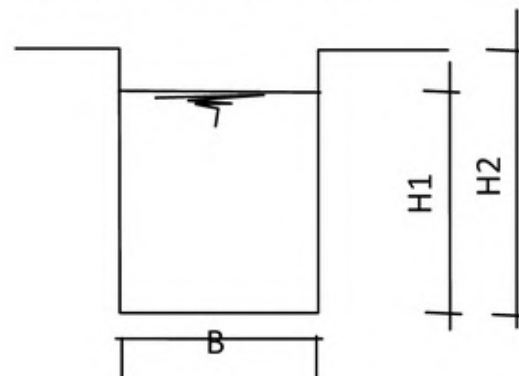
$$A = B \cdot H_1$$

$$P = 2 H_1 + B$$

$$R = A / P$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2}$$

$$Q = V \cdot A$$



Dimana :

- n = koefisien kekasaran
- l = kemiringan dasar saluran
- B₁ = lebar dasar saluran (m)
- H₁ = tinggi air dalam saluran (m)
- m = kemiringan lereng saluran
- A = luas penampang basah (m²)
- P = keliling basah saluran (m)
- R = jari-jari hidraulis (m) = A/P
- V = kecepatan saluran (m/det)

Q = debit saluran (m³/det)

2.6.1.1. Kapasitas Saluran

Perhitungan kapasitas saluran drainase eksisting pada Prioritas wilayah pekerjaan menggunakan pendekatan rumus Manning's dengan melihat bentuk penampang saluran baik pada saat survey lokasi maupun dari data sekunder. Dalam me-rencanakan saluran terbuka, diperlukan rumus untuk aliran uniform adalah rumus Manning, yaitu:

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} A$$

Dimana:

- Q = debit dalam m/det
- A = luas penampang basah
- R = jari-jari hidraulis
- I = kemiringan saluran
- n = koefisien kekasaran

Tabel 4.1. Harga Koefisien Manning's

Jenis/ Macam Saluran	Koefisien Manning (n)
Pasangan batu kali	0,025
Pasangan batu kali diplester, beton tidak diplester	0,017
Beton licin	0,011
Batu kering/rip-rap	0,030

Sumber : SK SNI T-07-1990-F

Dimensi dan kapasitas saluran drainase eksisting di Kota Waibakul dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.2. Dimensi Saluran Drainase Eksisting Kota Waibakul Daerah Tangkapan Air 1

No	Nama Jalan/ Desa	L (m)	Tipe Saluran	Tipe Konstruksi	Bentuk Penampang	Dimensi Saluran		S	n	A (m)	P (m)	R (m)	V m/dt	Q m ³ /d t
						B (m)	H (m)							
1	Terusan Spillway (Desa Umbu Pabal)	9,10 0	terbuka	Tanah	Segiempat	12.4 0	2.50	0.00 2	0.03 0	31.0 0	17.4 0	1.78	2.30	71.2 1
2	Umbu Mamunjuk	2,55 8	terbuka	Tanah	Segiempat	3.50	2.00	0.02 0	0.03 0	7.00	7.50	0.93	4.45	31.1 5
3	Wairasa (inlet tampungan Lokoujung)	1,03 8	terbuka	Tanah	Segiempat	2.00	1.00	0.04 6	0.03 0	2.00	4.00	0.50	4.51	9.03
4	Wairasa (outlet tampungan)	1,00 7	terbuka	Tanah	Segiempat	3.00	1.50	0.01 4	0.03 0	4.50	6.00	0.75	3.24	14.6 0
5	Pusat Pemerintahan Ki (outlet tampungan Lokoujung)	1,19 5	terbuka	Pasangan Batu	Segiempat	0.70	0.70	0.01 2	0.02 5	0.49	2.10	0.23	1.64	0.80
6	Pusat Pemerintahan Ka	1,22 0	terbuka	Pasangan Batu	Segiempat	0.70	0.70	0.01 1	0.02 5	0.49	2.10	0.23	1.62	0.80
7	Pusat Pemerintahan Ka	2,05 8	terbuka	Pasangan Batu	Segiempat	0.70	0.70	0.00 2	0.02 5	0.49	2.10	0.23	0.67	0.33

No	Nama Jalan/ Desa	L (m)	Tipe Saluran	Tipe Konstruksi	Bentuk Penampang	Dimensi Saluran		S	n	A (m)	P (m)	R (m)	V m/dt	Q m ³ /d t
						B (m)	H (m)							
8	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 25 Ka (inlet tampungan Lokoujung)	450	terbuka	Pasangan Batu	Segiempat	0.80	0.80	0.00 2	0.02 5	0.64	2.40	0.27	0.78	0.50
9	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 25 Ka	425	terbuka	Pasangan Batu	Segiempat	0.80	1.00	0.00 2	0.02 5	0.80	2.80	0.29	0.84	0.67
10	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 23 Ka	238	terbuka	Pasangan Batu	Segiempat	1.00	1.00	0.00 4	0.02 5	1.00	3.00	0.33	1.25	1.25
11	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 22 Ka	686	terbuka	Pasangan Batu	Segiempat	1.00	1.00	0.00 1	0.02 5	1.00	3.00	0.33	0.73	0.73
12	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 21 Ka	600	terbuka	Pasangan Batu	Segiempat	1.00	1.00	0.00 5	0.02 5	1.00	3.00	0.33	1.36	1.36
13	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 20 Ka	705	terbuka	Pasangan Batu	Segiempat	1.00	1.00	0.02 1	0.02 5	1.00	3.00	0.33	2.80	2.80
14	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 18 Ki (inlet tampungan)	1,34 4	terbuka	Pasangan Batu	Segiempat	1.00	1.00	0.01 3	0.02 5	1.00	3.00	0.33	2.16	2.16

No	Nama Jalan/ Desa	L (m)	Tipe Saluran	Tipe Konstruksi	Bentuk Penampang	Dimensi Saluran		S	n	A (m)	P (m)	R (m)	V m/dt	Q m ³ /d t
						B (m)	H (m)							
15	Wairasa irigasi 1 (inlet tampungan laimaboba)	3,77 0	terbuka	Pasangan Batu	Segiempat	2.30	1.50	0.00 77	0.02 5	3.45	5.30	0.65	2.63	9.09
16	Wairasa irigasi 2	1,00 0	terbuka	Pasangan Batu	Segiempat	1.50	0.80	0.00 50	0.02 5	1.20	3.10	0.39	1.50	1.80
17	Anakalang irigasi	912	terbuka	Pasangan Batu	Segiempat	2.50	1.50	0.00 44	0.02 5	3.75	5.50	0.68	2.05	7.69
18	Anakalang (outlet tampungan waitama)	1,11 5	terbuka	Tanah	Segiempat	1.20	1.20	0.00 36	0.03 0	1.44	3.60	0.40	1.08	1.56
19	Matawoga irigasi (inlet tampungan laimaboba)	7,31 7	terbuka	Pasangan Batu	Segiempat	2.00	1.00	0.00 70	0.02 5	2.00	4.00	0.50	2.10	4.21
20	Anakalang (outlet tampungan Laimaboba)	1,96 6	terbuka	Tanah	Segiempat	3.20	1.50	0.00 05	0.03 0	4.80	6.20	0.77	0.63	3.04
21	Malinjak irigasi	4,60 0	terbuka	Pasangan Batu	Segiempat	2.00	1.00	0.00 24	0.02 5	2.00	4.00	0.50	1.23	2.46

No	Nama Jalan/ Desa	L (m)	Tipe Saluran	Tipe Konstruksi	Bentuk Penampang	Dimensi Saluran		S	n	A (m)	P (m)	R (m)	V m/dt	Q m ³ /d t
						B (m)	H (m)							
22	Malinjak	955	terbuka	Pasangan Batu	Segiempat	1.20	1.20	0.00 84	0.02 5	1.44	3.60	0.40	1.99	2.86

Keterangan :

L : panjang saluran

R : kemiringan tebing/talud

R : jari-jari hidrolis

B : lebar dasar saluran

n : koefisien Manning

v : kecepatan aliran

H : kedalaman air di saluran

A : luas penampang basah

Q : kapasitas saluran

S : kemiringan dasar saluran (slope)

P : kelling basah saluran

Sumber : Hasil Analisa 2017

Tabel 4.3. Dimensi Saluran Drainase Eksisting Kota Waibakul Daerah Tangkapan Air 2

No	Nama Jalan	L (m)	Tipe Saluran	Tipe Konstruksi	Bentuk Penampang	Dimensi Saluran		S	n	A (m)	P (m)	R (m)	V m/dt	Q m ³ /dt
						B (m)	H (m)							
1	Jl. Waikabubak - Waingapu	528	terbuka	Pasangan Batu	segiempat	1.60	1.20	0.004	0.025	1.92	4.00	0.48	1.51	2.90

No	Nama Jalan	L (m)	Tipe Saluran	Tipe Konstruksi	Bentuk Penampang	Dimensi Saluran		S	n	A (m)	P (m)	R (m)	V m/dt	Q m ³ /dt
						B (m)	H (m)							
	Km 16 Ki													
2	Makateri - Wailawa ka	2,338	terbuka	Pasangan Batu	segiempat	1.60	1.20	0.0115	0.025	1.92	4.00	0.48	2.63	5.06
3	Dameka - Wailawa ka	1,071	terbuka	Pasangan Batu	segiempat	1.60	1.20	0.0056	0.025	1.92	4.00	0.48	1.83	3.52
4	Wailawa - Malinjak ka	153	terbuka	Pasangan Batu	segiempat	1.20	1.20	0.0196	0.025	1.44	3.60	0.40	3.04	4.38
5	Dameka Irigasi	2,350	terbuka	Tanah	segiempat	1.20	1.20	0.0128	0.030	1.44	3.60	0.40	2.04	2.94
6	Wailawa Irigasi	3,078	terbuka	Tanah	segiempat	2.10	2.0000	0	0.03	4.20	6.10	0.69	1.93	8.11

Keterangan :

L : panjang saluran

1 : kemiringan tebing/talud

R : jari-jari hidrolis

B : lebar dasar saluran

n : koefisien Manning

v : kecepatan aliran

H : kedalaman air di saluran

A : luas penampang basah

Q : kapasitas saluran

S : kemiringan dasar saluran (slope)

P : keliling basah saluran

Sumber : Hasil Analisa 2017

Tabel 4.4. Dimensi Saluran Drainase Eksisting Kota Waibakul Daerah Tangkapan Air 3

No	Nama Jalan	L (m)	Tipe Saluran	Tipe Konstruksi	Bentuk Penampang	Dimensi Saluran		S	n	A (m)	P (m)	R (m)	V m/dt	Q m ³ /d t
						B (m)	H (m)							
1	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 14 Ki	1,998	terbuka	Pasangan Batu	segiempat	1.60	1.20	0.006	0.025	1.92	4.00	0.48	1.90	3.65

Keterangan :

L : panjang saluran

1 : kemiringan tebing/talud

R : jari-jari hidrolis

B : lebar dasar saluran

n : koefisien Manning

v : kecepatan aliran

H : kedalaman air di saluran

A : luas penampang basah

Q : kapasitas saluran

S : kemiringan dasar saluran (slope)

P : keliling basah saluran

Sumber : Hasil Analisa 2017

2.6.1.2. Kapasitas Tampungan Situ Eksisting

Saluran drainase eksisting Kota Waibakul beberapa saluran memiliki output inflow ke tampungan - tampungan eksisting yang ada, beberapa kapasitas tampungan/ situ yang berada pada Kota Waibakul adalah sebagai berikut :

1. Situ Lokoujung
2. Situ Laimaboba

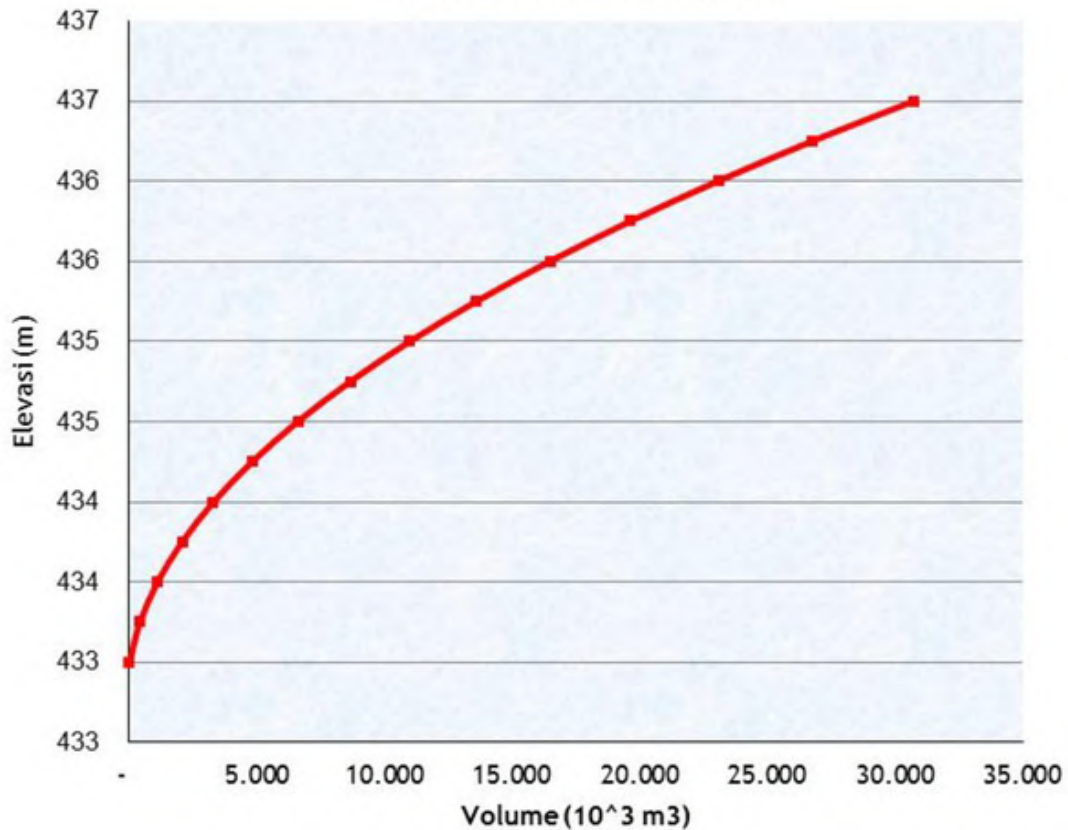
Analisa kapasitas tampungan tersebut dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut ini :

Tabel 4.5. Hubungan Elevasi dan Tampungan Situ Laimaboba

Elevasi (m)	Luas Genangan (m ²)	Volume Genangan (m ³)	Kom. Volume Genangan (m ³)
433.00	1,098	-	-
433.25	2,196	412	412
433.50	3,294	686	1,098
433.75	4,392	961	2,059
434.00	5,490	1,235	3,294
434.25	6,588	1,510	4,804
434.50	7,686	1,784	6,588
434.75	8,784	2,059	8,647
435.00	9,882	2,333	10,980
435.25	10,980	2,608	13,588
435.50	12,078	2,882	16,470
435.75	13,176	3,157	19,627
436.00	14,274	3,431	23,058
436.25	15,372	3,706	26,764
436.50	16,470	3,980	30,744

Sumber : Hasil Analisa 2017

**GRAFIK HUBUNGAN ELEVAS DAN VOLUME
TAMPUNGAN LAIMABOBA**



Gambar 4.1 Hubungan Elevasi dan Volume Tampungan Limaboba

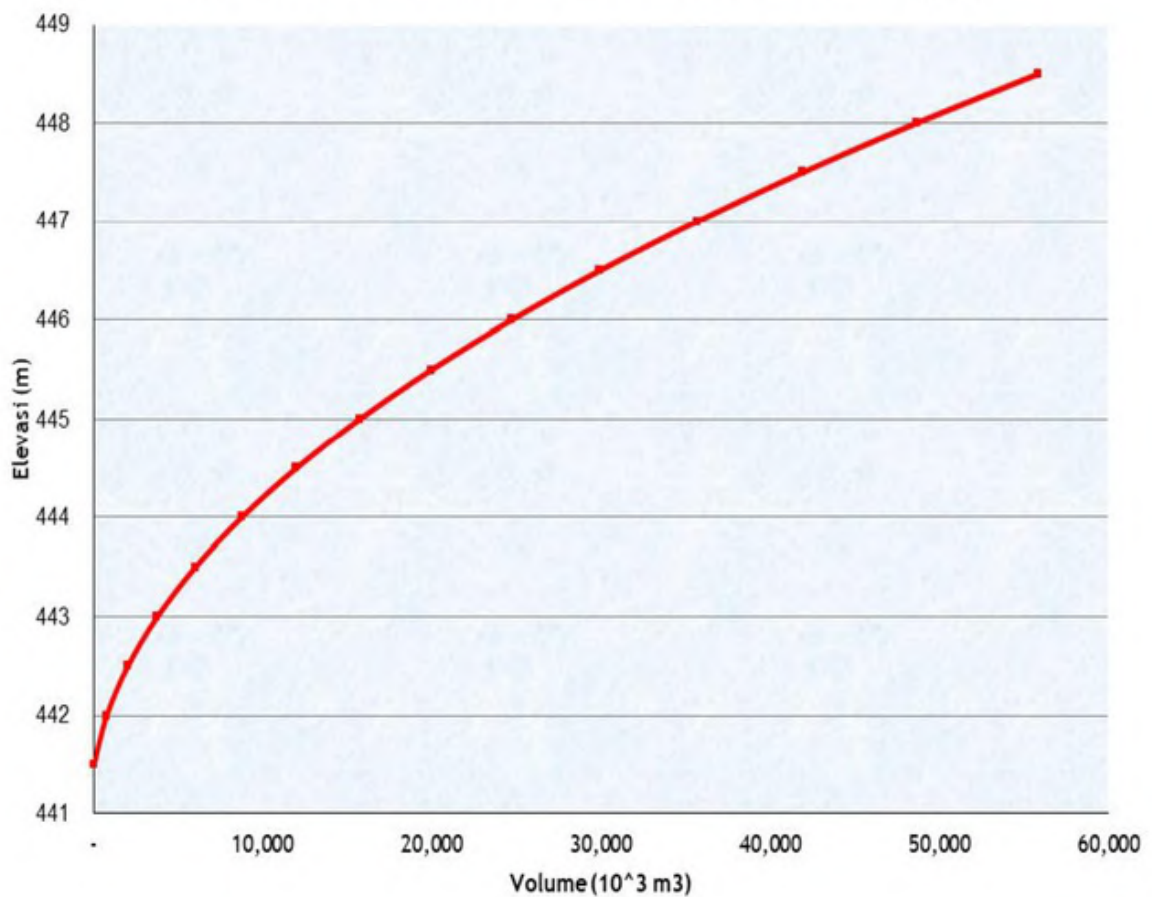
Tabel 4.6. Hubungan Elevasi dan Tampungan Situ Lokoujung

Elevasi (m)	Luas Genangan (m ²)	Volume Genangan (m ³)	Kom. Volume Genangan (m ³)
441.50	997.40	-	-
442.00	1,994.80	748	748
442.50	2,992.20	1,247	1,995
443.00	3,989.60	1,745	3,740
443.50	4,987.00	2,244	5,984
444.00	5,984.40	2,743	8,727
444.50	6,981.80	3,242	11,969
445.00	7,979.20	3,740	15,709
445.50	8,976.60	4,239	19,948
446.00	9,974.00	4,738	24,686

Elevasi (m)	Luas Genangan (m ²)	Volume Genangan (m ³)	Kom. Volume Genangan (m ³)
446.50	10,971.40	5,236	29,922
447.00	11,968.80	5,735	35,657
447.50	12,966.20	6,234	41,891
448.00	13,963.60	6,732	48,623
448.50	14,961.00	7,231	55,854
449.00	15,958.40	7,730	63,584
449.5	16,955.80	8,229	71,813

Sumber : Hasil Analisa 2017

GRAFIK HUBUNGAN ELEVAS DAN VOLUME TAMPUNGAN Lokoujung



Gambar 4.2 Hubungan Elevasi dan Volume Tampungan Lokoujung

2.6.1.3. Evaluasi Saluran Drainase Dan Tampungan Eksisting

Evaluasi Saluran Drainase Eksisting

Evaluasi saluran drainase eksisting mengarah pada hasil analisa kapasitas saluran eksisting dengan analisa debit rancangan hasil dari intensitas hujan dengan debit air kotor, selanjutnya akan diketahui total genangan yang terjadi jika saluran eksisting tidak memenuhi. Untuk perhitungan analisa genangan dapat di lihat secara tabelaris berikut ini :

**Tabel 4.7. Evaluasi Saluran Drainase Eksisting Kota Waibakul
Kabupaten Sumba Tengah**

No	Nama Saluran	L (m)	Qdesain (m ³ /dt)	Qsaluran (m ³ /dt)	Analisa	Qgenangan (m ³ /dt)
I	<u>Daerah Tangkapan Air 1</u>					
1	Terusan Spillway (Desa Umbu Pabal)	9100.00	78.518	71.208	Kapasitas Tidak Memenuhi	7.31
2	Umbu Mamunjuk	2558.00	5.254	31.155	Kapasitas Memenuhi	-
3	Wairasa (inlet tampungan Lokoujung)	1038.00	3.165	9.029	Kapasitas Memenuhi	-
4	Wairasa (outlet tampungan)	1007.00	3.697	14.598	Kapasitas Memenuhi	-
5	Pusat Pemerintahan Ki (outlet tampungan Lokoujung)	1195.00	2.821	0.804	Kapasitas Tidak Memenuhi	2.02
6	Pusat Pemerintahan Ka	1220.00	4.724	0.795	Kapasitas Tidak Memenuhi	3.93
7	Pusat Pemerintahan Ka	2058.00	6.689	0.327	Kapasitas Tidak Memenuhi	6.36
8	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 25 Ka(inlet	450.00	0.866	0.500	Kapasitas Tidak Memenuhi	0.37

No	Nama Saluran	L (m)	Qdesain (m ³ /dt)	Qsaluran (m ³ /dt)	Analisa	Qgenangan (m ³ /dt)
	tampungan Lokoujung)					
9	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 25 Ka	425.00	0.384	0.673	Kapasitas Memenuhi	-
10	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 23 Ka	238.00	0.646	1.246	Kapasitas Memenuhi	-
11	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 22 Ka	686.00	0.661	0.734	Kapasitas Memenuhi	-
12	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 21 Ka	600.00	5.324	1.359	Kapasitas Tidak Memenuhi	3.97
13	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 20 Ka	705.00	7.342	2.804	Kapasitas Tidak Memenuhi	4.54
14	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 18 Ki (inlet tampungan)	1344.00	8.049	2.162	Kapasitas Tidak Memenuhi	5.89
15	Wairasa irigasi 1 (inlet tampungan laimaboba)	3770.00	12.396	9.090	Kapasitas Tidak Memenuhi	3.31
16	Wairasa irigasi 2	1000.00	4.077	1.802	Kapasitas Tidak Memenuhi	2.28
17	Anakalang irigasi	912.00	24.222	7.695	Kapasitas Tidak Memenuhi	16.53
18	Anakalang (outlet tampungan waitama)	1115.00	3.325	1.560	Kapasitas Tidak Memenuhi	1.76
19	Matawoga irigasi (inlet tampungan laimaboba)	7317.00	8.010	4.207	Kapasitas Tidak Memenuhi	3.80

No	Nama Saluran	L (m)	Qdesain (m ³ /dt)	Qsaluran (m ³ /dt)	Analisa	Qgenangan (m ³ /dt)
20	Anakalang (outlet tampungan Laimaboba)	1966.00	36.392	3.042	Kapasitas Tidak Memenuhi	33.35
21	Malinjak irigasi	4600.00	15.070	2.464	Kapasitas Tidak Memenuhi	12.61
22	Malinjak	955.00	4.021	2.861	Kapasitas Tidak Memenuhi	1.16
II	Daerah Tangkapan Air 2					
1	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 16 Ki	528.00	6.889	2.897	Kapasitas Tidak Memenuhi	3.99
2	Makateri - Wailawa ka	2338.00	16.512	5.058	Kapasitas Tidak Memenuhi	11.45
3	Dameka - Wailawa ka	1071.00	5.651	3.523	Kapasitas Tidak Memenuhi	2.13
4	Wailawa - Malinjak ka	153.00	8.170	4.377	Kapasitas Tidak Memenuhi	3.79
5	Dameka Irigasi	2350.00	12.919	2.943	Kapasitas Tidak Memenuhi	9.98
6	Wailawa Irigasi	3078.00	7.652	8.112	Kapasitas Memenuhi	-
III	Daerah Tangkapan Air 2					
1	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 14 Ki	1998.00	0.613	3.648	Kapasitas Memenuhi	-

Sumber : Hasil Analisa 2017

Keterangan :

L : panjang saluran

Qranc : debit banjir rancangan Jika $Q_{ranc} > Q_{saluran}$, maka : kapasitas saluran tidak memenuhi

Qsaluran : kapasitas saluran Jika $Q_{ranc} < Q_{saluran}$, maka : kapasitas saluran masih memenuhi

Evaluasi Tampungan Eksisting

Evaluasi tampungan eksisting mengarah pada hasil analisa kapasitas tampungan eksisting dengan debit limpasan yang masuk melalui inlet saluran - saluran drainase yang mempengaruhi. untuk analisa tampungan eksisting dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.8. Evaluasi Tampungan Lokoujung

Jam	Debit Banjir	Vol. Inflow m ³	Komulatif Inflow m ³	Vol. Tampungan m ³	Analisa	Limpasan	Limpasan
						m ³	m ³ /s
1	4.03	14,509	14,509	71,813	Kapasitas Memenuhi	-	-

Sumber : Hasil Analisa 2017

Tabel 4.9. Evaluasi Tampungan Laimaboba

Jam	Debit Banjir	Vol. Inflow m ³	Komulatif Inflow m ³	Vol. Tampungan m ³	Analisa	Limpasan	Limpasan
						m ³	m ³ /s
2	40.70	146,503	146,503	30,744	Kapasitas Tidak Memenuhi	115,759	32
3	28.36	102,089	102,089	30,744	Kapasitas Tidak Memenuhi	71,345	20

Sumber : Hasil Analisa 2017

Dari tabel evaluasi saluran drainase eksisting diatas didapat hanya beberapa saluran yang dimensinya memenuhi dan sisanya tidak memenuhi sehingga terjadi genangan, saluran tersebut diantaranya adalah :

1. Terusan Spillway embung yang mengalir ke wilayah perkantoran makatul tidak memenuhi dikarekan banyaknya limpasan saluran yang masuk ke saluran atau sungai tersebut, terutama pada outlet dari tampungan laimaboba yang mengakibatkan aliran balik (*back water*) yang bisa menyebabkan area perkantoran makatul mengalami dampak genangan yang terjadi
2. Pada saluran di wilayah perkantoran juga tidak memenuhi disebabkan area cathment yang luas dan dimensi saluran yang

tidak bisa menampung seluruhnya aliran limpasan tersebut mengakibatkan genangan.

3. Pada saluran drainase jalan waikabubak - waingapu Km 18 - 21 tidak memenuhi disebabkan area cathment yang luas dan dimensi saluran yang tidak bisa menampung seluruhnya aliran limpasan tersebut mengakibatkan genangan.
4. Pada saluran drainase yang outletnya masuk ke tampungan lainaboba juga tidak memenuhi yaitu saluran drainase wairasa irigasi, Anakalang irigasi dan matawoga irigasi disebabkan dimensi saluran tidak memenuhi karena cathment saluran yang luas, dan terjadinya komulatif debit antara saluran tersebut.
5. Saluran Drainase lain yang terdapat genangan dan tidak memenuhi disebabkan komulatif debit yang masuk ke saluran tersebut dari saluran - saluran lain, hingga dimensi saluran tidak mampu lagi menampung limpasan air hujan.

2.7. Evaluasi Saluran Drainase Dan Tampungan Eksisting

2.7.1. Evaluasi Saluran Drainase Eksisting

Evaluasi saluran drainase eksisting mengarah pada hasil analisa kapasitas saluran eksisting dengan analisa debit rancangan hasil dari intensitas hujan dengan debit air kotor, selanjutnya akan diketahui total genangan yang terjadi jika saluran eksisting tidak memenuhi. Untuk perhitungan analisa genangan dapat di lihat secara tabelaris berikut ini :

**Tabel 4.1. Evaluasi Saluran Drainase Eksisting Kota Waibakul
Kabupaten Sumba Tengah**

No	Nama Saluran	L (m)	Qdesain (m ³ /dt)	Qsaluran (m ³ /dt)	Analisa	Qgenangan (m ³ /dt)
I	<u>Daerah Tangkapan Air 1</u>					
1	Terusan Spillway (Desa Uumbu Pabal)	9100.00	78.518	71.208	Kapasitas Tidak Memenuhi	7.31
2	Uumbu Mamunjuk	2558.00	5.254	31.155	Kapasitas Memenuhi	-
3	Wairasa (inlet tampungan Lokoujung)	1038.00	3.165	9.029	Kapasitas Memenuhi	-
4	Wairasa (outlet tampungan)	1007.00	3.697	14.598	Kapasitas Memenuhi	-
5	Pusat Pemerintahan Ki (outlet tampungan Lokoujung)	1195.00	2.821	0.804	Kapasitas Tidak Memenuhi	2.02
6	Pusat Pemerintahan Ka	1220.00	4.724	0.795	Kapasitas Tidak Memenuhi	3.93
7	Pusat Pemerintahan Ka	2058.00	6.689	0.327	Kapasitas Tidak Memenuhi	6.36
8	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 25 Ka (inlet tampungan Lokoujung)	450.00	0.866	0.500	Kapasitas Tidak Memenuhi	0.37
9	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 25 Ka	425.00	0.384	0.673	Kapasitas Memenuhi	-
10	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 23 Ka	238.00	0.646	1.246	Kapasitas Memenuhi	-
11	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 22 Ka	686.00	0.661	0.734	Kapasitas Memenuhi	-
12	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 21 Ka	600.00	5.324	1.359	Kapasitas Tidak Memenuhi	3.97

No	Nama Saluran	L (m)	Qdesain (m ³ /dt)	Qsaluran (m ³ /dt)	Analisa	Qgenangan (m ³ /dt)
13	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 20 Ka	705.00	7.342	2.804	Kapasitas Tidak Memenuhi	4.54
14	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 18 Ki (inlet tampungan)	1344.00	8.049	2.162	Kapasitas Tidak Memenuhi	5.89
15	Wairasa irigasi 1 (inlet tampungan laimaboba)	3770.00	12.396	9.090	Kapasitas Tidak Memenuhi	3.31
16	Wairasa irigasi 2	1000.00	4.077	1.802	Kapasitas Tidak Memenuhi	2.28
17	Anakalang irigasi	912.00	24.222	7.695	Kapasitas Tidak Memenuhi	16.53
18	Anakalang (outlet tampungan waitama)	1115.00	3.325	1.560	Kapasitas Tidak Memenuhi	1.76
19	Matawoga irigasi (inlet tampungan laimaboba)	7317.00	8.010	4.207	Kapasitas Tidak Memenuhi	3.80
20	Anakalang (outlet tampungan Laimaboba)	1966.00	36.392	3.042	Kapasitas Tidak Memenuhi	33.35
21	Malinjak irigasi	4600.00	15.070	2.464	Kapasitas Tidak Memenuhi	12.61
22	Malinjak	955.00	4.021	2.861	Kapasitas Tidak Memenuhi	1.16
II	<u>Daerah Tangkapan Air 2</u>					
1	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 16 Ki	528.00	6.889	2.897	Kapasitas Tidak Memenuhi	3.99
2	Makateri - Wailawa ka	2338.00	16.512	5.058	Kapasitas Tidak	11.45

No	Nama Saluran	L (m)	Qdesain (m ³ /dt)	Qsaluran (m ³ /dt)	Analisa	Qgenangan (m ³ /dt)
					Memenuhi	
3	Dameka - Wailawaka	1071.00	5.651	3.523	Kapasitas Tidak Memenuhi	2.13
4	Wailawa - Malinjaka	153.00	8.170	4.377	Kapasitas Tidak Memenuhi	3.79
5	Dameka Irigasi	2350.00	12.919	2.943	Kapasitas Tidak Memenuhi	9.98
6	Wailawa Irigasi	3078.00	7.652	8.112	Kapasitas Memenuhi	-
III	<u>Daerah Tangkapan Air 2</u>					
1	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 14 Ki	1998.00	0.613	3.648	Kapasitas Memenuhi	-

Sumber : Hasil Analisa 2017

Keterangan :

L : panjang saluran

Qranc : debit banjir rancangan
kapasitas saluran tidak memenuhi

Jika $Q_{ranc} > Q_{saluran}$, maka :

Qsaluran : kapasitas saluran
kapasitas saluran masih memenuhi

Jika $Q_{ranc} < Q_{saluran}$, maka :

Sumber : Hasil Analisa 2017

2.7.2. Evaluasi Tampungang Eksisting

Evaluasi tampungan eksisting mengarah pada hasil analisa kapasitas tampungan eksisting dengan debit limpasan yang masuk melalui inlet saluran - saluran drainase yang mempengaruhi. untuk analisa tampungan eksisting dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.2. Evaluasi Tampungan Lokoujung

Jam	Debit Banjir	Vol. Inflow m ³	Komulatif Inflow m ³	Vol. Tampungan m ³	Analisa	Limpasan	Limpasan
						m ³	m ³ /s
1	4.03	14,509	14,509	71,813	Kapasitas Memenuhi	-	-

Sumber : Hasil Analisa 2017

Tabel 4.3. Evaluasi Tampungan Laimaboba

Jam	Debit Banjir	Vol. Inflow m ³	Komulatif Inflow m ³	Vol. Tampungan m ³	Analisa	Limpasan	Limpasan
						m ³	m ³ /s
2	40.70	146,503	146,503	30,744	Kapasitas Tidak Memenuhi	115,759	32
3	28.36	102,089	102,089	30,744	Kapasitas Tidak Memenuhi	71,345	20

Sumber : Hasil Analisa 2017

Dari tabel evaluasi saluran drainase eksisting diatas didapat hanya beberapa saluran yang dimensinya memenuhi dan sisanya tidak memenuhi sehingga terjadi genangan, saluran tersebut diantaranya adalah :

1. Terusan Spillway embung yang mengalir ke wilayah perkantoran makatul tidak memenuhi dikarekan banyaknya limpasan saluran yang masuk ke saluran atau sungai tersebut, terutama pada outlet dari tampungan laimaboba yang mengakibatkan aliran balik (*back water*) yang bisa menyebabkan area perkatoran makatul mengalami dampak genangan yang terjadi
2. Pada saluran di wilayah perkantoran juga tidak memenuhi disebabkan area cathment yang luas dan dimensi saluran yang tidak bisa menampung seluruhnya aliran limpasan tersebut mengakibatkan genangan.
3. Pada saluran drainase jalan waikabubak - waingapu Km 18 - 21 tidak memenuhi disebabkan area cathment yang luas dan dimensi saluran yang tidak bisa menampung seluruhnya aliran limpasan tersebut mengakibatkan genangan.
4. Pada saluran drainase yang outletnya masuk ke tampungan laimaboba juga tidak memenuhi yaitu saluran drainase wairasa irigasi, Anakalang irigasi dan matawoga irigasi disebabkan dimensi saluran tidak memenuhi karena cathment saluran yang luas, dan terjadinya komulatih debit antara saluran tersebut.

5. Saluran Drainase lain yang terdapat genangan dan tidak memenuhi disebabkan komulatif debit yang masuk ke saluran tersebut dari saluran - saluran lain, hingga dimensi saluran tidak mampu lagi menampung limpasan air hujan.

2.8. Pemecahan Masalah

Pekerjaan drainase perkotaan Waibakul ini dilakukan pendekatan desain sebagai berikut :

- Penentuan alternatif penanganan terhadap saluran yang bermasalah.
- Penentuan alternatif penanganan ditekankan terhadap lokasi genangan dan saluran drainase yang mempunyai debit dibawah kapasitas maksimum.

Rekomendasi alternatif penanganan dan optimalisasi tampungan/situ eksisting pada daerah genangan pada area persawahan.

2.8.1. Peningkatan Kapasitas Saluran Drainase

Peningkatan kapasitas saluran drainase dalam menampung limpasan air hujan yang berada pada cathment area saluran tersebut dengan cara merubah dimensi atau pembangunan ulang saluran yang mengalami genangan atau tidak memenuhi dalam menampung limpasan air hujan.

Peningkatan saluran drainase dilakukan dengan beberapa metode yaitu :

- Perencanaan dimensi saluran agar dapat memenuhi dalam menampung limpasan air hujan.
- Optimalisasi saluran eksisting yang mengalami pendangkalan yang disebabkan sedimentasi dengan cara pengerukan sedimen atau pembersihan saluran dari sampah-sampah yang menyumbat.

Dari analisa hidrologi dan hidrolika di dapat saluran drainase eksisting yang kondisinya belum cukup memenuhi untuk menampung limpasan air hujan, dalam penanganan ini perlu adanya peningkatan kapasitas saluran drainase eksisting berupa perubahan dimensi saluran,dari beberapa saluran tersebut berada pada perkotaan waibakul dan seluruhnya mempunyai adalah saluran terbuka,untuk rencana peningkatan saluran dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5.1. Rencana Peningkatan Saluran Drainase Daerah Tangkapan Air 1

No	Nama Jalan/ Desa	L (m)	Tipe Konstruk si	Bentuk Penampa ng	Dimensi Saluran	
					B (m)	H (m)
1	Terusan Spillway (S.Lairabas)	9,100	Tanah	Segiempat	12.40	2.50
2	Pusat Pemerintahan Ki (outlet tampung Lokoujung)	1,195	Pasangan Batu	Segiempat	0.70	0.70
3	Pusat Pemerintahan Ka	1,220	Pasangan Batu	Segiempat	0.70	0.70
4	Pusat Pemerintahan Ka	2,058	Pasangan Batu	Segiempat	0.70	0.70
5	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 25 Ka(inlet tampung Lokoujung)	450	Pasangan Batu	Segiempat	0.80	0.80
6	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 21 Ka	600	Pasangan Batu	Segiempat	1.00	1.00
7	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 20 Ka	705	Pasangan Batu	Segiempat	1.00	1.00
8	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 18 Ki (inlet tampung)	1,344	Pasangan Batu	Segiempat	1.00	1.00

9	Wairasa irigasi 1 (inlet tampungan laimaboba)	3,770	Pasangan Batu	Segiempat	2.30	1.50
10	Wairasa irigasi 2	1,000	Pasangan Batu	Segiempat	1.50	0.80
11	Anakalang irigasi	912	Pasangan Batu	Segiempat	2.50	1.50
12	Anakalang (outlet tampungan waitama)	1,115	Tanah	Segiempat	1.20	1.20
13	Matawoga irigasi (inlet tampungan laimaboba)	7,317	Pasangan Batu	Segiempat	2.00	1.00
14	Anakalang (outlet tampungan Laimaboba)	1,966	Tanah	Segiempat	5.00	1.50
15	Malinjak irigasi	4,600	Pasangan Batu	Segiempat	2.00	1.00
16	Malinjak	955	Pasangan Batu	Segiempat	1.20	1.20

Sumber : Hasil Analisa 2017

Tabel 5.2. Rencana Peningkatan Saluran Drainase Daerah Tangkapan Air 2

No	Nama Jalan	L (m)	Tipe Konstruksi	Bentuk Penampang	Dimensi Saluran	
					B (m)	H (m)
1	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 16 Ki	528	Pasangan Batu	segiempat	1.60	1.20
2	Makateri - Wailawa ka	2,338	Pasangan Batu	segiempat	1.60	1.20
3	Dameka - Wailawa ka	1,071	Pasangan Batu	segiempat	1.60	1.20
4	Wailawa - Malinjak ka	153	Pasangan Batu	segiempat	1.20	1.20
5	Dameka Irigasi	2,350	Tanah	segiempat	1.20	1.20

Sumber : Hasil Analisa 2017

2.8.2. Rencana Desain

Untuk mengurangi genangan dan banjir adalah dengan menambah kapasitas saluran drainase eksisting dan peningkatan saluran drainase yang sudah ada agar dapat mengalirkan debit limpasan air hujan langsung menuju ke laut atau sungai tanpa mengabaikan proses penyerapan air ke dalam tanah. dari hasil analisa di dapat rencana desain peningkatan kapasitas saluran drainase dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Dalam merencanakan saluran terbuka, diperlukan rumus untuk aliran uniform adalah rumus Manning, yaitu:

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} A$$

Dimana:

- Q = debit dalam m/det
- A = luas penampang basah
- R = jari-jari hidraulis
- I = kemiringan saluran
- n = koefisien kekasaran

Tabel 5.3. Harga Koefisien Manning's

Jenis/ Macam Saluran	Koefisien Manning (n)
Pasangan batu kali	0,025
Pasangan batu kali diplester, beton tidak diplester	0,017
Beton licin	0,011
Batu kering/rip-rap	0,030

Sumber : SK SNI T-07-1990-F

Pada rencana peningkatan saluran drainase Terusan Spillway (Sungai Lairabas) peningkatan saluran dilakukan pada sekitar pusat pemerintahan makatul sebagai "Long Storage" untuk dapat menampung aliran balik (back water) yang terjadi pada area pusat pemerintahan tersebut. Rencana desain saluran drainase eksisting di Kota Waibakul dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 5.4. Dimensi Rencana Saluran Drainase Perkotaan Waikabul Daerah Tangkapan Air 1

No	Nama Jalan	L(m)	Tipe Saluran	Tipe Konstruksi	Bentuk Penampang	Dimensi Saluran		S	n	A (m)	P (m)	R (m)	V m/dt	Q m ³ /dt
						B (m)	H (m)							
1	Terusan Spillway (S.Lairabas)	9,100	terbuka	Tanah	Segiempat	15.00	3.00	0.0022	0.030	45.00	21.00	2.14	2.60	116.91
2	Pusat Pemerintahan Ki (outlet tampungan Lokoujung)	1,195	terbuka	Pas. Batu	Segiempat	1.50	1.00	0.0117	0.025	1.50	3.50	0.43	2.46	3.69
3	Pusat Pemerintahan Ka	1,220	terbuka	Pas. Batu	Segiempat	2.00	1.00	0.0115	0.025	2.00	4.00	0.50	2.70	5.40
4	Pusat Pemerintahan Ka	2,058	terbuka	Pas. Batu	Segiempat	2.50	2.00	0.0019	0.025	5.00	6.50	0.77	1.48	7.40
5	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 25 Ka(inlet tampungan Lokoujung)	450	terbuka	Pas. Batu	Segiempat	1.00	1.00	0.0022	0.025	1.00	3.00	0.33	0.91	0.91
6	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 21 Ka	600	terbuka	Pas. Batu	Segiempat	2.00	1.50	0.0050	0.025	3.00	5.00	0.60	2.01	6.04
7	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 20 Ka	705	terbuka	Pas. Batu	Segiempat	1.50	1.50	0.0213	0.025	2.25	4.50	0.50	3.67	8.27

8	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 18 Ki (inlet tampungan)	1,344	terbuka	Pas. Batu	Segiempat	2.00	1.50	0.01 26	0.02 5	3.00	5.00	0.60	3.20	9.60
9	Wairasa irigasi 1 (inlet tampungan laimaboba)	3,770	terbuka	Pas. Batu	Segiempat	3.00	1.50	0.00 77	0.02 5	4.50	6.00	0.75	2.90	13.03
10	Wairasa irigasi 2	1,000	terbuka	Pas. Batu	Segiempat	2.00	1.50	0.00 50	0.02 5	3.00	5.00	0.60	2.01	6.04
11	Anakalang irigasi	912	terbuka	Pas. Batu	Segiempat	4.00	2.50	0.00 44	0.02 5	10.0 0	9.00	1.11	2.84	28.42
12	Anakalang (outlet tampungan waitama)	1,115	terbuka	Tanah	Segiempat	2.00	1.50	0.00 36	0.03 0	3.00	5.00	0.60	1.42	4.26
13	Matawoga irigasi (inlet tampungan laimaboba)	7,317	terbuka	Pas. Batu	Segiempat	3.00	1.50	0.00 70	0.02 5	4.50	6.00	0.75	2.76	12.40
14	Anakalang (outlet tampungan Laimaboba)	1,966	terbuka	Tanah	Segiempat	5.00	1.50	0.00 05	0.03 0	7.50	8.00	0.94	0.72	5.40
15	Malinjak irigasi	4,600	terbuka	Pas. Batu	Segiempat	4.00	2.00	0.00 24	0.02 5	8.00	8.00	1.00	1.96	15.65
16	Malinjak	955	terbuka	Pas. Batu	Segiempat	1.50	1.50	0.00 84	0.02 5	2.25	4.50	0.50	2.31	5.19

Sumber : Hasil Analisa 2017

Tabel 5.5. Dimensi Rencana Saluran Drainase Perkotaan Waibakul Daerah Tangkapan Air 2

No	Nama Jalan	L (m)	Tipe Saluran	Tipe Konstruksi	Bentuk Penampang	Dimensi Saluran		S	n	A (m ²)	P (m)	R (m)	V m ³ /dt	Q m ³ /dt
						B (m)	H (m)							
1	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 16 Ki	528	terbuka	Pas. Batu	segiempat	2.00	2.00	0.0038	0.025	4.00	6.00	0.67	1.88	7.51
2	Makateri - Wailawa ka	2,338	terbuka	Pas. Batu	segiempat	2.50	2.00	0.0115	0.025	5.00	6.50	0.77	3.61	18.04
3	Dameka - Wailawa ka	1,071	terbuka	Pas. Batu	segiempat	2.00	1.50	0.0056	0.025	3.00	5.00	0.60	2.13	6.39
4	Wailawa - Malinjak ka	153	terbuka	Pas. Batu	segiempat	2.00	1.50	0.0196	0.025	3.00	5.00	0.60	3.98	11.95
5	Dameka Irgasi	2,350	terbuka	Tanah	segiempat	2.50	2.00	0.0128	0.030	5.00	6.50	0.77	3.16	15.81

Sumber : Hasil Analisa 2017

Keterangan :

- L : panjang saluran
- R₁ : kemiringan tebing/talud
- R : jari-jari hidrolis
- B : lebar dasar saluran
- n : koefisien Manning
- v : kecepatan aliran
- H : kedalaman air di saluran
- A : luas penampang basah
- Q : kapasitas saluran
- S : kemiringan dasar saluran (slope)
- P : kelling basah saluran

2.8.3. Evaluasi Saluran Drainase Rencana

Dari hasil desain rencana peningkatan saluran di atas dapat di evaluasi kapasitas saluran rencana terhadap debit desain, yang sebelumnya tidak memenuhi atau terjadi genangan menjadi memenuhi, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut ini ;

Tabel 5.6. Evaluasi Dimensi Rencana Saluran Drainase Perkotaan Waibakul

No	Nama Saluran	L (m)	Qdesain (m ³ /dt)	Qsaluran (m ³ /dt)	Analisa
1	<u>Daerah Tangkapan Air 1</u>				
1	Terusan Spillway (S.Lairabas)	9100.00	40.379	116.912	Kapasitas Memenuhi
2	Umbu Mamunjuk	2558.00	10.367	31.155	Kapasitas Memenuhi
3	Wairasa (inlet tampungan Lokoujung)	1038.00	3.165	9.029	Kapasitas Memenuhi
4	Wairasa (outlet tampungan)	1007.00	3.697	14.598	Kapasitas Memenuhi
5	Pusat Pemerintahan Ki (outlet tampungan Lokoujung)	1195.00	2.821	3.691	Kapasitas Memenuhi
6	Pusat Pemerintahan Ka	1220.00	4.724	5.397	Kapasitas Memenuhi
7	Pusat Pemerintahan Ka	2058.00	6.689	7.402	Kapasitas Memenuhi
8	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 25 Ka (inlet tampungan Lokoujung)	450.00	0.866	0.906	Kapasitas Memenuhi
9	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 25 Ka	425.00	0.384	0.932	Kapasitas Memenuhi
10	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 23 Ka	238.00	0.646	1.246	Kapasitas Memenuhi

No	Nama Saluran	L (m)	Qdesain (m ³ /dt)	Qsaluran (m ³ /dt)	Analisa
11	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 22 Ka	686.00	0.661	0.734	Kapasitas Memenuhi
12	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 21 Ka	600.00	5.324	6.035	Kapasitas Memenuhi
13	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 20 Ka	705.00	7.342	8.268	Kapasitas Memenuhi
14	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 18 Ki (inlet tampungan)	1344.00	8.049	9.599	Kapasitas Memenuhi
15	Wairasa irigasi 1 (inlet tampungan laimaboba)	3770.00	12.396	13.031	Kapasitas Memenuhi
16	Wairasa irigasi 2	1000.00	4.077	6.035	Kapasitas Memenuhi
17	Anakalang irigasi	912.00	24.222	28.419	Kapasitas Memenuhi
18	Anakalang (outlet tampungan waitama)	1115.00	3.325	4.260	Kapasitas Memenuhi
19	Matawoga irigasi (inlet tampungan laimaboba)	7317.00	8.010	12.404	Kapasitas Memenuhi
20	Anakalang (outlet tampungan Laimaboba)	1966.00	4.388	5.401	Kapasitas Memenuhi
21	Malinjak irigasi	4600.00	15.070	15.648	Kapasitas Memenuhi
22	Malinjak	955.00	4.021	5.188	Kapasitas Memenuhi
II	<u>Daerah Tangkapan Air 2</u>				
1	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 16 Ki	528.00	6.889	7.514	Kapasitas Memenuhi
2	Makateri - Wailawa ka	2338.00	16.512	18.042	Kapasitas Memenuhi
3	Dameka - Wailawa ka	1071.00	5.651	6.388	Kapasitas Memenuhi

No	Nama Saluran	L (m)	Qdesain (m ³ /dt)	Qsaluran (m ³ /dt)	Analisa
4	Wailawa - Malinjak ka	153.00	8.170	11.952	Kapasitas Memenuhi
5	Dameka Irigasi	2350.00	12.919	15.808	Kapasitas Memenuhi
6	Wailawa Irigasi	3078.00	7.652	8.112	Kapasitas Memenuhi
III	<u>Daerah Tangkapan Air</u> <u>3</u>				
1	Jl. Waikabubak - Waingapu Km 14 Ki	1998.00	0.613	3.648	Kapasitas Memenuhi

Sumber : Hasil Analisa 2017

2.8.4. Rencana Kanal Banjir Dan Long Storage

2.8.4.1. Umum

Kanal Banjir adalah saluran air kolektor sebagai salah satu cara penanggulangan banjir yang pertama kali dikonsepsikan oleh Prof. Ir. Hendrik van Breen pada tahun 1913 yang diterapkan pada wilayah kota Jakarta. Inti konsep Kanal Banjir adalah mengendalikan aliran air dari hulu sungai dengan mengatur volume air yang masuk ke perkotaan dan akan membuat beban sungai yang mengalir melewati perkotaan atau pusat pemerintahan lebih terkendali. Kanal tersebut menjadi sistem makro drainase kota yang berfungsi untuk mengurangi genangan air di dalam kota dengan mengalirkannya langsung ke laut atau ke sungai pembuangan akhir.

2.8.4.2. Rencana Kanal Banjir Perkotaan Waibakul

Pada rencana kanal banjir wilayah drainase perkotaan Waibakul dilakukan untuk mengendalikan aliran limpasan air hujan pada Sungai Lairabas yang melewati wilayah pusat pemerintahan Makatul, Sedangkan rencana long storage dilakukan untuk mencegah genangan yang terjadi akibat aliran balik (back water) yang terjadi

pada sekitar pusat pemerintahan Makatul yang diakibatkan pertemuan saluran drainase yang masuk ke Sungai Lairabas.



Gambar 5.1 Rencana Kanal Dan Long Storage Sungai Lairabas

2.8.4.3. Rencana Dimensi Kanal Banjir Dan Long Storage

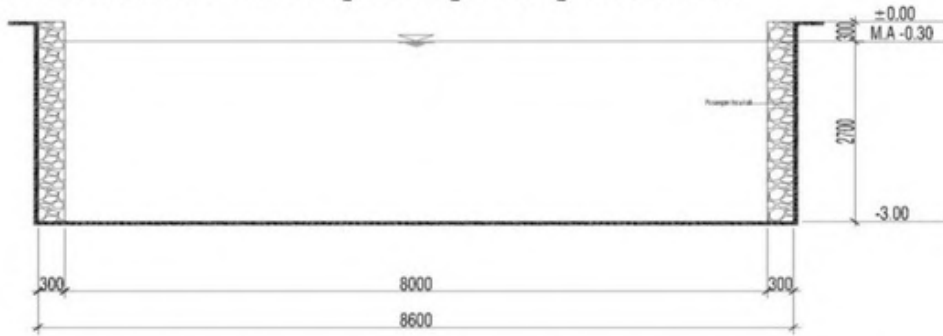
Dimensi rencana kanal banjir berdasarkan pada debit limpsana yang masuk ke Sungai Lairabas dengan rencana membagi debit banjir dari hulu sungai untuk di saluran ke saluran kolektor berupa kanal banjir. Untuk rencana dimensi Kanal Banjir dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 5.7. Dimensi Rencana Kanal Banjir Sungai Lairabas

No	Nama Jalan	L (m)	Tipe Konstruksi	Bentuk Penampang	Dimensi Saluran		S	A (m)	V m/dt	Q m ³ /dt
					B (m)	H (m)				
1	Kanal Banjir	2,405	Pas. Batu	Segiempat	8.00	3.00	0.0022	24.00	2.24	53.73

Sumber : Hasil Analisa 2017

Rencana Kanal Dan Long Storage Sungai Lairabas



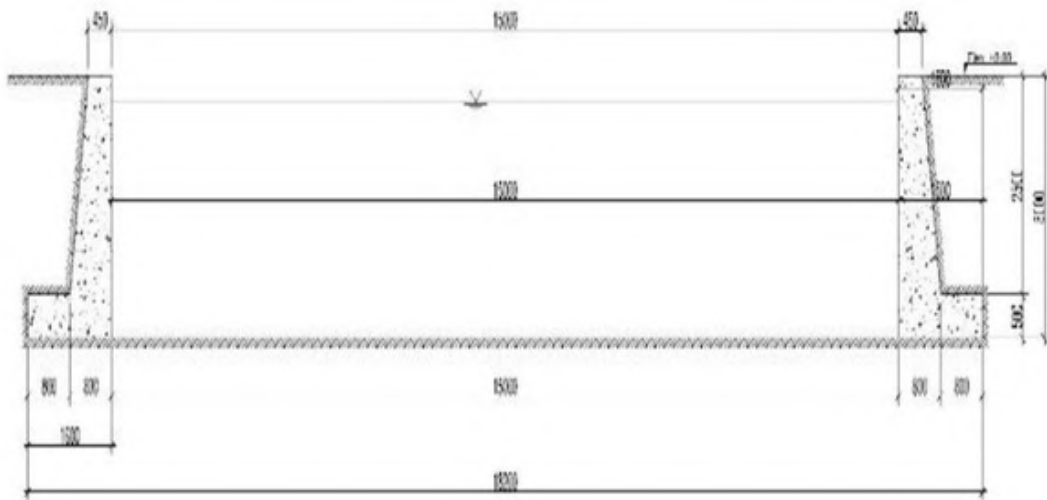
Gambar 5.2 Potongan Melintang Rencana Kanal Banjir

Sedangkan long storage direncanakan sesuai analisa peningkatan saluran diatas pada dimensi rencana Sungai Lairabas dengan lokasi rencana pada wilayah pusat pemerintahan Makatul. untuk lebih jelasnya rencana dimensi long storage dan kontruksinya dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini :

Tabel 5.8. Dimensi Rencana Long Storage Sungai Lairabas

No	Nama Jalan	L (m)	Tipe Konstruksi	Bentuk Penampang	Dimensi Saluran		S	A (m)	V m/dt	Q m ³ /dt
					B (m)	H (m)				
1	Long Storage	3,240	Beton	Segiempat	15.00	3.00	0.0022	45.00	2.60	116.91

Sumber : Hasil Analisa 2017



Gambar 5.3 Potongan Melintang Rencana Long Storage

2.8.5. Optimalisasi Tampungan Eksisting

Sistem drainase perkotaan waibakul mempunyai beberapa tampungan-tampungan alami maupun buatan untuk menampung limpasan air hujan agar tidak langsung terbuang dan dapat difungsikan untuk suplay air irigasi pada areal persawah disekitarnya pada saat musim kemarau.

Namun trend limpasan debit air hujan yang terus meningkat diakibatkan baik oleh pola tata guna lahan yang terus berubah maupun disebabkan oleh kondisi siklus cuaca yang mengakibatkan curah hujan yang meningkat mengakibatkan tampungan - tampungan tersebut mengalami overflow, serta kondisi outlet tampungan yang tidak memenuhi untuk menyalurkan limpasan air hujan menyebabkan genangan terjadi di sekitar tampungan tersebut.

Dari beberapa tampungan di perkotaan waibakul, lokasi tampungan yang akan di optimalisasi kapasitas tampungannya adalah sebagai berikut :

1. Tampungan Laimaboba
2. Tampungan Laimandak
3. Tampungan Liang Lairabas

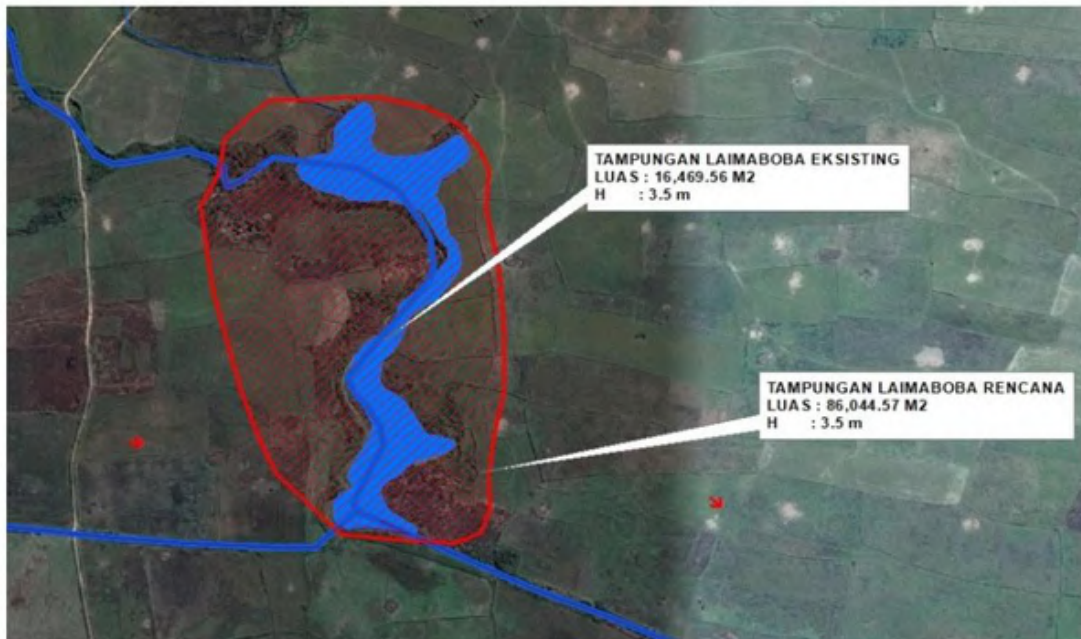
2.8.5.1. Tampungan Laimaboba

Rencana penangan yang akan dilakukan pada tampungan laimaboba adalah dengan menambah kapasitas tampungan laimaboba dengan adanya pelebaran untuk area tampungan tersebut.



Gambar 5.4 Lokasi Tampungan Laimaboba

Dari hasil perhitungan didapat kapasitas tampungan laimaboba tidak memenuhi untuk menampung limpasan air hujan pada saluran-saluran inlet yang masuk ke tampungan laimaboba, untuk itu perlu adanya rencana peningkatan kapasitas tampungan laimaboba yang dapat dilihat pada tabel dan gambar berikut ini :



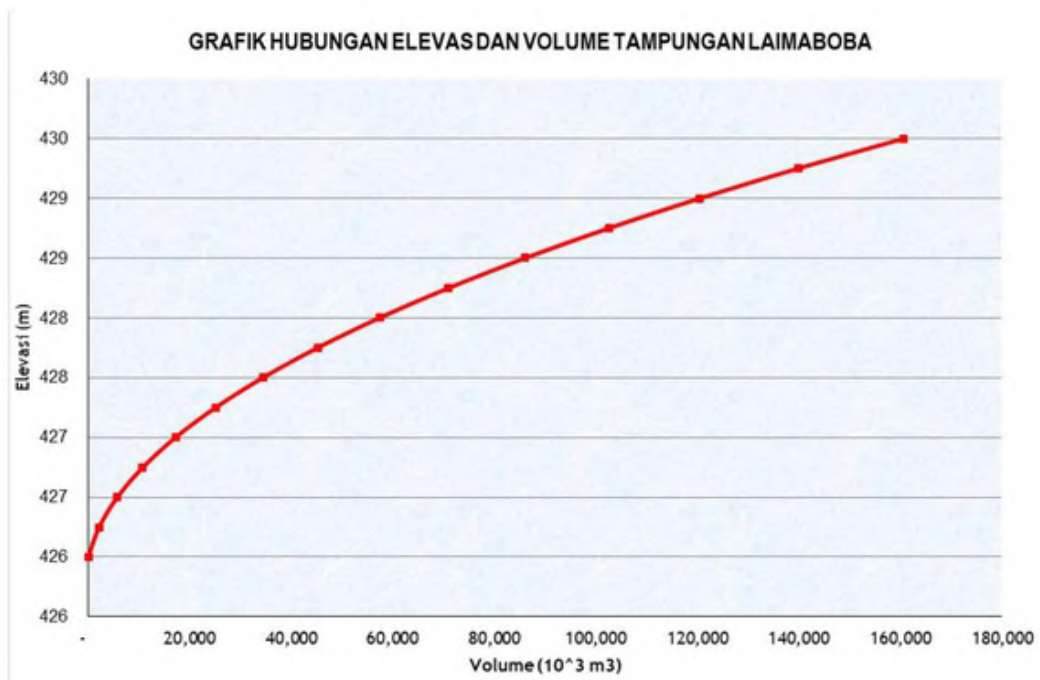
Gambar 5.5 Rencana Optimalisasi Tampungan Laimaboba

Tabel 5.9. Hubungan Elevasi Dan Genangan Situ Laimaboba

Elevasi (m)	Luas Genangan (m ²)	Volume Genangan (m ³)	Kom. Volume Genangan (m ³)
426.00	5,736	-	-
426.25	11,473	2,151	2,151
426.50	17,209	3,585	5,736
426.75	22,945	5,019	10,756
427.00	28,682	6,453	17,209
427.25	34,418	7,887	25,096

427.50	40,154	9,321	34,418
427.75	45,890	10,756	45,173
428.00	51,627	12,190	57,363
428.25	57,363	13,624	70,987
428.50	63,099	15,058	86,045
428.75	68,836	16,492	102,536
429.00	74,572	17,926	120,462
429.25	80,308	19,360	139,822
429.50	86,045	20,794	160,617

Sumber : Hasil Analisa 2017



Gambar 5.6 Hubungan Elevasi dan Volume Tampungan Limaboba

Tabel 5.10. Evaluasi Tampungan Laimaboba

Jam	Debit Banjir	Vol. Inflow m3	Komulatif Inflow m3	Vol. Tampungan m3	Analisa	Limpa san	Limpa san
						m3	m3/s
2	40.70	146,503	146,503	160,617	Kapasitas Memenuhi	-	-
3	28.36	102,089	102,089	160,617	Kapasitas Memenuhi	-	-

Sumber : Hasil Analisa 2017

2.8.5.2. Tampungan Laimandak

Berdasarkan survey kondisi eksisting dan analisa kapasitas tampunga, tampungan laimandak masih memenuhi untuk menampung limpasan air hujan yang masuk melalui saluran-saluran drainase yang mempengaruhi, namun tampungan laimandak mengalami pendangkalan karena adanya sedimentasi, untuk itu perlu adanya optimalisasi tampungan berupa pengerukan dan pendalaman agar tampungan laimandak dapat berfungsi sebagaimana mestinya



Gambar 5.7 Tampungan Laimandak

2.8.5.3. Tampungan Liang Lairabas

Sungai Lairabas mempunyai aliran sungai bawah tanah pada hilir sungai, namun karena kapasitas tampungan yang ada masih belum memenuhi dan besarnya aliran limpasan air hujan yang masuk ke Sungai Lairabas mengakibatkan adanya genangan air yang ada di sekita tampungan tersebut.

Pada perencanaan ini akan dilakukan pelebaran sebagai upaya menampung limpasan air yang masuk dan memanfaatkan saluran eksisting yang ada sebagai spillway/outlet limpasan air ketika tampungan overflow. Outlet saluran tersebut dialirkan ke sungai lairabas pada hilir tampungan liang tersebut, yang secara alami airan bawah tanah tersebut kembali pada alur geometri sungai lairabas tersebut.



Gambar 5.8 Lokasi Liang (Aliran Bawah Tanah)

Rencana pelebaran dilakukan sebesar 12,178 m² dengan kedalaman 3.5 m dan kapasitas rencana tampungan 19,672 m³, yang sebelumnya hanya penampang sungai, dan rencana outlet tampungan yang di alirkan ke hilir liang tersebut menuju otuput aliran bawah tanah tersebut dengan panjang rencana sebesar 152 m. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini :

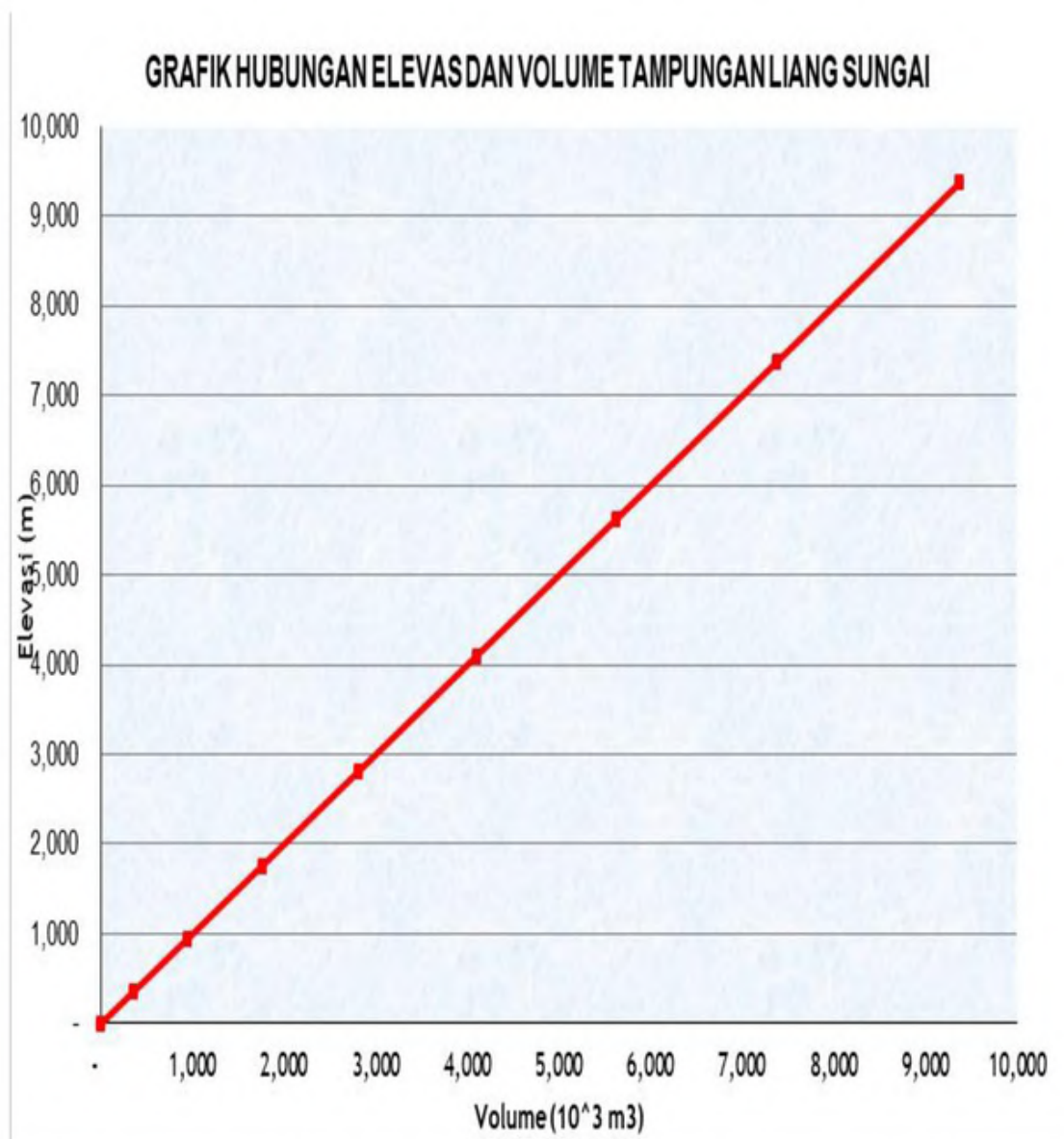


Gambar 5.9 Rencana Tampungan Liang

Tabel 5.11. Hubungan Elevasi Dan Genangan Tampungan Liang

Elevasi (m)	Luas Genangan (m ²)	Volume Genangan (m ³)	Kom. Volume Genangan (m ³)
432.00	937	-	-
432.25	1,874	351	351
432.50	2,810	585	937
432.75	3,747	820	1,756
433.00	4,684	1,054	2,810
433.25	5,621	1,288	4,098
433.50	6,557	1,522	5,621
433.75	7,494	1,756	7,377
434.00	8,431	1,991	9,368
434.25	9,368	2,225	11,593
434.50	10,304	2,459	14,052
434.75	11,241	2,693	16,745
435.00	12,178	2,927	19,672

Sumber : Hasil Analisa 2017

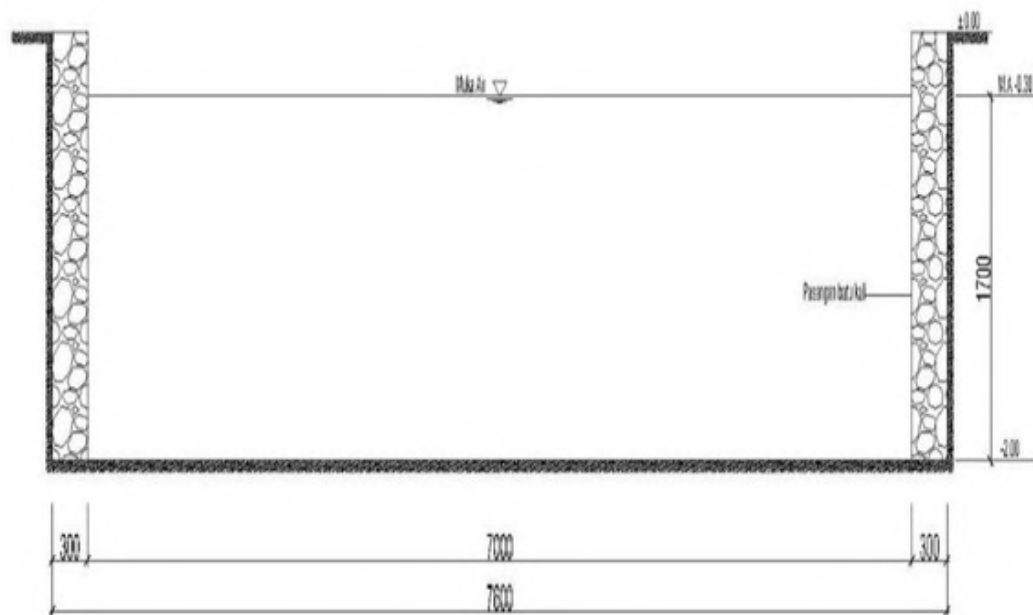


Gambar 5.10 Hubungan Elevasi dan Volume Tampungan Liang Sungai Lairabas

Tabel 5.12. Rencana Spilway Liang Sungai Lairabas

No	Nama Saluran	L (m)	Tipe Saluran	Tipe Konstruksi	Bentuk Penampang	Dimensi Saluran		S	A (m)	V m/dt	Q m ³ /dt
						B (m)	H (m)				
1	Spilway Liang Sungai Lairabas	152	terbuka	Pas. Batu	Segiempat	7.00	2.00	0.0060	14.00	3.64	50.95

Sumber : Hasil Analisa 2017

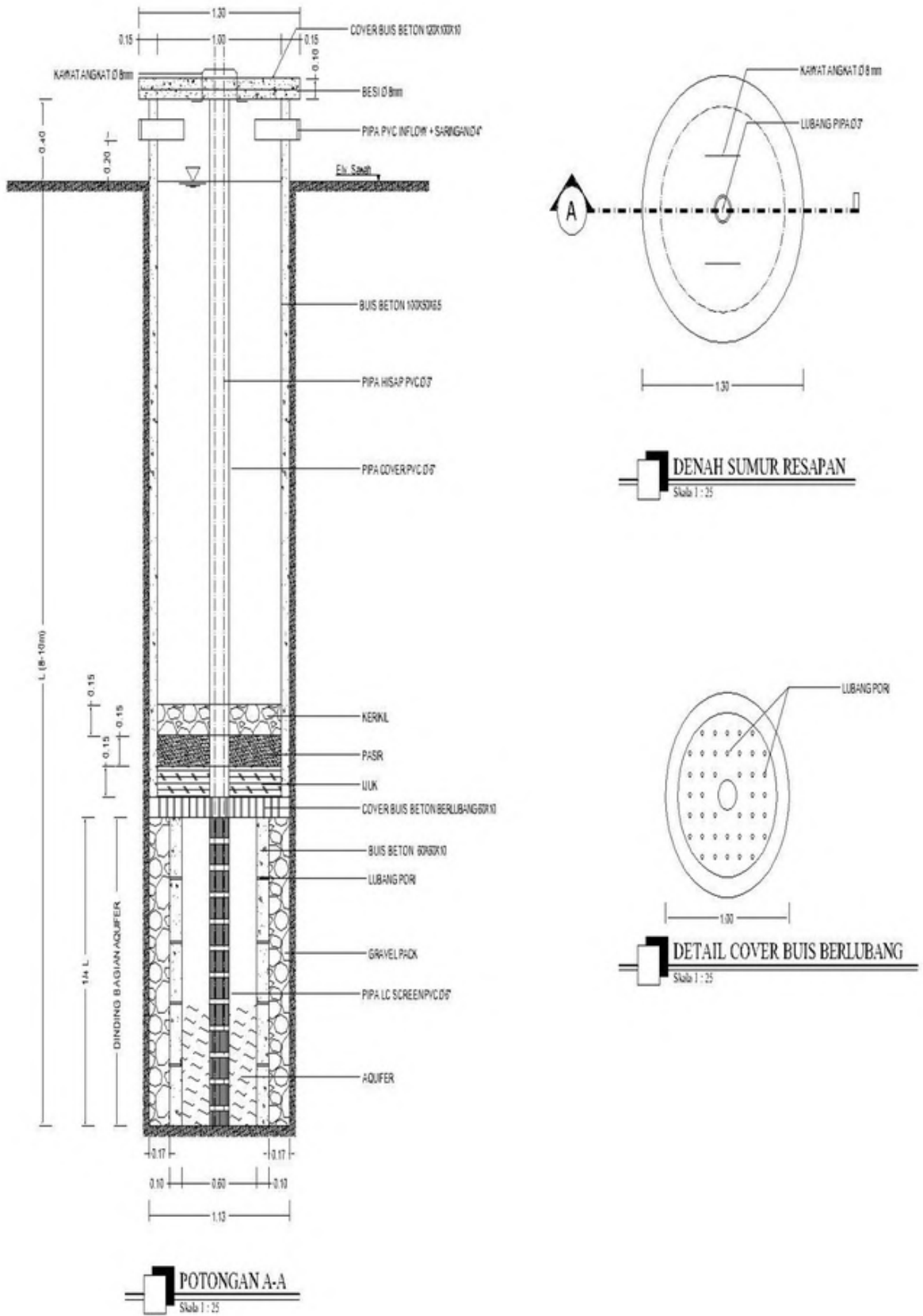


Gambar 5.11 Potongan Melintang Spillway Liang Sungai Lairabas

2.8.6. Rencana Sumur Resapan Tampungan

Rencana sumur resapan dibuat untuk mengurangi debit pada tampungan agar pada saat musim hujan dapat mengkondisikan tampungan eksisting tetap kosong supaya dapat menampung limpasan air hujan agar tidak terjadi luapan dikarekan overflow.

Penerapan sumur resapan di tempatkan pada tampungan sebagai outlet tampungan selain saluran outlet eksisting yang ada, untuk desai samura resapan menggunakan metode sistem panen air, yang bisa diambil airnya pada saat musim kemarau sebagai suplay air irigasi pada areal persawahan di sekitar tampungan , rencana desain sumur resapan dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 5.12 Rencana Sumur Resapan Pada Tampungan Eksisting

2.8.7. Rencana Peningkatan Resapan Air

2.8.7.1. Umum

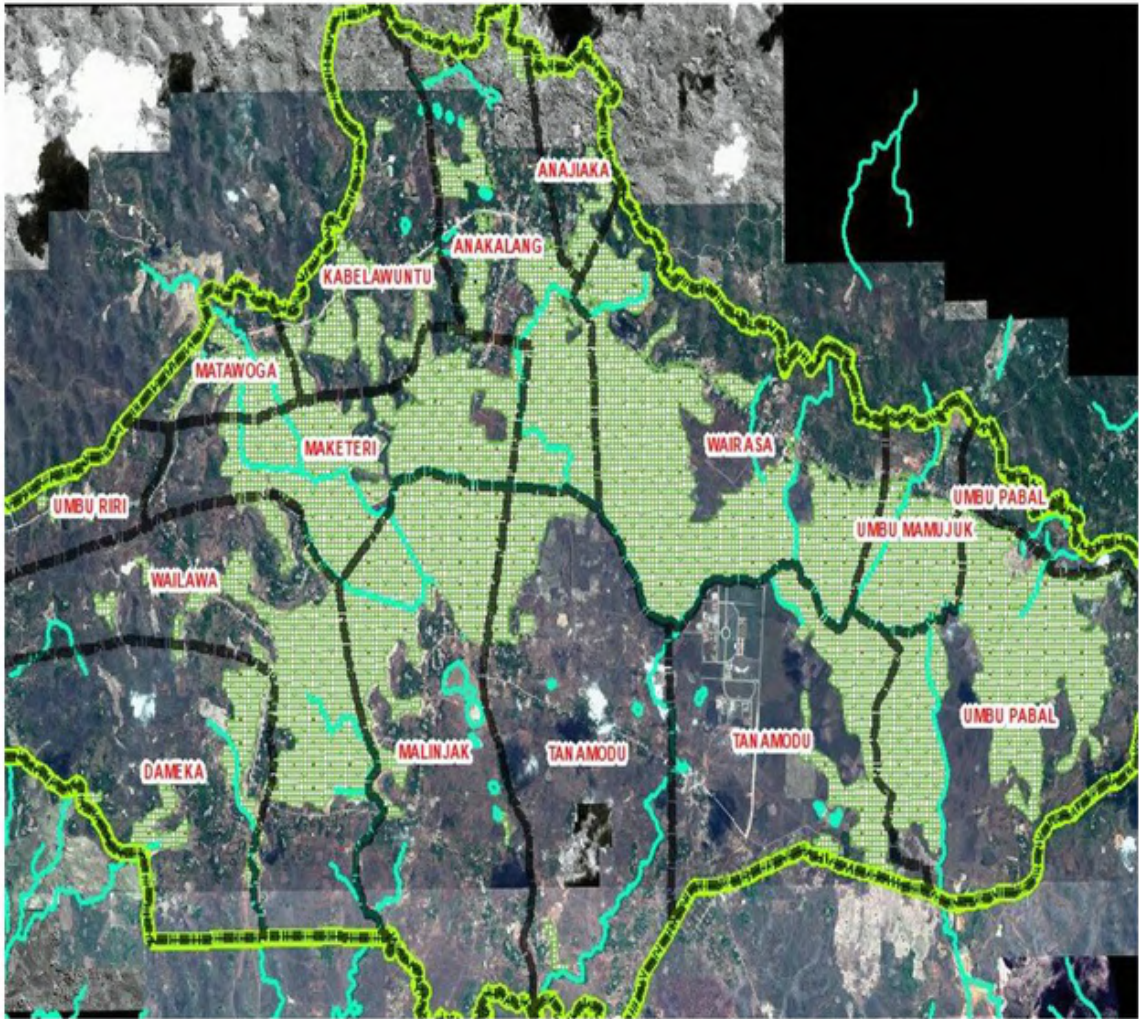
Perubahan tata guna lahan yang semakin meningkat di wilayah yang memiliki tingkat kepadatan penduduk yang tinggi mengakibatkan pola peresapan air semakin berkurang dikarenakan trend limpasan air hujan yang semakin meningkat berbanding dengan resapan air hujan itu sendiri. Tak heran sejalan dengan berkembangnya pemukiman penduduk, peresapan air hujan semakin lama semakin sedikit. Sementara air yang ditarik ke atas permukaan melalui sumur-sumur atau pompa semakin banyak.

Penurunan muka air tanah terjadi dan mengakibatkan air sulit didapat di wilayah pemukiman padat pada saat musim kemarau. Salah satu alternatif untuk memperbaiki keadaan air tanah tersebut adalah melalui sumur resapan. Sumur resapan yang dapat diterapkan di perkotaan dapat berupa sumur resapan individu ataupun kolektif.

Penerapan sumur resapan ini dalam kehidupan sehari-hari penting artinya. Beberapa fungsi sumur resapan bagi kehidupan manusia adalah sebagai pengendali banjir, melindungi dan memperbaiki (konservasi) air tanah, serta menekan laju erosi.

2.8.7.2. Penerapan Sumur Resapan Areal Persawahan Waibakul

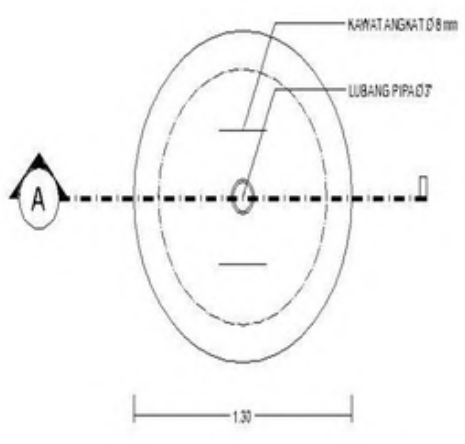
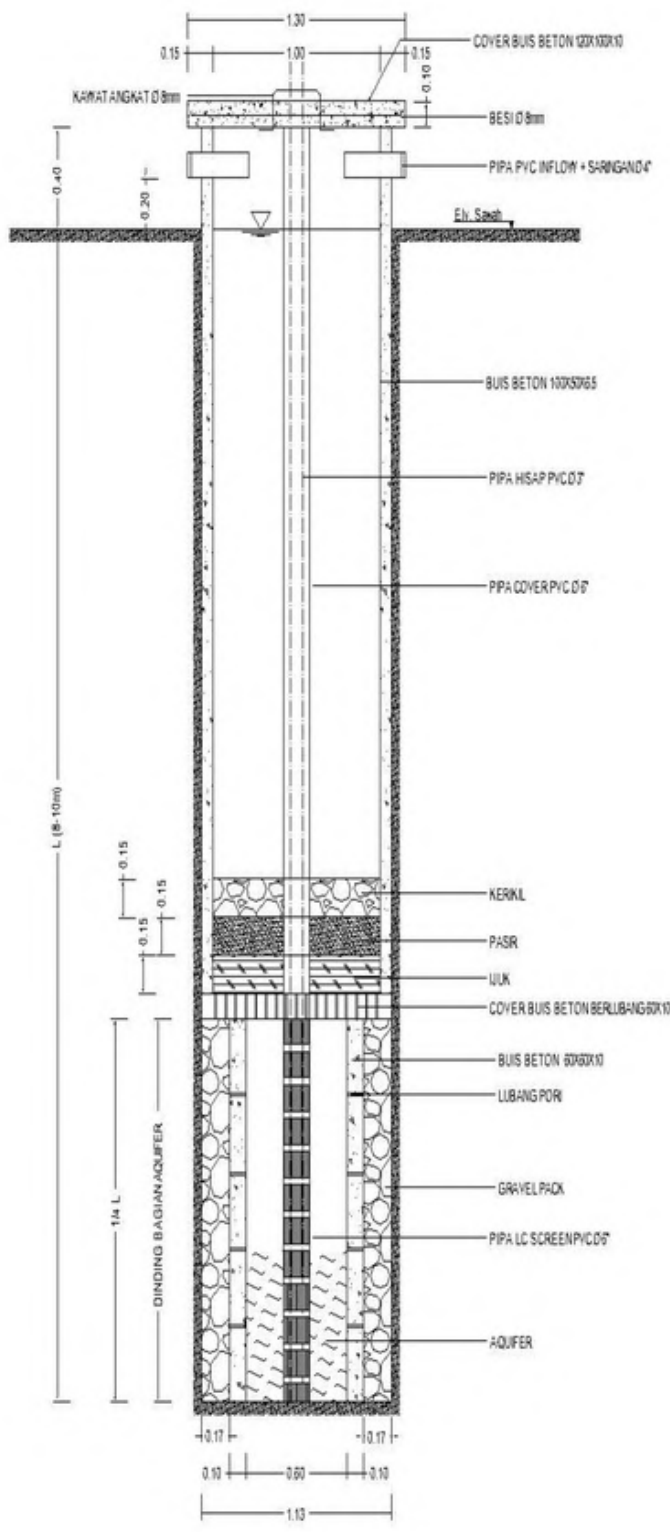
Rencana peningkatan resapan air dilakukan untuk mengurangi limpasan air hujan pada areal irigasi dengan memanfaatkan sumur resapan untuk meresapkan air hujan. sistem sumur resapan yang direncanakan sama dengan sumur resapan yang di rencanakan di tampungan eksisting yang pada saat musim kemarau airnya dapat di panen untuk mengairi sawah disekitarnya.



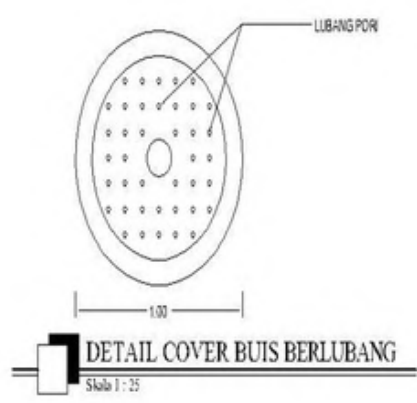
Gambar 5.13 Area Persawahan Di Perkotaan Waibakul

Sumur resapan di rencanakan pada areal persawahan dengan luas setiap 2500 m², perkotaan Waibakul memiliki luas sawah total sebesar 2,554.84 Ha, dengan luas total tersebut dibutuhkan pembuatan sumur resapan sebesar 119 unit sumur resapan pada areal persawahan yang ada pada perkotaan waibakul.

Sumur resapan direncanakan untuk mengurangi limpasan air hujan yang masuk ke saluran pembuang di areal persawahan perkotaan waibakul dan juga sebagai konservasi air tanah yang ada pada perkotaan waibakul. Sumur resapan menggunakan metode pengambilan air atau panen air dengan memanfaatkan pompa untuk di gunakan pada saat musim kemarau sebagai suplay air irigasi dengan demikian selain untuk konservasi air tanah juga dapat meningkatkan tingkat produksi pertanian di perkotaan waibakul.



DENAH SUMUR RESAPAN
Skala 1 : 25



DETAIL COVER BUIS BERLUBANG
Skala 1 : 25

POTONGAN A-A
Skala 1 : 25

Gambar 5.14 Sumur Resapan Metode Pengambilan Pada Areal Persawahan

BAB 3

DRAINASE PERKOTAAN PADA KAWASAN URBAN

3.1. Kondisi Daerah Kepanjen

3.1.1. Umum

Kota Kepanjen merupakan salah satu kota di Jawa Timur yang sangat potensial terutama dalam sektor perdagangan dan pariwisata. Secara geografis, Kota Kepanjen terletak pada posisi yang mudah dijangkau melalui kota-kota sekitarnya, misalnya Kota Malang, dan Blitar.



Gambar 3.1. Peta Geografis

3.2. Wilayah Administratif

Kota Kepanjen memiliki luas wilayah 4.525 ha yang terdiri dari 4 kelurahan dan 14 desa (Gambar 2.1.). Adapun wilayah desa atau kelurahan tersebut, adalah :

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| a. Kelurahan Kepanjen | j. Desa Dilem |
| b. Kelurahan Ardirejo | k. Desa Talangagung |
| c. Kelurahan Pendarukan | l. Desa Panggungrejo |
| d. Kelurahan Cepokomulyo | m. Desa Kedungpedaringan |
| e. Desa Mojosari | n. Desa Tegalsari |
| f. Desa Curugrejo | o. Desa Manganrejo |
| g. Desa Ngadilangkung | p. Desa Jenggolo |
| h. Desa Jatirejoyoso | q. Desa Sengguruh |
| i. Desa Sukoraharjo | r. Desa Kemiri |

3.3. Kondisi Geografis

Letak geografis wilayah Kota Kepanjen berada pada posisi 112°42'30" - 112°50'00" bujur timur dan 8°15'00" - 8°22'30" lintang selatan. Batas-batas terluar dari Kota Kepanjen adalah :

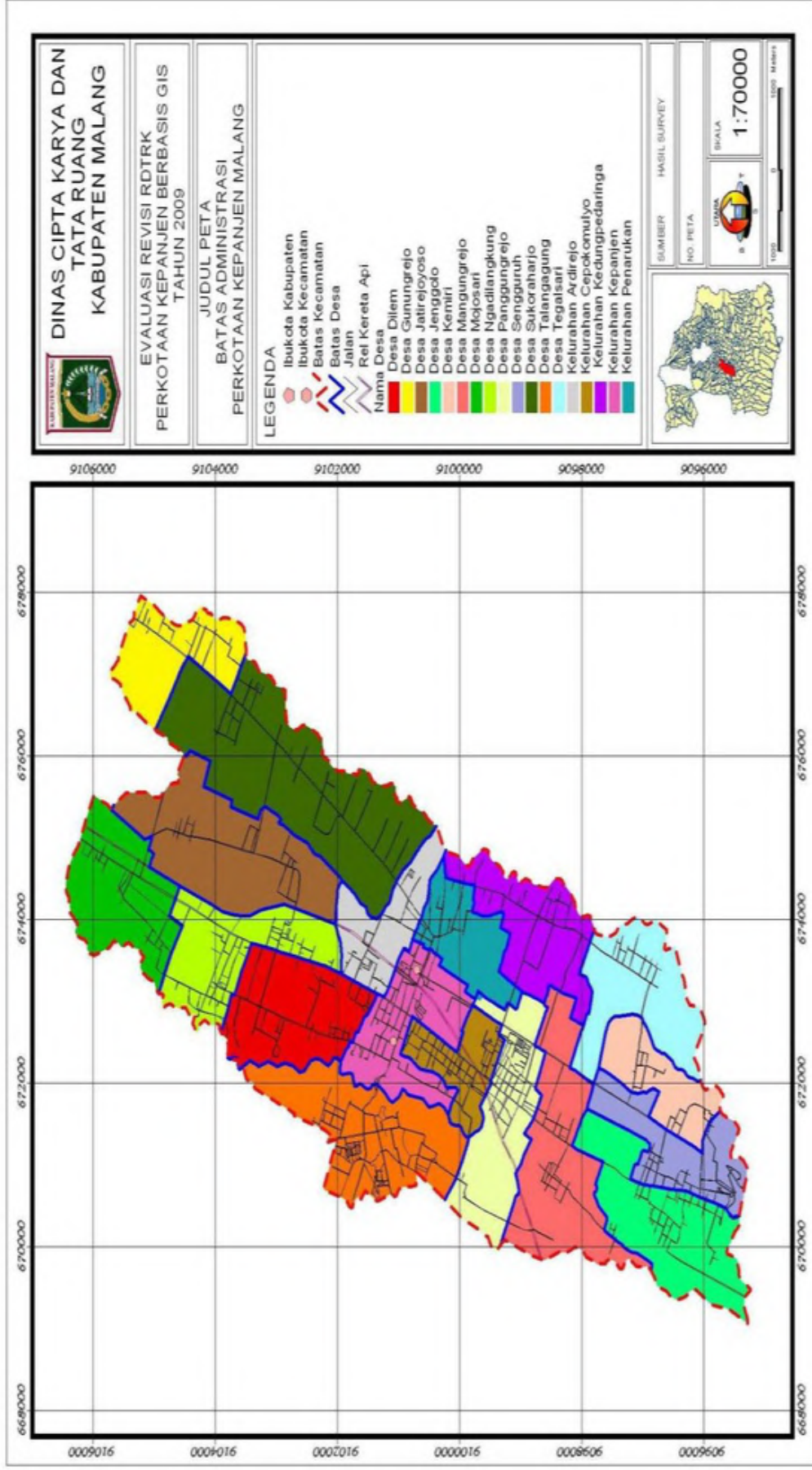
- Batas Utara : Kecamatan Pakisaji, dan Kecamatan Ngajum
- Batas Timur : Kecamatan Gondanglegi, dan Kecamatan Bululawang
- Batas Selatan : Kecamatan Pagak, dan Kecamatan Pagelaran
- Batas Barat : Kecamatan Ngajum, Kecamatan Kromengan dan Kecamatan Sumberpucung

3.3.1. Kondisi Fisik Dasar

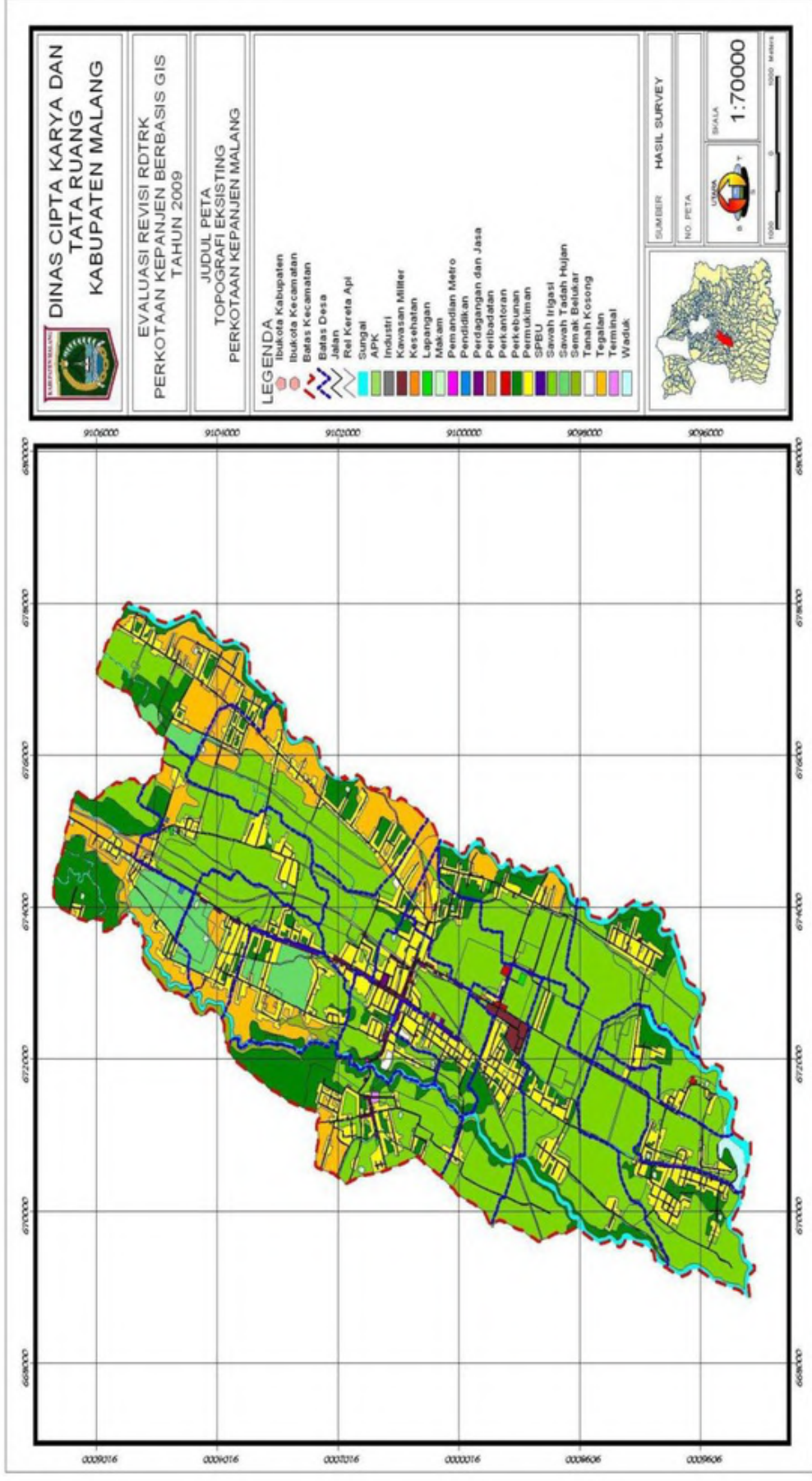
Kecamatan Kepanjen berada pada ketinggian rata-rata 335 m di atas permukaan laut. Kecamatan Kepanjen merupakan daerah dataran yang hampir berdekatan dengan dataran tinggi dalam arti merupakan daerah yang terletak di kaki bukit. Kecamatan Kepanjen berada pada ketinggian 300-400 meter diatas permukaan air laut.

Berdasarkan kemiringannya, Kecamatan Kepanjen dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) kategori, yaitu :

1. Lahan dengan kemiringan 0-2% seluas 4.399,656 Ha yang terdiri dari : Kelurahan Kepanjen, Kelurahan Cepokomulyo, Kelurahan Penarukan, Kelurahan Ardirejo, Desa Ngadilangkung, Desa Dilem, Desa Panggungrejo dan Desa Jatirejoso.



Gambar 2.2. Peta Administrasi



Gambar 2.3. Peta Topografi Eksisting

2. Lahan dengan kemiringan 2-15% seluas 103,65 Ha terdiri dari :
Desa Sukoharjo, Desa Kedungpedaringan, Desa Tegalsari, Desa Kemiri, Desa
3. Jenggolo, Desa Sengguruh, Desa Talangagung dan Desa Curungrejo.
4. Lahan dengan kemiringan 12-40% seluas 24,653 Ha terdapat di desa-desa yang wilayahnya berdekatan dengan sungai yaitu Desa Dilem, Desa anggungrejo, Desa Sukoraharjo, Desa Penarukan, Desa Kedungpedaringan dan Desa Tegalsari.

Berdasarkan dari struktur geologi dan jenis tanah dapat diketahui bahwa sebagian besar wilayah Kota Kepanjen terbentuk dari batuan alluvium yaitu 99,98% dari luas seluruhnya. Wilayah Kota Kepanjen juga dikelilingi deretan pegunungan, diantaranya : Gunung Kawi (+2.651 m), Gunung Anjasmoro (+2.277 m), Gunung Welirang (+2.156 m), Gunung Semeru (+3.676 m) dan Pegunungan Kendeng (+650 m).

Sungai-sungai yang mengalir mempunyai pengaruh yang besar bagi perekonomian yang agraris, yaitu :

- **Kali Brantas**

Bermata air di Dukuh Sumber Brantas, Desa Tulungrejo (Kota Batu). Kali ini mengalir di bagian timur dan selatan Kota Kepanjen, serta melalui Bendungan Sengguruh dan Bendungan Karangates.

- **Kali Metro**

Mengalir di bagian barat Kota Kepanjen dan berakhir di Bendungan Sengguruh.

- **Kali Sukun**

Mengalir di bagian tengah Kota Kepanjen dan merupakan outlet dari beberapa saluran drainase di Kota Kepanjen.

- **Kali Petung**
Mengalir di bagian timur Kota Kepanjen menuju aliran Sungai Brantas.
- **Kali Sumber**
- **Saluran Irigasi Molek**
Merupakan Saluran irigasi Primer yang mengalir di bagian timur dan selatan Kota Kepanjen, dengan air irigasi bersumber dari Kali Brantas.

Kawasan Kota Kepanjen diapit oleh 2 sungai besar, yaitu: Sungai Metro di sebelah barat dan sungai Brantas Di sebelah Timur. Sungai Metro bertemu Sungai Brantas di sebelah selatan Kota Kepanejn, yaitu di hilir Bendungan Sengguruh. Kedua sungai ini memiliki kapasitas debit yang sangat besar, sehingga potensial digunakan sebagai sistim drainase utama.

Sistim irigasi yang ada di Kecamatan Kepanjen menggunakan irigasi setengah teknis dan irigasi teknis. Untuk irigasi setengah teknis hanya yang melintas di tengah-tengah areal persawahan, sedangkan untuk irigasi teknis berada di tepi jalan raya sebagai jalur utama dari pembuangan limbah cair rumah tangga. Untuk daerah di sebelah jalan raya aliran irigasi mengalir ke Sungai Metro, sedangkan untuk sebelah timur jalan raya alirannya akan berakhir di Bendungan Sengguruh.

Kecamatan Kepanjen beriklim tropis tipe C dengan bulan basah 7,00 dan bulan kering 5,00. Temperatur harian rata-rata dengan suhu minimum 32°-34°C dan suhu minimum 26°-28°C. Curah hujan rata-rata sebesar 2.100 mm/th dengan hari hujan sebesar 170 hari/tahun.

3.3.2. Kondisi Geologi

Berdasarkan sebaran serta pengamatan sifat fisik tanah dan batuan untuk kondisi geologi Kota Kepanjen secara umum dapat dikelompokkan menjadi 4 (empat) formasi geologi teknik berdasarkan pada jenis dan karakteristik masing-masing batuan yang

dominan pada setiap formasi. Deskripsi spasial formasi geologi keempat formasi geologi teknik tersebut antara lain :

A. Batuan Gunung Api Penanggungan (Qv-n) dan Batuan Gunung Api Panderman (Qv-p)

Di permukaan didominasi oleh sebaran breksi gunung api, lava dan breksi tufaan dengan sisipan tufa dan aglomerat. Breksi gunung api umumnya melapuk menengah-ringan, kelabu kehitaman, berputir pasir kasar-kerakal, terdiri dari komponen batuan andesitik yang cukup segar, batu apung, kaca gunung api, menyudut tanggung-membundar tanggung, kemas terbuka, masa dasar tufa pasiran berbutir kasar, kurang padu dan mudah hancur. Lava umumnya melapuk ringan, coklat kelabu, bersusunan andesit berkomposisi felspar, piroksin, kaca dan mineral hitam, bervesikuler, berstruktur aliran, setempat terbreksikan dan terkekarkan, agak keras. Breksi tufaan umumnya melapuk menengah-tinggi, putih keabuan, berbutir pasir kasar-kerakal, terdiri dari komponen batuan andesitik, batu apung dan kaca gunung api, masa dasar pasiran berbutir kasar, kurang padu dan mudah hancur. Tufa umumnya melapuk menengah-tinggi, putih kecoklatan, berbutir pasir halus-lapili, berkomponen pecahan batuan, batu apung, kaca gunung api kurang padu dan mudah hancur. Aglomerat umumnya melapuk menengah-tinggi, kelabu kecoklatan, berbutir pasir sangat kasar-kerakal, membundar tanggung, ber-komponen pecahan batuan dan kaca gunung api, dalam masa dasar tufa pasiran, kurang padu, dan mudah hancur. Hasil uji kuat tekan di lapangan memakai Schmidt Hammer (UCS lapangan) pada beberapa lokasi berturut-turut 450-650 kg/cm² (breksi gunung api), dan 700-900 kg/cm² (lava). Secara umum formasi ini mempunyai tingkat kekuatan tanah dan batuan tinggi. Tanah pelapukan dari breksi gunung api dan breksi tufaan, umumnya lanau pasiran kerikil, lembung pasiran, coklat kemerahan, plastisitas sedang-tinggi, lunak-teguh. Di beberapa tempat nilai penetrometer saku (qu) 2,25 - 3,00 kg/cm²; tebal lapisan tanah 0,50-1,50 m. secara

umum nilai indeks properties tanah adalah : $G_s = 2,525 - 2,727$; $\gamma_m = 1,610 - 1,786 \text{ g/cm}^3$; $W_n = 27,47 - 33,22 \%$; Group simbol MH; $C = 0,052 - 0,305 \text{ kg/cm}^2$; $\Phi = 7,69 - 14,09^\circ$.

B. Batuan Gunung Api Kwartir Tengah (Qpv-kb,r,b)

Di permukaan didominasi oleh sebaran breksi gunung api, lava, dan lahar. Breksi gunung api umumnya melapuk menengah, kelabu kecoklatan, berbutir pasir kasar-kerakal, menyudut tanggung-membundar tanggung, kemas terbuka, berkomponen andesit, basal, kaca gunung api dan batu apung, masa dasar tufa pasiran, padu, keras. Lava umumnya melapuk menengah-ringan, sebagian berupa sisipan breksi gunung api, kelabu kehitaman, bervesikuler, terkekarkan, bersusunan andesit dan basal, agak keras-keras. Lahar umumnya melapuk menengah, coklat keabuan, berbutir pasir halus-kerakal, menyudut tanggung-membundar, berkomponen pecahan batuan gunung api, batu apung, tufa, kaca gunung api dan sedikit sisa tumbuhan, masa dasar pasir tufa, agak padu. Hasil uji kuat tekan di lapangan memakai Schmidt Hammer (UCS lapangan) pada beberapa lokasi berturut-turut $450 - 550 \text{ kg/cm}^2$ (breksi gunung api) dan $700 - 850 \text{ kg/cm}^2$ (lava). Secara umum formasi ini mempunyai tingkat kekuatan tanah dan batuan menengah-tinggi. Tanah pelapukan dari batuan umumnya berupa lanau pasiran, kerikil, setempat lempung pasiran, tanah berwarna kelabu kecoklatan, teguh. Plastisitas sedang-tinggi di beberapa tempat nilai penetrometer saku (q_u) $2,00 - 3,00 \text{ kg/cm}^2$ dan tebal lapisan tanah $1,00 - 1,50 \text{ m}$. Secara umum nilai indeks properties tanah adalah : $G_s = 2,646 - 2,664$; $\gamma_m = 1,447 - 1,719 \text{ g/cm}^3$; $W_n = 24,81 - 79,18 \%$; Group simbol ML-MH; $C = 0,118 - 0,321 \text{ kg/cm}^2$; $\Phi = 18,80 - 25,22^\circ$.

C. Tufa Malang (Qvtm)

Di permukaan didominasi oleh sebaran tufa yang keadaannya melapuk menengah-tinggi. Tufa berwarna putih keabuan-coklat terang, berbutir halus-kasar, terdiri dari komponen mineral

hitam, oksida besi dan kaca gunung api, setempat mengandung kerikil batuan andesitik dan batu apung serta mengandung sisa tumbuhan, kurang padu mudah pecah, tebal lapisan 2,00 - 5,00 m. Tebal tanah pelapukan umumnya 1,00 - 2,80 m, berupa lanau lempungan, coklat kemerahan, teguh, plastisitas sedang-tinggi, di beberapa tempat nilai penetrometer saku (q_u) 2,00 - 2,80 kg/cm^2 dan nilai tekanan konus 13,00 - 25,00 kg/cm^2 . Hasil analisa laboratorium mekanika tanah dari contoh tanah lanau lempungan di permukaan pada beberapa lokasi : $G_s = 2,622 - 2,708$; $\gamma_m = 1,190 - 1,488 \text{ g/cm}^3$; $W_n = 34,19 - 36,85 \%$; Group simbol MH; $C = 0,115 - 0,295 \text{ kg/cm}^2$; $\Phi = 23,35 - 24,37^\circ$. Secara umum formasi ini mempunyai tingkat kekuatan tanah dan batuan rendah.

D. Batuan Gunung Api Tengger (Qvt)

Di permukaan didominasi oleh sebaran tufa pasiran yang keadaannya melapuk tinggi. Tufa pasiran berwarna putih kecoklatan, berbutir pasir halus-kasar, membundar tanggung, kurang padu, mudah hancur, setempat berstruktur silang siur. Tebal tanah pelapukan umumnya rata-rata 1,50 m berupa lempung pasiran, coklat kemerahan, teguh, plastisitas sedang-tinggi. Secara umum formasi ini mempunyai tingkat kekuatan tanah dan batuan rendah.

3.3.3. Kependudukan dan Sosial Budaya

Sebagian besar masyarakat Kota Kepanjen adalah penduduk asli yang bersuku Jawa dan hanya sebagian kecil masyarakat pendatang yang pada umumnya bekerja pada sector pemerintahan, perhubungan, pendidikan, keuangan serta perdagangan. Berdasarkan data statistik Kabupaten Malang dalam angka, penduduk Kota Kepanjen tahun 2009 sebanyak 93.391 jiwa dengan tingkat kepadatan 2.018 jiwa per km^2 .

Sebagaimana diketahui bahwa masalah kependudukan merupakan faktor penting dalam perencanaan, dimana penduduk dalam

suatu wilayah atau kawasan merupakan objek dan subjek perencanaan. Kondisi penduduk menjadi tolak ukur penyediaan ruang untuk kegiatan suatu wilayah, kawasan maupun suatu daerah. Elemen-elemen kependudukan merupakan indikator yang harus dimengerti dalam mengetahui tingkat perkembangan kawasan dengan mempertimbangkan masalah yang ada mengenai aspek kependudukan itu sendiri. Selain masalah kependudukan yang juga sangat penting di dalam merencanakan perkembangan kawasan adalah masalah lingkungan hidup. Salah satu masalah lingkungan hidup di perkotaan adalah saluran drainase yang merupakan tempat pembuangan air limbah dan air hujan.

Potensi yang terkait dengan kependudukan dan sosial budaya adalah :

- 1) Karakter sosial masyarakat yang cenderung bersifat kekeluargaan dan tidak bersifat individualis;
- 2) Adat istiadat serta perilaku penduduk pedesaan yang masih kental yang didukung oleh alam pertanian;
- 3) Kemauan masyarakat yang besar di dalam bekerja terutama masyarakat pedesaan;
- 4) Kerukunan umat beragama yang masih tinggi;
- 5) Pengaruh metropolis terhadap perubahan sikap, perilaku, dan kebiasaan masyarakat cenderung tidak mengalami perubahan yang berarti.

3.3.4. Pola Tata Guna Lahan

Secara umum pola penggunaan tanah yang dikembangkan menggambarkan penetapan pusat-pusat kegiatan dan pengelompokan kegiatan baik untuk fungsi primer maupun fungsi sekunder. Rencana struktur pengembangan kota, dimana struktur kota yang ada pada saat ini dan struktur kota yang dituju memerlukan penataan dan pengembangan lebih lanjut. Pola perkembangan yang ada ternyata menunjukkan kecenderungan memusat di pusat kota, kemudian berkembang linier ke arah utara sampai Mojosari, ke arah barat menuju Talangagung dan kearah selatan menuju Jenggolo-

Sengguh. Sesuai dengan pola perkembangan tersebut maka arahan struktur dilakukan dengan membagi Kepanjen menjadi 8 BWK.

Peruntukan lahan yang terdapat pada kawasan adalah peruntukan ruang hijau terbuka, tempat peribadatan, peruntukan untuk aktivitas perdagangan, dan untuk permukiman. Untuk peruntukan di masa yang akan datang, diupayakan membentuk hubungan dan keterkaitan antara peruntukan lahan kawasan penataan dengan kawasan di sekitarnya sehingga terjalin keterpaduan di dalamnya. Adapun untuk luasan permukiman di Perkotaan Kepanjen sebesar 790 Ha, sawah sebesar 2.623 Ha, Tegal/ kebun sebesar 663, dan peruntukkan lainnya sebesar 22 Ha.

Tabel 2.1. Penggunaan Lahan Kota Kepanjen

No.	Penggunaan Lahan	Luas (Ha)
1.	Permukiman	790
2.	Sawah	2.623
3.	Tegal/ kebun	663
4.	Peruntukan lain	22

Secara spatial pola penggunaan tanah di Kota Kepanjen dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Sebagai pusat kegiatan dan orientasi utama Kota Kepanjen dalam hal ini merupakan pusat kota, yaitu di Kelurahan Kepanjen sekitar Pasar Kepanjen, sepanjang Jl. A. Yani, Jl. Panglima Sudirman, Jl. Kawi, Jl. Sultan Agung, Jl. Agus Salim, Jl. Raya Talangagung dan Jl. Sumedang. Kegiatan yang terdapat di pusat kota ini berupa kegiatan perdagangan dan jasa serta pelayanan umum (perkantoran dan fasilitas sosial). Pusat kota merupakan kawasan yang memiliki intensitas perkembangan yang tinggi, kepadatan penduduk pada kawasan permukiman yang tinggi dan transportasi terpadat.
2. Sub-pusat pelayanan yang ada di Kota Kepanjen dapat mengurangi terjadinya pemusatan kegiatan komersial pada wilayah pusat kota.

3. Kawasan terbangun lainnya berupa perumahan yang akhir-akhir ini mulai berkembang di Kota Kepanjen dengan lokasi yang menyebar dan cenderung mengarah ke bagian Selatan, Timur dan Barat, misalnya : Griya Sukoardi Indah, Perumahan Pondok Mutiara Indah, perumahan Asabri, Perumahan Saroja dan Perumahan Kepanjen Indah. Sedangkan untuk permukiman umum keberadaannya menyebar di seluruh wilayah Kecamatan Kepanjen.

3.3.5. Utilitas

Utilitas adalah sarana dasar yang menunjang perkembangan kota. Masalah utilitas kota ini akan meliputi air bersih, listrik, telepon, saluran pematuan, sampah, dan sanitasi. Kondisi potensi yang terkait dengan utilitas adalah :

- 1) Adanya peran serta masyarakat dan pemerintah daerah dalam memenuhi kebutuhan air bersih atau minum yang dilakukan melalui PDAM Kabupaten Malang.
- 2) Sarana jalan dan transportasi yang hampir seluruh wilayah ini sudah beraspal dan dilayani oleh jaringan listrik.
- 3) Salah satu pusat perdagangan dan perkantoran di Kabupaten Malang.
- 4) Adanya sarana olahraga berupa stadion yang dikenal dengan Stadion Kanjuruhan.

Jaringan drainase di kawasan perencanaan berupa drainase sekunder dan tersier. Pengadaan drainase tersebut dalam upaya untuk menangani masalah genangan air agar tidak terjadi banjir khususnya pada musim hujan

Irigasi di kawasan perencanaan berupa irigasi teknis dan non teknis. Sistem irigasi teknis untuk beberapa desa terletak di tepi jalan raya yang berasal dari beberapa anak sungai yang kemudian berkumpul di jaringan sekunder, yang kemudian berakhir di sungai atau waduk sengguruh. Dan untuk irigasi setengah teknis, yaitu yang melintas di tengah-tengah areal persawahan.



Gambar 2.4. Jaringan drainase dan irigasi di Kota Kepanjen

3.3.6. Kegiatan Ekonomi Masyarakat

Berdasarkan sumber penghasilnya, penduduk Kota Kepanjen lebih banyak bermatapencaharian di sektor industri dan perdagangan. Dalam bidang industri dapat dikelompokkan ke dalam 4 (empat) kelompok berdasarkan banyaknya pekerja :

- 1) Industri besar adalah dengan tenaga kerja 100 orang atau lebih.
- 2) Industri sedang adalah dengan tenaga kerja 20 hingga 99 orang.
- 3) Industri kecil dengan tenaga kerja 5 hingga 19 orang.
- 4) Industri rumah tangga dengan tenaga kerja 1 hingga 4 orang.

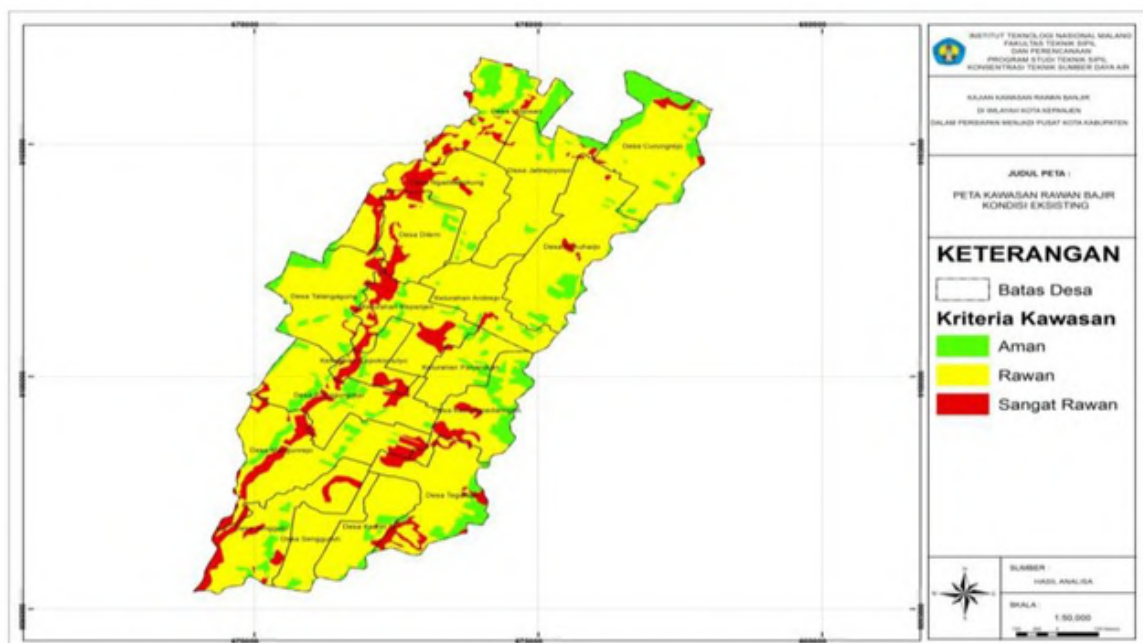
Dalam bidang perdagangan, Kota Kepanjen merupakan salah satu pusat perdagangan di wilayah Malang bagian selatan. Hal ini terlihat dari adanya pengembangan pasar dan swalayan di kota ini.

Kota Kepanjen adalah salah satu daerah yang cocok dan kondusif untuk dijadikan daerah permukiman, hal tersebut dikarenakan posisinya yang strategis, dimana sarana angkutan dan transportasi yang sangat mendukung. Namun, keberadaannya diharapkan tidak mengganggu kelestarian lingkungan Kota Kepanjen karena merupakan daerah perdagangan dan perkantoran di Kabupaten Malang. Industri besar, sedang, kecil, dan kerajinan rumah tangga juga harus terus diberdayakan karena perannya yang cukup signifikan dalam membentuk produk domestik regional bruto Kabupaten Malang.

3.4. Permasalahan dan Pengembangan Konsep Solusi

Beberapa tahun terakhir Kota Kepanjen sering terjadi banjir akibat limpasan permukaan yang berlebihan. Seperti di ruas Jalan Pangunrejo, ruas Jalan Cempokomulyo, ruas Jalan Penarukan, ruas Jalan Panji dan ruas Jalan Panglima Sudirman terutama depan Rumah Makan Bojana Puri dimana banjir berasal limpasan permukaan yang tidak mampu ditampung oleh saluran drainase yang ada sehingga air menggenang ke Jalan Raya. Kondisi tutupan lahan yang cukup padat dengan wilayah terbangun yang terletak pada pusat kota sehingga mengurangi daya resapan air, ditambah lagi dengan intensitas hujan di daerah Kota Kepanjen yang cukup tinggi tiap tahunnya merupakan salah satu penyebab utama terjadinya banjir pada wilayah Kota Kepanjen.

Dalam menjabarkan historis lokasi rawan genangan dan radius genangan yang terdapat di Kota Kepanjen dibutuhkan beberapa informasi tentang lokasi rawan genangan hingga berapa luasan kawasan rawan genangan yang sering terjadi di Kota Kepanjen. Di bawah ini tersaji peta kawasan rawan banjir kondisi eksisting di Kota Kepanjen.



Gambar 5.1. Peta Kawasan Rawan Banjir Kondisi Eksisting Di Kota Kepanjen.

Dari hasil peta kawasan banjir yang telah dibuat maka didapat sebaran luas untuk masing-masing kriteria kawasan adalah sebagai berikut :

Tabel 5.1. Kawasan Rawan Banjir Tahun 2009

No	Nama Desa/Kelurahan	Kriteria Kawasan				Luas (m ²)
		Sangat Rawan	Rawan	Aman	Sangat Aman	
1	Desa Kemiri	33137.094	1617912.5	158782.44	0	1809832
2	Desa Sengguruh	62.795	1439081.3	40504.131	0	1479648
3	Desa Jenggolo	483517.865	2425470.8	224051.09	0	3133040
4	Desa Tegalsari	402226.03	2051166.5	524718.69	0	2978111
5	Desa Mengunrejo	684100.009	3034439.3	284723.95	0	4003263
6	Desa Kedungpedaringan	283490.618	1521452.4	544714.45	0	2349658
7	Desa Penggungrejo	268160.924	2591598	407402.91	0	3267162
8	Kelurahan Panarukan	14997.163	1278975.9	166723.49	0	1460697
9	Kelurahan Cepokomulyo	262633.349	791648.86	91492.597	0	1145775
10	Kelurahan Kepanjen	575052.496	1820345.5	162076.3	0	2557474
11	Kelurahan Ardirejo	39976.773	1979031.7	74096.838	0	2093105
12	Desa Talangagung	127268.169	2420099.2	455910.35	0	3003278
13	Desa Dilem	294954.911	1856176.8	96375.777	0	2247508
14	Desa Sukoharjo	65428.769	3884939.7	360491.85	0	4310860
15	Desa Ngadilangkung	443635.878	2649207	91471.709	0	3184315
16	Desa Jatirejoyoso	40008.657	3015508.1	210321.98	0	3265839
17	Desa Curungrejo	115977.935	2595303.8	882981.94	0	3594264
18	Desa Mojosari	280310.233	1695442.5	693037.69	0	2668790
Luas Total (m ²)						48552618

Tabel 5.2. Kawasan Rawan Banjir Tahun 2029

No	Nama Desa/Kelurahan	Kriteria Kawasan				Luas (m ²)
		Sangat Rawa	Rawan	Aman	Sangat Aman	
1	Desa Kemiri	34612.96	1690577.544	84641.5	0	1809832
2	Desa Sengguruh	62.795	1427710.629	51874.8	0	1479648.3
3	Desa Jenggolo	439725.1	2633411.125	59903.6	0	3133039.8
4	Desa Tegalsari	309187.4	2512139.129	156785	0	2978111.2
5	Desa Mengunrejo	690609.6	3107744.079	204910	0	4003263.2
6	Desa Kedungpedaringan	164818.2	1844388.341	340451	0	2349657.5
7	Desa Penggungrejo	282553.9	2701481.911	283126	0	3267161.9
8	Kelurahan Panarukan	13706.26	1276327.08	170663	0	1460696.6
9	Kelurahan Cepokomulyo	262437.7	816933.52	66403.6	0	1145774.8
10	Kelurahan Kepanjen	566381.9	1941859.456	49233	0	2557474.3
11	Kelurahan Ardirejo	36344.87	1760182.06	296578	0	2093105.3
12	Desa Talangagung	52839.93	2504519.146	445919	0	3003277.7
13	Desa Dilem	578744.2	1668763.363	0	0	2247507.5
14	Desa Sukoharjo	90817.45	4183378.956	36664	0	4310860.4
15	Desa Ngadilangkung	313013.3	2336490.685	534811	0	3184314.6
16	Desa Jatirejoyoso	69183.95	3166367.865	30287	0	3265838.8
17	Desa Curungrejo	114101.4	2905874.679	574288	0	3594263.7
18	Desa Mojosari	522660.8	1451377.472	694752	0	2668790.4
Luas Total (m ²)						48552618

Sumber : Hasil perhitungan

Hasil analisa terhadap kawasan rawan banjir dan genangan menunjukkan bahwa sebagian besar kawasan dengan kriteria sangat rawan dan rawan berada di kawasan permukiman. Daerah sekitar permukiman yang ada pada lokasi kajian umumnya dilakukan perkerasan yang berupa pemavingan. Pemavingan yang dilakukan secara otomatis mengurangi wilayah atau daerah resapan air sehingga dapat meningkatkan limpasan.

Hasil kajian menunjukkan bahwa kawasan yang berstatus sangat rawan pada kondisi eksisting dengan luasan sebesar 4.414.939,668 m² mengalami peningkatan seiring perubahan yang akan dilakukan terhadap Kota Kepanjen menjadi 4.541.801,5 m². Kawasan yang berstatus rawan pada kondisi eksisting dengan luasan sebesar 38.667.799,9 m² mengalami peningkatan seiring perubahan yang akan dilakukan terhadap Kota Kepanjen menjadi 39.929.527,04 m². Sedangkan kawasan yang berstatus sangat aman pada kondisi eksisting dengan luasan sebesar 5.469.878,18 m² mengalami penurunan seiring perubahan yang akan dilakukan terhadap Kota Kepanjen menjadi 4.081.289 m².

Wilayah yang paling berpotensi rawan banjir dari hasil analisa yang dilakukan adalah wilayah dengan status kawasan sangat rawan banjir terbesar dari luas wilayah desa atau kelurahan tersebut. Kelurahan Kepanjen pada kondisi eksisting memiliki luasan kawasan sangat rawan banjir terbesar yaitu 575.052,496 m² atau 22,48 % dari luas keseluruhan wilayah kelurahan tersebut sebesar 2.557.474 m². Desa Dilem pada kondisi yang akan datang seiring perubahan yang akan dilakukan terhadap Kota Kepanjen memiliki luasan kawasan sangat rawan banjir terbesar yaitu 578.744,15 m² atau 25,75 % dari luas keseluruhan wilayah desa tersebut sebesar 2.247.508 m². Sedangkan wilayah yang berpotensi terjadinya banjir dan genangan dari hasil analisa yang dilakukan adalah wilayah dengan status kawasan rawan banjir terbesar dari luas wilayah desa atau kelurahan tersebut. Desa Sengguruh pada kondisi eksisting memiliki luasan kawasan rawan terbesar yaitu 1.439.081,34 m² atau 97,26 % dari luas keseluruhan wilayah desa tersebut yaitu 1.479.648 m². Desa Sukoharjo pada kondisi yang akan datang seiring perubahan yang

akan dilakukan terhadap Kota Kepanjen memiliki luasan kawasan rawan terbesar yaitu 4.183.378,96 m² atau 97,04 % dari luas keseluruhan wilayah desa tersebut yaitu 4.310.860 m². Wilayah yang tidak berpotensi banjir dari hasil analisa adalah wilayah dengan status kawasan aman terbesar dari luas keseluruhan wilayah desa atau kelurahan tersebut. Desa Mojosari pada kondisi eksisting memiliki luasan kawasan sangat rawan banjir terbesar yaitu 693.037,69 m² atau 25,97 % dari luas keseluruhan wilayah kelurahan tersebut sebesar 2.668.790 m². Desa Mojosari pada kondisi yang akan datang seiring perubahan yang akan dilakukan terhadap Kota Kepanjen memiliki luasan kawasan sangat rawan banjir terbesar yaitu 694.752 m² atau 26,03 % dari luas keseluruhan wilayah desa tersebut sebesar 2.668.790 m².

Oleh karena itu dalam upaya peningkatan pelayanan sarana dan prasarana drainase kepada masyarakat di Kecamatan Kepanjen akan dilakukan perencanaan sesuai dengan rencana tata ruang Kota Kepanjen. Dari pekerjaan ini nantinya diharapkan suatu output yang dijadikan sebagai dasar bagi pelaksanaan pemeliharaan dan pembangunan sarana dan prasarana drainase baik jangka menengah maupun jangka panjang di Kota Kepanjen.

Analisa problematik harus dilakukan secara komprehensif untuk menemukan pemecahan yang terbaik untuk pekerjaan studi ini. Dalam pemenuhan kebutuhan pelayanan Prasarana Drainase perlu dilakukan suatu perencanaan sistim konservasi air secara cermat dengan menerapkan pendekatan analisa keruangan yang berbasis konservasi sumber daya air.

3.5. Analisa Hujan

3.5.1. Hujan Rerata Daerah

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.

Penentuan curah hujan rata-rata daerah diperoleh dari data stasiun penakar hujan yang terdapat disekitar daerah studi dengan periode pengamatan selama 10 tahun dari tahun 2002 sampai tahun 2011 (pada lampiran). Perhitungan curah hujan rata-rata menggunakan metode Thiessen.

Tabel 4.1 Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Metode Thiessen

No	Tahun	CurahHujanMaksimum (sta)				R	Diurutkan Dari Kecil Ke Besar	
		Ngajum	Kepanjen	Karangsono	Pagak			
Koef.Thiessen		0.346	0.431	0.209	0.012			
1	2002	140	225	175	163	184.30	73.94	2006
2	2003	134	200	175	115	170.85	96.00	2011
3	2004	112	114	120	175	115.29	103.42	2009
4	2005	116	126	77	133	112.34	112.34	2005
5	2006	79	70	74	69	73.94	115.29	2004
6	2007	114	171	81	117	131.72	120.87	2010
7	2008	100	164	100	108	127.72	127.72	2008
8	2009	116	103	85	77	103.42	131.72	2007
9	2010	146	103	118	88	120.87	170.85	2003
10	2011	122	80	85	113	96.00	184.30	2002

Sumber : Hasil Perhitungan

3.5.2. Curah Hujan Rancangan

Dari hasil perataan data hujan didapat satu rangkaian data hujan. Selanjutnya curah hujan rencana dihitung berdasarkan rangkaian data hujan tersebut (hasil perataan). Perhitungan dilakukan dengan beberapa metode :

- Metode Log Person III

- Metode Gumbel

1). Metode Log Person III

Persamaan umum $\sum \text{Log } Rt = \text{Log } X + k \cdot S_{\text{Logx}}$

$$\text{Koefisien Skewnes : } g = \frac{n \cdot \sum (\text{Logxi} - \text{Logx})^3}{(n-1)(n-2)(S_{\text{Logx}})^3}$$

Dimana :

Rt = Besarnya curah hujan dengan periode ulang t

Logx = Curah hujan harian maksimum rata-rata dalam harga logaritmiknya

K = Faktor frekwensi dari LogPearson III sebagai fungsi dari koefisien skewness, g dan periodeulang t

S_{Logx} = Standard deviasi dari rangkaian data dalam harga logaritmiknya

g = Koefisien skewness dari Log Pearson III

n = Jumlah tahun pengamatan

X_i = Hujan pada tahun pengamatan ke i

Perhitungan :

Perhitungan dilakukan secara tabelris

Tabel 4.2. Perhitungan DenganMetode Log Pearson III

No	Tahun	R	Log X	Log Xi-Log X Rerata	(Log Xi-Log X Rerata) ²	(Log Xi-Log X Rerata) ³
1	2006	73.9468108 1	1.86891944 8	- 0.20954385 7	0.04390862 8	- 0.00920078 3
2	2011	96.0056216 2	1.98229666 4	- 0.09616664 2	0.009248023	- 0.00088935 1
3	2009	103.421945 9	2.01461270 5	- 0.06385060 1	0.004076899	- 0.00026031 2
4	2005	112.345513 5	2.05055573 4	- 0.02790757 2	0.000778833	-2.17353E- 05
5	2004	115.296324 3	2.06181546 2	- 0.01664784 4	0.000277151	-4.61396E- 06

No	Tahun	R	Log X	Log Xi-Log X Rerata	(Log Xi-Log X Rerata)^2	(Log Xi-Log X Rerata)^3
6	2010	120.872540 5	2.08232765	0.00386434 5	1.49332x 10 ⁻⁵	5.77069E-08
7	2008	127.723243 2	2.10626993 8	0.02780663 2	0.000773209	2.15003E-05
8	2007	131.724	2.11966491	0.04120160 5	0.001697572	6.99427E-05
9	2003	170.857081 1	2.23263298 3	0.15416967 7	0.023768289	0.00366434 9
10	2002	184.305189 2	2.26553756 3	0.18707425 7	0.034996778	0.00654699 6
Jumlah (Σ)		1236.49827	20.7846330 6		0.119540315	-7.39499E-05
Rata-Rata		123.649827	2.07846330 6			
SD			0.11524867 5			
Cs			- 8.91188x10 ⁻⁵			

Sumber : Hasil Perhitungan

$$\begin{aligned} \text{Logx} &= \frac{\sum \text{Log Xi}}{n} \\ &= 20.78463306 : 10 \\ &= 2.078463306 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{\text{Logx}} &= \sqrt{\frac{\sum (\text{Log Xi} - \text{Log X}_r)^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0.119540315}{9}} \\ &= 0.115 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Coefisien Skewness (CS)} &= \frac{n \cdot \sum (\text{Log xi} - \text{Log x})^3}{(n-1)(n-2)S_{\text{Logx}}^3} \\ &= \frac{10 \cdot (-7.39499 \times 10^{-5})}{72 \times 0.115248675^3} \\ &= -8.91199 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

Untuk mendapat hasil K maka CS diinterpolasikan dengan kala ulang 2, 5, 10 dan 20 pada tabel Distribusi Log Person tipe III.

Tabel 4.3. Perhitungan Interpolasi Untuk nilai K

Cs	K 2 Tahun	K 5 Tahun	K 10 Tahun	K 20 Tahun
0	0	0.842	1.282	1.438
-0.1	0.017	0.846	1.27	1.418
-0.000089	0.000015	0.842004	1.281989	1.437982

Sumber : Hasil Perhitungan

Maka : Rumus : $\sum \text{Log Rt} = \text{Log X} + k \cdot S_{\text{Log}}$

Tabel 4.4. Perhitungan Curah Hujan Kala Ulang 2,5,10,dan 20

Periode Ulang (Tahun)	Log X rata-rata	K	s log X	Log Xt	Xt
2	2.0784633	0.000015	0.115248675	2.078465052	119.8022713
5	2.0784633	0.842004	0.115248675	2.175503101	149.796995
10	2.0784633	1.281989	0.115248675	2.226210875	168.3491296
20	2.0784633	1.437982	0.115248675	2.244188847	175.4643318

Sumber : Hasil Perhitungan

2). Metode Gumbel

$$\begin{aligned} \text{Persamaan Umum} \quad X_t &= \bar{X} + K \cdot S_d \\ K &= \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \end{aligned}$$

Dimana :

X_t = Besarnya curah hujan dengan periode ulang t

\bar{X} = Curah hujan harian maksimum rata-rata selama periode pengamatan

k = Faktor frekwensi dari Gumbel

S_n = Standard deviasi

Perhitungan :

Perhitungan dilakukan secara tabelris.

Tabel 4.5. Perhitungan Dengan Metode Gumbel

No	Tahun	R (Xi)	(Xi-Xrt)	(Xi-Xrt)^2	(Xi-Xrt)^3
1	2006	73.94681	-49.703	2470.389821	-122785.8253
2	2011	96.00562	-27.6442	764.2020925	-21125.75962
3	2009	103.4219	-20.2279	409.167173	-8276.584918
4	2005	112.3455	-11.3043	127.787504	-1444.550008
5	2004	115.2963	-8.3535	69.7810074	-582.9158339
6	2010	120.8725	-2.77729	7.713320228	-21.42210004
7	2008	127.7232	4.073416	16.59271967	67.58905338
8	2007	131.724	8.074173	65.1922692	526.373658
9	2003	170.8571	47.20725	2228.524835	105202.5381
10	2002	184.3052	60.65536	3679.072959	223155.5028
Jumlah		1236.498	0	9838.423701	174714.9457
Rata-rata		123.65	0	983.8423701	17471.49457
StandarDeviasi		33.06294284			

Sumber : Hasil Perhitungan

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

dimana:

X_i = nilai varian ke I,

n = jumlah data.

$$X_r = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$= \frac{1236.498}{10}$$

$$= 123.64$$

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X_r)^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{9838.423701}{9}}$$

$$= 33.062$$

1 Faktor frekuensi *E.J. Gumbel Type I* (K) dihitung menggunakan rumus:

$$K = \frac{YT - Yn}{Sn}$$

Dimana :

YT = Reduced variate sebagai fungsi periode ulang T
 $= -\ln [-\ln (T - 1)/T]$

Yn = Reduced mean sebagai fungsi dari banyaknya data n

Sn = Reduced standar deviasi sebagai fungsi dari banyaknya data n

Tabel 4.6. Perhitungan Curah Hujan Rencana Kala Ulang 2,5,10, dan 20 Tahun

Tr	Yt	Yn	Sn	K	Xt
2	0.37	0.4952	0.9496	-0.13551714	119.1692315
5	1.50	0.4952	0.9496	1.05806654	158.6326206
10	2.25	0.4952	0.9496	1.848322796	184.760818
20	2.97	0.4952	0.9496	2.60635557	209.8236122

Sumber : Hasil Perhitungan

$$Yn = 0.4952 ; Sn : 0.9496$$

Yn dan Sn dapat diketahui dari tabel 3.2 Hubungan Yn, dengan n Serta Sn

Periode ulang 2 tahun :

$$Yt = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{Tr-1}{Tr} \right) \right\}$$

$$Yt = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{2-1}{2} \right) \right\}$$

$$Yt = -\ln \{ -\ln 0,5 \} = 0.37$$

$$K = \frac{Yt - Yn}{Sn}$$

Periode ulang 2 tahun :

$$Xt = Xr + (K * Sx)$$

$$Xt = 123.65 (- 0.13551714 * 33.063)$$

$$Xt = 119.1692315$$

$$K = \frac{0.37 - 0.4952}{0.9496}$$

$$K = -0.13551714$$

Periode ulang 5 tahun :

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

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

$$Y_t = -\ln \{ \ln 0,8 \} = 1.50$$

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

$$K = \frac{1.50 - 0.4952}{0.9496}$$

$$K = 1.05806654$$

Periode ulang 10 tahun :

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

$$Y_t = -\ln \left\{ \ln \left(\frac{10 - 1}{10} \right) \right\}$$

$$Y_t = -\ln \{ \ln 0,9 \} = 2.25$$

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

$$K = \frac{2.25 - 0.4952}{0.9496}$$

$$K = 1.848322796$$

Periode ulang 20 tahun :

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

$$Y_t = -\ln \{ \ln \left(\frac{20 - 1}{20} \right) \}$$

Periode ulang 5 tahun :

$$R_t = X_r + (K * S_x)$$

$$R_t = 123.65 (1.05806654 * 33.063)$$

$$R_t = 158.6326206$$

Periode ulang 10 tahun :

$$R_t = X_r + (K * S_x)$$

$$R_t = 123.65 (1.848322796 * 33.063)$$

$$R_t = 184.760818$$

Periode ulang 20 tahun :

$$R_t = X_r + (K * S_x)$$

$$R_t = 123.65 (2.60635557 * 33.063)$$

$$R_t = 209.8236122$$

$$\begin{aligned}
 & \left(\frac{20-1}{20} \right) \\
 Y_t &= -\ln \{-\ln 0,95\} = \\
 & 2.97 \\
 K &= \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \\
 K &= \frac{2.97 - 0.4952}{0.9496} \\
 K &= 2.60635557
 \end{aligned}$$

Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana

Metode	CurahhujanRencana (mm)	
	Gumbel	Log Person III
2	119.169	119.802
5	158.632	149.796
10	184.760	168.349
20	209.823	175.464

Sumber : Hasil Perhitungan

➤ Uji Kesesuaian Distribusi

Untuk mengetahui apakah data tersebut benar sesuai dengan jenis sebaran teoritis yang dipilih maka perlu dilakukan pengujian lebih lanjut. Untuk keperluan analisis uji kesesuaian dipakai dua metode statistik sebagai berikut :

1. Uji chi-square

Tes uji chi-Square dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisa.

Langkah-langkah perhitungan untuk pengujian uji chi-square adalah sebagai berikut :

- ✓ 1. Kelompokkan data menjadi k kelas.
Jumlah kelas distribusi dihitung dengan rumus (Shahin, 1979:186) :

$$\begin{aligned}
 K &= 1 + 3,222 \cdot \log n \\
 &= 1 + 3,222 \cdot \log 10 \\
 &= 4.32 \approx 5 \text{ kelas}
 \end{aligned}$$

✓ Menghitung nilai X

Untuk Pr = 80%, dan Cs = -0.000089 ; S = 0.115248675

$$P = 0,8 ; K = 2.21714$$

$$\begin{aligned}
 \text{Log } X &= \text{Log } \bar{X} + S \cdot K \\
 &= 2.078463306 +
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &0.115248675 \cdot 2.21714 \\
 &= 2.333986
 \end{aligned}$$

$$X = 215.7673631$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.8. Hasil Perhitungan X Untuk Masing-Masing Kelas

No	P	K	Log X	X
1	20%	1.59464	2.262243	182.912
2	40%	1.93275	2.30121	200.082
3	60%	2.10834	2.321447	209.626
4	80%	2.21714	2.333986	215.767

Sumber : Hasil Perhitungan

✓ Pembagian Kelas

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

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

Nilai yang diambil ($O_i = \text{Observed Frequency}$) dilihat pada batas kelas atau besarnya curah hujan yang berada didalam batas kelas. Sedangkan

harga derajat kebebasan dapat dicari dengan persamaan :

$$Dk = k - h - 1$$

Dengan :

Dk = DerajatKebebasan

k = Jumlahklasdistribusi

h = parameter untuk chi square = 2

Perhitungan selengkapnya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} E_i &= \sum i/5 \\ &= 10 / 5 \\ &= 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X^2 &= \sum (E_i - O_i)^2 : E_i \\ &= 62 : 10 \\ &= 6.2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DK &= k - h - 1 \\ &= 5 - 2 - 1 \end{aligned}$$

$$A = 5 \%$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada table sebagaiberikut :

Tabel 4.9. Perhitungan Uji Chi Square (Log- Pearson Type III)

No	Kelas	Ei	Oi	((Oi-Ei)^2)
1	0-182.9125	2	9	49
2	182.9125-200.083	2	1	1
3	200.083-209.6267	2	0	4
4	209.6267-215.7674	2	0	4
5	215.7674≥	2	0	4
Jumlah		10	10	62
			X ²	6.2
Derajat Bebas (n) = K-h-1 dimana h = 2				2
Taraf Signifikan (α)				5%
Nilai kritis untuk Uji Chi-Kuadrat Δcr				5.991

No	Kelas	Ei	Oi	((Oi-Ei)^2)
Nilai kritis untuk Uji Chi-Kuadrat >X^2				<u>Diterima</u>

Sumber : Hasil Perhitungan

Nilai lalu Δ_{max} dibandingkan dengan Δ_{cr} (Tabel Kritis Uji Smirnov), didapat Δ_{cr} adalah 5.991 dan Δ_{max} adalah 6. Karena $\Delta_{max} > \Delta_{cr}$ maka keputusan yang diambil adalah **diterima**

Tabel 4.10. Perbandingan Hasil Uji Square

	Metode Log Person Typell	Metode EJ.Gumbel
Chi Square Hitung	6.2	0.6
TarafSignifikan	5%	5%
Chi Square Kritis	5.991	5.991
Hipotesa	Diterima	Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan

2. Uji Kesesuaian Distribusi ¹ Uji Smirnov-Kolmogorov

Pengujian ini dilakukan dengan menggambarkan probabilitas untuk tiap data, yaitu dari perbedaan distribusi empiris dan distribusi teoritis yang disebut Δ_{max} . Dalam bentuk persamaan dapat ditulis (Sri Harto, 1993:180):

$$\Delta_{max} = |P_{(T)} - P_{(E)}|$$

dengan :

Δ_{max} : Selisih maksimum antara peluang teoritis dan peluang empiris

$P_{(T)}$: Peluang teoritis

$P_{(E)}$: Peluang empiris

Dengan pemeriksaan uji ini akan diketahui :

1. Kebenaran antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau yang diperoleh secara teoritis.
2. Kebenaran hipotesa diterima atau ditolak.

Langkah berikutnya adalah membandingkan Δ_{max} dengan Δ_{cr} . Interpretasinya adalah :

- A. $\Delta_{max} < \Delta_{cr}$, maka distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima.
- B. $\Delta_{max} > \Delta_{cr}$, maka distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima.

Tabel 4.11 Kritis (Δ_{Cr}) Smirnov-Kolmogorof

n	0,20	0,10	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	0,30	0,34	0,40
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	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
n > 50	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{n}}$

Sumber : Hasil Perhitungan

Penyimpangan tersebut kemudian dibandingkan dengan penyimpangan kritis yang masih diijinkan (Δ_{cr}), pada proyek ini digunakan nilai kritis (significant level) $\alpha = 5\%$. Nilai kritis * untuk pengujian ini tergantung pada jumlah data dan α . Langkah-langkah perhitungan untuk Uji Smirnov-Kolmogorof adalah sebagai berikut :

- ✓ Data curah hujan rata-rata harian maksimum tiap tahun disusun dari kecil ke besar (kecuali metode distribusi log-person tipe III yang disusun dari besar ke kecil)
- ✓ Probabilitas dihitung dengan persamaan weibull :

$$P = \frac{100 \cdot m}{n+1}$$
dengan : n = Banyaknya data, dan m = Nomer urut data.

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

$$= 0.0909$$

- ✓ Mencari harga Pt, Plotting data Xi - Probabilitas P
Pt = 8 %
- ✓ Menghitung nilai Pe dan Pt dengan persamaan :

$$\Delta_{maks} = [Pe - Pt]$$

$$= 9.090 - 8$$

$$= 1.0909$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada table sebagai berikut :

Tabel 4.12. Perhitungan Pe dan Pt

No	R	Pe %	Pt %	Pe - Pt
1	73.94681	9.090909	8	1.090909
2	96.00562	18.18182	16	2.181818
3	103.4219	27.27273	24	3.272727
4	112.3455	36.36364	40	-3.63636
5	115.2963	45.45455	45	0.454545
6	120.8725	54.54545	54	0.545455
7	127.7232	63.63636	64	-0.36364
8	131.724	72.72727	70	2.727273
9	170.8571	81.81818	89	-7.18182
10	184.3052	90.90909	91.5	-0.59091
Jumlah	1236.498		Maks(%)	3.272727
Rata-rata	123.6498		Maks	0.032727
SD	33.06294			
Banyak data				10
Taraf Signifikan (α)				5%
Nilai Kritis Do Untuk Uji SK				0.41

Sumber :Hasil Perhitungan

Nilai Δ_{max} lalu dibandingkan dengan Δ_{cr} (Tabel Kritis Uji Smirnov), didapat Δ_{cr} adalah 0.41 dan adalah Δ_{max} 0.032727. Karena nilai $\Delta_{max} < \Delta_{cr}$ maka keputusan yang diambil adalah diterima.

Tabel 4.13 Perbandingan Uji Smirnov-Kolmogorov Metode Log Person dan Metode EJ. Gumbel

	Metode Log Person Typelll	Metode EJ. Gumbel
D Maks	0.03	0.06
Taraf Signifikan	5%	5%
D Kritis	0.41	0.41
Hipotesa	Diterima	Diterima

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari perhitungan yang telah dilakukan di atas maka data curah hujan yang digunakan untuk perhitungan selanjutnya adalah data curah hujan yang telah dihitung dengan menggunakan Metode Log Person, karena data curah hujan hasil perhitungan menggunakan Metode Log Person adalah yang terkecil, dan dari hasil yang dilakukan, data ini layak untuk digunakan.

3.4.3. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung semakin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Hubungan antara intensitas, lam hujan dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam lengkung Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF). Diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman untuk menentukan lengkung IDF. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia dan yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe.

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

Dimana :

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

R_{24} = curah hujan maksimum harian (Selama 24 jam) (mm)

R_{24} disini memakai data curah hujan pada tahun ulang 10 tahun dengan menggunakan metode Log Pearson III, sehingga nilai I :

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir dari suatu titik yang paling jauh ke suatu titik tertentu yang ditinjau pada suatu daerah pengaliran. Untuk menghitung waktu konsentrasi dipakai Kirpich. (Subarkah, 1980:50)

Contoh Perhitungan Gang Makam Saluran Kanan :

$$T_c = \frac{0.0195}{60} \left[\frac{L}{S} \right]^{0.77}$$

Dengan :

L = Panjang Saluran

S = Kemiringan rata-rata saluran

a. Perhitungan Waktu Konsentrasi (T_c)

$$T_c = \frac{0.0195}{60} \left[\frac{L}{S} \right]^{0.77}$$

$$\begin{aligned} T_c &= \frac{0.0195}{60} \left[\frac{103.5}{0.02} \right]^{0.77} \\ &= 0.15168 \end{aligned}$$

b. Perhitungan Intensitas Hujan

- Pada studi ini, R_{24} menggunakan kala ulang 2 tahun
- Dari perhitungan sebelumnya, dengan R_{24} kala ulang 2 tahun, didapat

$$R_{24} = 119.8022713$$

$$\begin{aligned} I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \\ &= \frac{119.802}{24} \left(\frac{24}{119.8022713} \right)^{2/3} \\ &= 146.03 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

3.6. Pendekatan dan Solusi

3.6.1. Pendekatan Konsep

Pekerjaan drainase Kota Kepanjen ini dilakukan pendekatan desain sebagai berikut :

- Perubahan fungsi kawasan mengacu pada RDTRK
- Mengakomodasikan upaya yang telah dilakukan
- Mempertahankan sinergitas dengan Sistim irigasi
- Program Jangka Pendek : mengatasi masalah rawan banjir rutin
- Program Jangka Menengah dan Jangka Panjang : Normalisasi saluran dan pembuatan saluran baru untukantisipasi perubahan fungsi kawasan.

3.6.2. Rencana jaringan Sistim Drainase Utama

Sistim jaringan utama adalah Sistim jaringan drainase yang secara struktur terdiri dari saluran primer yang menampung aliran dari saluran-saluran sekunder. Saluran sekunder menampung aliran dari saluran-saluran tersier. Saluran tersier menampung aliran dari daerah alirannya masing-masing. Drainase lokal dapat langsung mengalirkan alirannya ke saluran primer, sekunder, maupun tersier.

3.6.2.1. Rencana Jangka Pendek

A. Rencana Jangka Pendek 1

1. Rencana Sistim Jaringan Drainase

Dalam mengatasi masalah pada drainase Kota Kepanjen dilakukannya pembuatan Sudetan agar genangan tersebut dapat teratasi. Maka perlu 1 (satu) pelimpah samping.

2. Zonasi Daerah Layanan

Pada rencana jangka pendek ini dilaksanakan pada Saluran irigasi Metro Hilir ke sungai Metro di Desa Mojosari, yang tersambung dengan saluran yang telah dibuat.

Zonasi layanan daerah berada pada Saluran Mojosari dan Jalan Pesantren Mojosari.

3. Debit Air Yang Dialirkan

Pada saluran 2 (dua) Mojosari didapat debit yang dialirkan ialah :

- Debit yang harus dialirkan adalah jumlah dari debit limpasan dan debit air buangan rumah tangga :

$$\begin{aligned} Q \text{ total} &= Q_{\text{rumah tangga}} + Q \\ &= 0.05 + 1.36 \\ &= 1.322 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Debit Limpasan permukaan

$$\begin{aligned} Q &= (0,278) \times (\Delta C \times I \times A) \\ &= (0,278) \times (0,5 \times 96.19 \times 0.098) \\ &= 1.316 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Debit buangan air rumah tangga, diasumsikan 70 % dari kebutuhan air bersih penduduk

4. Desain Saluran

Dimensi saluran yang direncanakan pada saluran Mojosari adalah :

Diketahui :

$$b = 0.42$$

$$h = 0.78$$

5. Desain Bangunan Pelengkap

Pada Desa Merjosari ini terdapat bangunan pelengkap yaitu gorong-gorong.

A. Rencana Jangka Pendek 2

1. Rencana Sistem Jaringan Drainase

Genangan yang terjadi pada kawasan Bojana Puri dan POM diatasi dengan dibuatnya Sudetan. Maka perlu bangun 1 pelimpah samping.

2. Zonasi Daerah Layanan

Pada rencana Jangka Pendek ini berada pada Kawasan Bojana Puri dan POM yang terletak di Desa Ngadilangkung. Pada saluran Jalibar 1, Jalibar 2, dan Jalibar 3.

3. Debit Air Yang Dialirkan

Pada saluran Jalibar 1 didapat debit yang dialirkan ialah :

- Debit yang harus dialirkan adalah jumlah dari debit limpasan dan debit air buangan rumah tangga :

$$\begin{aligned} Q \text{ total} &= Q_{\text{rumah tangga}} + Q \\ &= 0,008 + 1,348 \\ &= 1,354 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Debit Limpasan permukaan

$$\begin{aligned} Q &= (0,278) \times (\Delta C \times I \times A) \\ &= (0,278) \times (0,5 \times 68,612 \times 0,141) \\ &= 1,346 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Debit buangan air rumah tangga, diasumsikan 70 % dari kebutuhan air bersih penduduk

4. Desain Saluran

Dimensi saluran yang direncanakan pada saluran sudetan Desa Ngadilangkung adalah :

Diketahui :

$$b = 0,57$$

$$h = 0,89$$

5. Desain Bangunan Pelengkap

Pada saluran Jalibar 1 ini terdapat bangunan pelengkap yaitu gorong-gorong.

B. Rencana Jangka Pendek 3

1. Rencana Sistem Jaringan Drainase

Rencana jaringan Drainase pada kawasan Pasar Kepanjen dan Pusat Kota yaitu dengan membuat Sudetan dengan panjang 1 m. Maka, perlu adanya pembangunan 1 pelimpah samping.

2. Zonasi Daerah Layanan

Adapun daerah layanan dalam membangun sudetan yaitu dari saluran Irigasi Metro Hilir ke Sungai Sukum di Desa Adirejo.

3. Debit Air Yang Dialirkan

Pada saluran Sudetan Ardirejo didapat debit yang dialirkan ialah :

- Debit yang harus dialirkan adalah jumlah dari debit limpasan dan debit air buangan rumah tangga :

$$\begin{aligned} Q \text{ total} &= Q_{\text{rumah tangga}} + Q \\ &= 0,088 + 66,088 \\ &= 66,177 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Debit Limpasan permukaan

$$\begin{aligned} Q &= (0,278) \times (\Delta C \times I \times A) \\ &= (0,278) \times (0,5 \times 308,721 \times 1,540) \\ &= 66,088 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Debit buangan air rumah tangga, diasumsikan 70 % dari kebutuhan air bersih penduduk

4. Desain Saluran

Dimensi saluran yang direncanakan pada saluran sudetan Desa Ardirejo adalah :

Diketahui :

$$b = 1,6$$

$$h = 2,48$$

5. Desain Bangunan Pelengkap

Pada saluran sudetan ardirejo ini terdapat bangunan pelengkap yaitu gorong-gorong.

C. Rencana Jangka Pendek 4

1. Rencana Sistem Jaringan Drainase

Dalam perencanaan Drainase pada saluran irigasi Metro Hilir ke sungai Sukum dengan membuat Sudetan

2. Zonasi Daerah Layanan

Pada daerah layanan jangka pendek ini terletak pada Desa Dilem dan saluran yang akan diperbaiki adalah saluran Dilem 1, Dilem 2, Dilem 3 dan Jalan Kawi.

3. Debit Air Yang Dialirkan

Pada saluran Dilem 1 didapat debit yang dialirkan ialah :

- Debit yang harus dialirkan adalah jumlah dari debit limpasan dan debit air buangan rumah tangga :

$$\begin{aligned} Q \text{ total} &= Q_{\text{rumah tangga}} + Q \\ &= 0.021 + 11.231 \\ &= 11.253 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Debit Limpasan permukaan

$$\begin{aligned} Q &= (0,278) \times (\Delta C \times I \times A) \\ &= (0,278) \times (0,5 \times 214.473 \times 0.376) \\ &= 11.231 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Debit buangan air rumah tangga, diasumsikan 70 % dari kebutuhan air bersih penduduk

4. Desain Saluran

Dimensi saluran yang direncanakan pada saluran sudetan Desa Dilem adalah :

Diketahui :

$$b = 1,3$$

$$h = 1,47$$

5. Desain Bangunan Pelengkap

Pada saluran Desa Dilem ini terdapat bangunan pelengkap yaitu gorong-gorong.

D. Rencana Jangka Pendek 5

1. Rencana Sistem Jaringan Drainase

Pada jangka pendek ini dibangun saluran drainase di Jalan Bromo. Saluran ini dibangun karena tampungan saluran sebelumnya tidak bisa menampung debit hujan yang mengakibatkan pada Jalan Bromo sering terjadi banjir.

2. Zonasi Daerah Layanan

Adapun pembangunan saluran berada pada saluran Bromo 1, Sudetan Bromo, dan Bromo 2.

3. Debit Air Yang Dialirkan

Pada saluran Bromo 1 didapat debit yang dialirkan ialah :

- Debit yang harus dialirkan adalah jumlah dari debit limpasan dan debit air buangan rumah tangga :

$$\begin{aligned} Q \text{ total} &= Q_{\text{rumah tangga}} + Q \\ &= 0,015 + 2,284 \\ &= 2,299 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Debit Limpasan permukaan

$$\begin{aligned} Q &= (0,278) \times (\Delta C \times I \times A) \\ &= (0,278) \times (0,5 \times 60,127 \times 0,273) \\ &= 2,284 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Debit buangan air rumah tangga, diasumsikan 70 % dari kebutuhan air bersih penduduk

4. Desain Saluran

Dimensi saluran Jalan Bromo yang direncanakan pada saluran sudetan Desa Dilem adalah :

Diketahui :

$$b = 0.46$$

$$h = 1.02$$

5. Desain Bangunan Pelengkap

Pada saluran Jalan Bromo ini terdapat bangunan pelengkap yaitu gorong-gorong.

E. Rencana Jangka Pendek 6

1. Rencana Sistem Jaringan Drainase

Pada rencana ini akan dilakukan pembuatan saluran drainase pada Jalan Sultan Agung

2. Zonasi Daerah Layanan

Rencana ini dilakukakan pada zona daerah Jalan Sultan Agung, Kawi 1, Kawi 2, dan Kawi 3

3. Debit Air Yang Dialirkan

Pada saluran Jalan Sultan Agung didapat debit yang dialirkan ialah :

- Debit yang harus dialirkan adalah jumlah dari debit limpasan dan debit air buangan rumah tangga :

$$\begin{aligned} Q \text{ total} &= Q_{\text{rumah tangga}} + Q \\ &= 0,003 + 0,732 \\ &= 0,735 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Debit Limpasan permukaan
$$\begin{aligned} Q &= (0,278) \times (\Delta C \times I \times A) \\ &= (0,278) \times (0,5 \times 84,944 \times 0,062) \\ &= 0,732 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$
- Debit buangan air rumah tangga, diasumsikan 70 % dari kebutuhan air bersih penduduk

4. Desain Saluran

Dimensi saluran Jalan Sultan Agung yang direncanakan pada saluran sudetan Desa Dilem adalah :

Diketahui :

$$b = 0,8$$

$$h = 1,02$$

5. Desain Bangunan Pelengkap

Pada saluran Jalan Sultan Agung ini terdapat bangunan pelengkap yaitu gorong-gorong.

F. Rencana Jangka Pendek 7

1. Rencana Sistim Jaringan Drainase

Rencana yang akan dilakukan adalah pembuatan saluran drainase di Kawasan Zepur dan Stadion. Karena pada kawasan tersebut memiliki saluran yang kecil-kecil sehingga perlu adanya perbaikan saluran baru.

2. Zonasi Daerah Layanan

Pada Kawasan ini terjadi genangan pada daerah Kompleks Tentara 1, kompleks tentara 2 dan stadion Kanjuruhan.

3. Debit Air Yang Dialirkan

Pada saluran Kompleks Tentara didapat debit yang dialirkan ialah :

- Debit yang harus dialirkan adalah jumlah dari debit limpasan dan debit air buangan rumah tangga :

$$\begin{aligned} Q \text{ total} &= Q_{\text{rumah tangga}} + Q \\ &= 0,002 + 0,845 \\ &= 0,848 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Debit Limpasan permukaan

$$\begin{aligned} Q &= (0,278) \times (\Delta C \times I \times A) \\ &= (0,278) \times (0,5 \times 162,853 \times 0,037) \\ &= 0,845 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$
- Debit buangan air rumah tangga, diasumsikan 70 % dari kebutuhan air bersih penduduk

4. Desain Saluran

Dimensi saluran Kompleks zipur dan stadion yang direncanakan pada Kelurahan kepanjen adalah :

Diketahui :

$$b = 0.43$$

$$h = 0.8$$

5. Desain Bangunan Pelengkap

Pada saluran Kompleks Zipur ini terdapat bangunan pelengkap yaitu gorong-gorong.

G. Rencana Jangka Pendek 8

1. Rencana Sistem Jaringan Drainase

Penanggulangan genangan pada Kawasan Desa Cempokomulyo dilakukan pembuatan saluran drainase.

2. Zonasi Daerah Layanan

Zonasi daerah layanan dalam pembuatan saluran drainase berada pada Desa Cempokomulyo

3. Debit Air Yang Dialirkan

Pada saluran Cempokomulyo didapat debit yang dialirkan ialah :

- Debit yang harus dialirkan adalah jumlah dari debit limpasan dan debit air buangan rumah tangga :

$$Q \text{ total} = Q_{\text{rumah tangga}} + Q$$

$$= 0,010 + 0,861$$

$$= 0,871 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

- Debit Limpasan permukaan
$$Q = (0,278) \times (\Delta C \times I \times A)$$
$$= (0,278) \times (0,5 \times 34,320 \times 0,180)$$
$$= 0,861 \text{ m}^3/\text{dtk}$$
- Debit buangan air rumah tangga, diasumsikan 70 % dari kebutuhan air bersih penduduk

4. Desain Saluran

Dimensi saluran pada Desa Cempokomulyo yang direncanakan adalah :

Diketahui :

$$b = 0.5$$

$$h = 0.92$$

5. Desain Bangunan Pelengkap

Pada saluran Desa Cempokomulyo ini terdapat bangunan pelengkap yaitu gorong-gorong.

H. Rencana Jangka Pendek 9

1. Rencana Sistem Jaringan Drainase

Rencana yang dilakukan dalam penanggulangan genangan pada Desa Panggungrejo yaitu dengan pembuatan saluran karena pada daerah tersebut memiliki saluran yang perlu di perbesar sehingga bisa menampung debit hujan.

2. Zonasi Daerah Layanan

Zonasi daerah dalam penanggulangan genangan adalah pada Daerah Panggungrejo 1 dan Panggungrejo 2.

3. Debit Air Yang Dialirkan

Pada saluran Panggungrejo 1 didapat debit yang dialirkan ialah :

- Debit yang harus dialirkan adalah jumlah dari debit limpasan dan debit air buangan rumah tangga :

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{rumah tangga}} + Q$$

$$= 0.010 + 1.409$$

$$= 1.420 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

- Debit Limpasan permukaan
 $Q = (0,278) \times (\Delta C \times I \times A)$
 $= (0,278) \times (0,5 \times 53.676 \times 0.189)$
 $= 1.409 \text{ m}^3/\text{dtk}$
- Debit buangan air rumah tangga, diasumsikan 70 % dari kebutuhan air bersih penduduk

4. Desain Saluran

Dimensi saluran pada Desa Panggungrejo yang direncanakan adalah :

Diketahui :

$$b = 0,6$$

$$h = 0,98$$

5. Desain Bangunan Pelengkap

Pada saluran Desa Panggungrejo ini terdapat bangunan pelengkap yaitu gorong-gorong.

I. Rencana Jangka Menengah

A. Rencana Jangka Menengah 1

1. Rencana Sistem Jaringan Drainase
Pengalihan Fungsi dari Saluran irigasi menjadi saluran drainase direncanakan pada Desa Mojosari untuk penanggulangan genangan yang terjadi pada daerah tersebut.
2. Zonasi Daerah Layanan
Pada Desa Mojosari terjadi perubahan saluran yang mana saluran yang berubah pada zona gang makam kanan dan gang makam kiri.
3. Debit Air Yang Dialirkan
Pada saluran gang makam kanan didapat debit yang dialirkan ialah :

- Debit yang harus dialirkan adalah jumlah dari debit limpasan dan debit air buangan rumah tangga :

$$\begin{aligned} Q_{\text{total}} &= Q_{\text{rumah tangga}} + Q \\ &= 0,004 + 2,364 \\ &= 2,368 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Debit Limpasan permukaan

$$\begin{aligned} Q &= (0,278) \times (\Delta C \times I \times A) \\ &= (0,278) \times (0,5 \times 213,878 \times 0,079) \\ &= 2,364 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$
- Debit buangan air rumah tangga, diasumsikan 70 % dari kebutuhan air bersih penduduk

4. Desain Saluran

Dimensi saluran pada Desa Panggungrejo yang direncanakan adalah pada Gang makam kanan sebagai berikut :

Diketahui :

$$b = 0,42$$

$$h = 1,2$$

5. Desain Bangunan Pelengkap

Pada saluran Gang makam pada kawasan Desa Panggungrejo ini terdapat bangunan pelengkap yaitu gorong-gorong.

B. Rencana Jangka Menengah 2

1. Rencana Sistem Jaringan Drainase

Pada Desa Sukoharjo-Curungrejo akan direncanakan normalisasi saluran drainase.

2. Zonasi Daerah Layanan

Kawasan yang akan diperbaiki adalah pada Daerah Jalan Curungrejo.

3. Debit Air Yang Dialirkan

Pada saluran Jalan Curungrejo didapat debit yang dialirkan ialah :

- Debit yang harus dialirkan adalah jumlah dari debit limpasan dan debit air buangan rumah tangga :

$$\begin{aligned}
 Q \text{ total} &= Q_{\text{rumah tangga}} + Q \\
 &= 0,211 + 7,712 \\
 &= 7,924 \text{ m}^3/\text{dtk}
 \end{aligned}$$

- Debit Limpasan permukaan

$$\begin{aligned}
 Q &= (0,278) \times (\Delta C \times I \times A) \\
 &= (0,278) \times (0,5 \times 15,147 \times 3,663) \\
 &= 7,712 \text{ m}^3/\text{dtk}
 \end{aligned}$$
- Debit buangan air rumah tangga, diasumsikan 70 % dari kebutuhan air bersih penduduk

4. Desain Saluran

Dimensi saluran pada Desa Sukoharjo yang direncanakan adalah pada Jalan Curungrejo sebagai berikut :

Diketahui :

$$b = 0,82$$

$$h = 1,6$$

5. Desain Bangunan Pelengkap

Pada saluran Jalan Curungrejo pada kawasan Desa Sukoharjo ini terdapat bangunan pelengkap yaitu gorong-gorong.

C. Rencana Jangka Menengah 3

1. Rencana Sistem Jaringan Drainase

Pada Kawasan Pasar Kepanjen ini akan direncanakan normalisasi saluran drainase karena pada kawasan ini termasuk kawasan pusat kota sehingga perlu ada perbaikan-perbaikan saluran.

2. Zonasi Daerah Layanan

Zonasi daerah layanan ini berada pada kawasan pasar yang harus diperhatikan saluran drainasenya karena kawasan pasar berada pada pusat perdagangan dan jasa yang akan dijadikan sebagai pusat kota.

Kawasan pasar yang sering terjadi genangan pada saat hujan berada pada Gang pasar 1, Gang pasar 2, dan Gang pasar 3.

3. Debit Air Yang Dialirkan

Pada saluran Gang pasar 1 didapat debit yang dialirkan ialah:

- Debit yang harus dialirkan adalah jumlah dari debit limpasan dan debit air buangan rumah tangga :

$$\begin{aligned} Q \text{ total} &= Q_{\text{rumah tangga}} + Q \\ &= 0,001 + 0,466 \\ &= 0,467 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Debit Limpasan permukaan
 $Q = (0,278) \times (\Delta C \times I \times A)$
 $= (0,278) \times (0,5 \times 150,814 \times 0,022)$
 $= 0,466 \text{ m}^3/\text{dtk}$

- Debit buangan air rumah tangga, diasumsikan 70 % dari kebutuhan air bersih penduduk

4. Desain Saluran

Dimensi saluran pada Kawasan pasar Kepanjen yang direncanakan adalah pada Gang 1 pasar sebagai berikut :

Diketahui :

$$b = 0,33$$

$$h = 0,62$$

5. Desain Bangunan Pelengkap

Pada saluran Gang Pasar 1 pada kawasan pasar Kepanjen ini terdapat bangunan pelengkap yaitu gorong-gorong.

D. Rencana Jangka Menengah 4

1. Rencana Sistem Jaringan Drainase

Desa Panarukan adalah kawasan yang termasuk kawasan yang akan tergenang pada saat hujan. Maka, pada daerah ini dilakukan normalisasi saluran agar genangan tersebut dapat dihindari.

2. Zonasi Daerah Layanan

Pada zonasi ini normalisasi saluran terdapat saluran Probolinggo kanan di Desa Panarukan.

3. Debit Air Yang Dialirkan

Pada saluran Probolinggo kanan didapat debit yang dialirkan ialah:

- Debit yang harus dialirkan adalah jumlah dari debit limpasan dan debit air buangan rumah tangga :

$$\begin{aligned} Q \text{ total} &= Q_{\text{rumah tangga}} + Q \\ &= 0,015 + 2,195 \\ &= 10,135 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Debit Limpasan permukaan

$$\begin{aligned} Q &= (0,278) \times (\Delta C \times I \times A) \\ &= (0,278) \times (0,5 \times 59,602 \times 0,265) \\ &= 2,195 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Debit buangan air rumah tangga, diasumsikan 70 % dari kebutuhan air bersih penduduk

4. Desain Saluran

Dimensi saluran pada Kawasan pasar Kepanjen yang direncanakan adalah pada Gang 1 pasar sebagai berikut :

Diketahui :

$$b = 0,82$$

$$h = 1,73$$

5. Desain Bangunan Pelengkap

Pada saluran Probolinggo kanan pada Desa Panarukan ini terdapat bangunan pelengkap yaitu gorong-gorong.

E. Rencana Jangka Menengah 5

1. Rencana Sistem Jaringan Drainase

Desa Mangunrejo adalah desa yang termasuk desa yang mengalami genangan pada saat hujan. Desa Mangunrejo memiliki kondisi saluran yang tidak dapat menampung kapasitas debit air hujan

Genangan yang terjadi pada kawasan tersebut akan direncanakan dengan normalisasi saluran drainase agar saluran lama dapat berfungsi dengan baik.

2. Zonasi Daerah Layanan

Zonasi daerah layanan yang terkena dampak genangan ini berada pada kawasan Jalan Mangunrejo.

3. Debit Air Yang Dialirkan

Pada saluran Jalan Mangunrejo didapat debit yang dialirkan ialah :

- Debit yang harus dialirkan adalah jumlah dari debit limpasan dan debit air buangan rumah tangga :

$$\begin{aligned} Q \text{ total} &= Q_{\text{rumah tangga}} + Q \\ &= 0,021 + 3,354 \\ &= 4,900 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Debit Limpasan permukaan

$$\begin{aligned} Q &= (0,278) \times (\Delta C \times I \times A) \\ &= (0,278) \times (0,5 \times 26,719 \times 0,903) \\ &= 4,900 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Debit buangan air rumah tangga, diasumsikan 70 % dari kebutuhan air bersih penduduk

4. Desain Saluran

Dimensi saluran pada Desa Mangunrejo yang direncanakan adalah sebagai berikut :

Diketahui :

$$b = 0,69$$

$$h = 1,23$$

5. Desain Bangunan Pelengkap

Pada saluran Jalan Mangunrejo pada Desa Mangunrejo ini ada bangunan pelengkap yaitu gorong-gorong.

F. Rencana Jangka Menengah 6

1. Rencana Sistem Jaringan Drainase

Desa Jenggolo termasuk kawasan yang termasuk kawasan yang ikut terkena genangan. Maka, dilakukan penanggulangan genangan dengan direncanakan saluran drainase baru agar bisa menampung debit hujan.

2. Zonasi Daerah Layanan

Zona daerah layanan dalam perencanaan saluran baru adalah pada saluran Jenggolo kiri dan saluran irigasi Jenggolo.

3. Debit Air Yang Dialirkan

Pada saluran Jenggolo kiri didapat debit yang dialirkan ialah :

- Debit yang harus dialirkan adalah jumlah dari debit limpasan dan debit air buangan rumah tangga :

$$\begin{aligned} Q \text{ total} &= Q_{\text{rumah tangga}} + Q \\ &= 0,008 + 0,962 \\ &= 0,970 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Debit Limpasan permukaan

$$\begin{aligned} Q &= (0,278) \times (\Delta C \times I \times A) \\ &= (0,278) \times (0,5 \times 48,467 \times 0,142) \\ &= 0,962 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

- Debit buangan air rumah tangga, diasumsikan 70 % dari kebutuhan air bersih penduduk

4. Desain Saluran

Dimensi saluran Jenggolo yang direncanakan adalah sebagai berikut :

Diketahui :

$$b = 0,63$$

$$h = 0,75$$

5. Desain Bangunan Pelengkap

Pada saluran Jenggolo ini terdapat bangunan pelengkap yaitu gorong-gorong.

3.6.2.2. Rencana Jangka Panjang

A. Rencana Jangka Panjang 1

1. Rencana Sistem Jaringan Drainase

Rencana pembuatan saluran drainase dilakukan pada Kawasan Mojosari-Curungrejo untuk mengurangi beban air dari kawasan lain.

2. Zonasi Daerah Layanan

3. Debit Air Yang Dialirkan

Pada saluran 2 Mojosari didapat debit yang dialirkan ialah:

- Debit yang harus dialirkan adalah jumlah dari debit limpasan dan debit air buangan rumah tangga :

$$\begin{aligned}
 Q \text{ total} &= Q_{\text{rumah tangga}} + Q \\
 &= 0,05 + 1,36 \\
 &= 1,322 \text{ m}^3/\text{dtk}
 \end{aligned}$$

- Debit Limpasan permukaan

$$\begin{aligned}
 Q &= (0,278) \times (\Delta C \times I \times A) \\
 &= (0,278) \times (0,5 \times 96,19 \times 0,098) \\
 &= 1,316 \text{ m}^3/\text{dtk}
 \end{aligned}$$
- Debit buangan air rumah tangga, diasumsikan 70 % dari kebutuhan air bersih penduduk

4. Desain Saluran

Dimensi saluran Mojosari yang direncanakan adalah sebagai berikut :

Diketahui :

$$b = 0,42$$

$$h = 0,78$$

5. Desain Bangunan Pelengkap

Pada saluran Mojosari ini terdapat bangunan pelengkap yaitu gorong-gorong.

B. Rencana Jangka Panjang 2

1. Rencana Sistem Jaringan Drainase

Permasalahan yang terjadi pada daerah jalan utama Desa Ngadulakung mengakibatkan genangan sehingga direncanakan Pembuatan saluran primer dilakukan sebagai alih fungsi saluran irigasi menjadi drainase.

2. Zonasi Daerah Layanan

Pada zonasi daerah ini Desa Ngadilangkung adalah desa yang mengalami genangan.

3. Debit Air Yang Dialirkan

Pada saluran Desa Ngadilangkung didapat debit yang dialirkan ialah :

- Debit yang harus dialirkan adalah jumlah dari debit limpasan dan debit air buangan rumah tangga :

$$\begin{aligned}
 Q \text{ total} &= Q_{\text{rumah tangga}} + Q \\
 &= 0,029 + 3,204
 \end{aligned}$$

$$= 3,232 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

- Debit Limpasan permukaan

$$Q = (0,278) \times (\Delta C \times I \times A)$$

$$= (0,278) \times (0,5 \times 46,577 \times 0,494)$$

$$= 3,204 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

4. Desain Saluran

Dimensi saluran Jenggolo yang direncanakan adalah sebagai berikut :

Diketahui :

$$b = 0,85$$

$$h = 1,6$$

5. Desain Bangunan Pelengkap

Pada Desa Ngadilangkung ini terdapat bangunan pelengkap yaitu gorong-gorong.

C. Rencana Jangka Panjang 3

1. Rencana Sistem Jaringan Drainase

Untuk pengamanan fungsi dan konstruksi jalan maka dibuatkan saluran drainase pada Jalan Lingkar Timur.

2. Zonasi Daerah Layanan

Pada jalan Lingkar Timur ini direncanakan saluran baru untuk tetap mempertahankan fungsi kawasan.

3. Debit Air Yang Dialirkan

Pada saluran Jalan Lingkar Timur didapat debit yang dialirkan ialah :

- Debit yang harus dialirkan adalah jumlah dari debit limpasan dan debit air buangan rumah tangga :

$$Q \text{ total} = Q_{\text{rumah tangga}} + Q$$

$$= 0,155 + 25,034$$

$$= 25,189 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

- Debit Limpasan permukaan

$$Q = (0,278) \times (\Delta C \times I \times A)$$

$$= (0,278) \times (0,5 \times 23,436 \times 7,685)$$

$$= 25,034 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

- Debit buangan air rumah tangga, diasumsikan 70 % dari kebutuhan air bersih penduduk

4. Desain Saluran

Dimensi saluran Jalan Lingkar timur yang direncanakan adalah sebagai berikut :

Diketahui :

$$b = 0,42$$

$$h = 0,78$$

5. Desain Bangunan Pelengkap

Pada saluran Jalan Lingkar Timur ini ada bangunan pelengkap yaitu gorong-gorong.

BAB 4

DRAINASE PERKOTAAN PADA KAWASAN PESISIR

4.1. Deskripsi Daerah Studi

4.1.1. Kondisi Fisik Dasar

Kota Sampit merupakan ibukota dari Kabupaten Kotawaringin Timur yang secara geografis terletak pada posisi 2o28'37" sampai 2o35'17" serta 112o56'04" dan 113o00'42" bujur timur dengan lokasi penerima hujan tertinggi terdapat di sekitar garis ekuator pada posisi 15 oLU - 10oLS. Dengan batas wilayah sebagai berikut:

- Sebelah Barat : Kota Besi
- Sebelah Timur : Kecamatan Mendawai dan Kamipang
- Sebelah Selatan : Mentaya Hilir Utara dan Pelangsiang
- Sebelah Utara : Kabupaten Seruyan

Kondisi topografi meliputi bentuk permukaan tanah dan kemiringan lahan yang bervariasi mulai dari daratan rata hingga terjal

bahkan bergelombang. Posisi kota Sampit rata-rata berada pada ketinggian 2-7 meter dari permukaan laut (dpl) dengan ketinggian rata-rata berkisar antara 0 - 2% di bagian hilir.

Elevasi tanah di kota Sampit dibandingkan dengan elevasi muka air Sungai Mentaya relative hampir sama dan sedikit naik ke arah barat.

Tabel 2.1
Letak Geografis Kota Sampit Dan Ketinggian Tanah Dari Permukaan Laut Per Desa

No	Desa	Ketinggian dari Permukaan Laut (m dpl)
I	Mentawa Baru/Ketapang	
	1. Mentaya Seberang	5-0
	2. Ketapang	7-0
	3. Mentawa Baru Hilir	12,5-0
	4. Mentawa Baru Hulu	12,5-6
	5. Mentawa Baru Hulu Utara	6-0
II	Baamang	
	1. Baamang Hilir	2,5-0
	2. Baamang Tengah	13,5-2,5
	3. Baamang Hulu	6,5-0

Sumber : Bappeda Kabupaten Kotawaringin Timur

4.1.2. Kependudukan dan Sosial Budaya

4.1.2.1. Kependudukan

Faktor kependudukan sangat penting dalam perencanaan pembangunan, dan mempunyai dampak sangat besar terhadap tercapainya tujuan pembangunan. Karena itu kebijaksanaan pembangunan harus dirumuskan berdasarkan pendekatan terpadu mengikat antara kependudukan, sumber daya alam, lingkungan hidup, dan pembangunan.

Aspek kependudukan merupakan faktor yang sangat penting dalam perencanaan, karena segala sesuatu yang direncanakan baik

penyusunan tata ruang, pengadaan fasilitas dan utilitas, semuanya diperuntukkan untuk menunjang kehidupan penduduk dan ditentukan berdasarkan jumlah permintaan penduduk atau dengan kata lain penduduk merupakan subyek dan sekaligus objek pembangunan. Karakteristik kependudukan yang akan ditinjau adalah besaran dan pertumbuhannya, serta kepadatan dan persebarannya.

a. Jumlah dan Laju Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan penduduk Kota Sampit selain disebabkan pertumbuhan alami juga disebabkan arus migrasi masuk dan keluar. Hal ini disebabkan lokasi Kota Sampit yang strategis dan merupakan pusat kegiatan sosial ekonomi di Kabupaten Kotawaringin Timur, namun di lain pihak tragedi perselisihan antar suku telah menyebabkan banyaknya penduduk yang melakukan migrasi ke luar Kota Sampit.

Tabel 2.2. Jumlah Penduduk di Kota Sampit 2000 - 2004

Kecamatan/Kelurahan	Jumlah Penduduk (jiwa)				
	2000	2001	2002	2003	2004
Mentawa Baru/Ketapang					
Ketapang	8.859	9.028	9.100	12.993	13.084
Mtw. Baru Hilir	15.531	15.692	15.793	16.904	16.963
Mtw. Baru Hulu	16.764	16.965	17.083	12.942	12.999
Sawahan	6.589	6.648	6.767	5.289	5.315
Baamang					
Baamang Hilir	9.193	9.340	9.449	6.836	6.845
Baamang Tengah	13.633	13.851	14.013	20.811	20.844
Baamang Hulu	7.037	7.150	7.236	7.253	7.272
Seranau					
Mentaya Seberang	*	*	*	2.884	2.920
JUMLAH	77.606	78.674	79.441	88.796	89.162

Ket : * Belum ada data

Sumber : - Kabupaten Kotawaringin Timur Dalam Angka, 2004

- Kecamatan Mentawa Baru/ Ketapang Dalam Angka 2004, 2002, 2000

- Kecamatan Baamang Dalam Angka 2004, 2002, 2000

- Kecamatan Seranau Dalam Angka 2004

Secara umum perkembangan penduduk di Kota Sampit memiliki perkembangan yang sangat fluktuatif. Berdasarkan data statistik Tahun 2004 tingkat pertumbuhan rata-rata penduduk di Kota Sampit adalah 0,35 %. Tingkat pertumbuhan ini didasarkan pada pertumbuhan rata-rata selama kurun waktu 5 tahun (2000 - 2004). Jumlah penduduk terbesar di Kota Sampit berdasarkan kecamatan pada tahun 2004 berada di Kecamatan Mentawa Baru / Ketapang dengan jumlah penduduk sebesar 48.361 jiwa (56,07 %). Jika ditinjau per kelurahan proporsi terbesar terdapat pada Kelurahan Baamang Tengah yaitu sebesar 24,16 % (20.844 jiwa) diikuti Mentawa Baru Hilir 19,66 % (16.963 jiwa) dan Ketapang 15,17 % (13.084 jiwa), sedangkan proporsi terkecil terdapat pada Kelurahan Mentaya Seberang 3,38% (2.920 jiwa) dan Sawahan 6,38 % (5.315 jiwa)

b. Kepadatan dan Persebaran Penduduk

Kepadatan penduduk Kota Sampit secara keseluruhan pada Tahun 2004 adalah 236 jiwa per km². Secara umum kepadatan penduduk ini masih tergolong sedang, namun demikian persebaran penduduk ini tidak merata. Beberapa desa memiliki kepadatan penduduk jauh melebihi rata-rata kepadatan penduduk Kota Sampit dan sebaliknya.

Jika ditinjau berdasarkan kecamatan, Kecamatan Mentawa Baru / Ketapang memiliki kepadatan penduduk (253 jiwa/km²) yang jauh lebih tinggi dari Kecamatan Baamang (60 jiwa/km²) dan Kecamatan Seranau (8 jiwa/km²). Jika ditinjau berdasarkan kelurahan, Kelurahan Mentawa Baru Hilir merupakan desa yang memiliki kepadatan penduduk tertinggi. Kelurahan ini dihuni oleh rata-rata 499 jiwa per km². Kepadatan penduduk terendah terdapat di Kelurahan Mentaya Seberang, yaitu sebesar 8 jiwa/km².

Tabel 2.3
Kepadatan dan Persebaran Penduduk Tahun 2004

Kecamatan / Kelurahan	Luas Wilayah (Km ²)	Jumlah Penduduk 2004 (jiwa)	Kepadatan (jiwa/Km ²) 2004
Mentawa Baru / Ketapang			
Ketapang	100	13.084	131
Mtw. Baru Hilir	34	16.963	499
Mtw. Baru Hulu	43	12.999	302
Sawahana	14	5.315	380
Jumlah/rata-rata	191	48.361	253
Baamang			
Baamang Hilir	126	6.845	54
Baamang Tengah	377	20.844	55
Baamang Hulu	77	7.272	94
Jumlah/rata-rata	580	34.961	60
Seranau			
Mentaya Seberang	365	2.920	8
Jumlah/rata-rata	365	2.920	8
Jumlah/Rata-Rata	1136	86.242	236

Sumber: - Kecamatan Mentawa Baru /Ketapang Dalam Angka 2004
 - Kecamatan Baamang Dalam Angka 2004
 - Kecamatan Seranau Dalam Angka 2004

Tabel 2.4
Jumlah Desa / Kelurahan, Jumlah Penduduk Dan Luas Wilayah Tiap Kecamatan Tahun 2010

No	Kecamatan	Luas (Km ²)	Penduduk (Jiwa) 2009	Kepadatan (Jiwa/Km ²)
1	Antang Kalang	2.975,00	27.891	9,83
2	Bukit Santuai	1.614,00	9.032	5,60
3	Parenggean	1.774,00	35.567	20,05
4	Mentaya Hulu	1.766,00	25.983	14,71
5	Cempaga Hulu	1.183,00	18.337	15,50
6	Cempaga	1.241,00	23.679	19,08
7	Telawang	316,79	17.427	55,01
8	Kota Besi	1.860,21	20.240	10,88

No	Kecamatan	Luas (Km ²)	Penduduk (Jiwa) 2009	Kepadatan (Jiwa/Km ²)
9	Baamang	591,00	61.890	104,72
10	Seranau	547,50	13.313	24,32
11	Ment Bru Ketapang	357,5	95.471	267,05
12	Mentaya Hilir Utara	723,00	16.134	22,32
13	Ment Hilir Selatan	318,00	26.258	82,57
14	Pulau Hanaut	619,00	21.650	34,98
15	Teluk Sampit	610,00	9.988	16,37
Jumlah dan Rata-Rata		16.496,00	422.860	25,63

Sumber : Laporan Kependudukan Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Tahun 2010

Tabel 2.5
Komposisi Penduduk Menurut Jenis Kelamin Tahun 2010

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk		
		Laki - Laki	Perempuan	L + P
1	Kota Besi	10.598	9.642	20.240
2	Cempaga	12.336	11.343	23.679
3	Mentaya Hulu	13.640	12.343	25.983
4	Parenggean	18.766	16.801	35.567
5	Baamang	31.911	29.979	61.890
6	Mentawa Baru Ketapang	49.347	46.124	95.471
7	Mentaya Hilir Utara	8.483	7.651	16.134
8	Mentaya Hilir Selatan	13.535	12.723	26.258
9	Pulau Hanaut	11.238	10.412	21.650
10	Antang Kalang	14.717	13.174	27.891
11	Teluk Sampit	5.217	4.771	9.988
12	Seranau	6.933	6.380	13.313
13	Cempaga Hulu	9.695	8.642	18.337
14	Telawang	9.618	7.809	17.427
15	Bukit Santuai	4.709	4.323	9.032
Jumlah		220.743	22.117	422.860

Sumber : Laporan Kependudukan Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil 2010

Tabel 2.6
Komposisi Penduduk Menurut Jenis Kelamin Tahun 2006 – 2010

No	Tahun	Laki - Laki	Perempuan	Jumlah
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	2006	164.212	148.544	312.756
2	2007	168.973	153.108	322.081
3	2008	170.389	154.474	324.863
4	2009	181.236	166.312	347.548
5	2010	220.743	202.117	422.860

Sumber : Laporan Kependudukan Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil 2010

Tabel 2.7
Jumlah Umat Beragama di daerah Kabupaten Kotawaringin Timur

Kecamatan	Agama					Jumlah
	Islam	Kristen Protestan	Katholik	Hindu	Budha	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Mentaya Hilir Selatan	21.721	74	35	0	118	21.948
Teluk Sampit	8.451	30	13	0	0	8.458
Pulau Hanaut	19.118	20	0	0	0	19.138
Mentawa Baru Ketapang	56.558	4.677	3.355	1.231	659	66.480
Seranau	11.001	49	349	39	0	11.438
Mentaya Hilir Utara	11.708	55	30	565	0	12.358
Kota Besi	14.400	1.238	873	782	91	17.384
Telawang	8.275	712	52	449	52	9.990
Baamang	38.671	164	1.303	140	137	40.415
Cempaga	14.073	1.694	1.250	2.128	0	19.145
Cempaga Hulu	12.862	784	571	964	0	15.181
Parenggean	21.094	1.666	1.175	2.048	12	25.995
Mentaya Hulu	16.101	865	846	4.930	152	22.894
Bukit Santuai	4.860	287	255	1.508	0	6.910
Antang Kalang	12.102	4.745	2.529	7.748	5	27.129
Jumlah	270.959	17.060	13.086	22.532	1.226	324.863
%	83,41	5,25	4,03	6,94	0,38	

Sumber : Kotawaringin Timur Dalam Angka 2008

4.1.3. Sosial Budaya Kemasyarakatan

Dari segi sosial budaya penduduk, terlihat Kecamatan Mentawa Baru/Ketapang dan Kecamatan Baamang khususnya Kota Sampit didiami oleh penduduk yang sudah bersifat heterogen, karena adanya pembauran antara penduduk setempat dengan pendatang yang sudah lama berlangsung. Penduduk pendatang tersebut antara lain berasal dari Kalimantan Selatan, Jawa Timur, Jawa Tengah, Madura, dan Sulawesi. Karakteristik masyarakat Kota Sampit yang heterogen ternyata menghadapi permasalahan karena adanya disparitas antar masyarakat, terjadinya pengelompokan masyarakat menurut lapangan pekerjaan dan pengelompokan permukiman dan sarana prasarannya.

4.1.3.1. Pola Penggunaan Lahan

Untuk peruntukan lahan di kota Sampit terdiri dari :

- A. **Industri**, penggunaan tanah untuk kegiatan industri di kota Sampit didominasi oleh pabrik INHUTANI, dimana kegiatan industri tersebut dilengkapi dengan fasilitas-fasilitas pendukungnya seperti perumahan karyawan, kantor dan fasilitas pendukung lainnya.
- B. **Kawasan perkotaan**, meliputi perumahan, perkantoran, perdagangan dan jasa, sarana atau tempat olahraga, taman serta makam. Perkembangan kawasan perkotaan di kota Sampit secara umum dapat berkembang linier di sepanjang jalan yang ada dan memusat di kawasan perkotaan yang telah terbangun dengan memanfaatkan lahan-lahan yang masih kosong. Perkembangan kota secara linier menyebabkan pemanfaatan fasilitas yang ada atau yang telah tersedia menjadi kurang optimum serta sulit dalam mengalokasikan fasilitas pelayanan baru yang dibutuhkan.
- C. **Jalur hijau**, merupakan kawasan penyangga atau *Buffer Zone*. Jalur hijau di kota Sampit sebagian besar masih berupa hutan. Kawasan yang disebut *Buffer Zone*

dimaksudkan untuk membatasi kawasan perumahan dengan kegiatan lain, misalnya industri, pelabuhan atau pertambangan, sehingga tidak terjadi polusi, kebisingan dan pencampuran kegiatan dengan kawasan lainnya.

D. Kawasan pedesaan, merupakan kawasan pemukiman dengan kepadatan rendah, dimana lingkungan sekitar perumahan merupakan tegalan dan kebun. Di kota Sampit kriteria wilayah pedesaan tergolong masih banyak, terutama perumahan yang berada pada jalur jalan keluar kota.

Tabel 2.21
Pemanfaatan Ruang di Kota Sampit, Tahun 2004

Kecamatan /Kelurahan	Tanah Sawah	Tanah Kering	Bangunan Pekarangan	Hutan Negara	Lainnya	Jumlah
A. MTW. BARU KETAPANG						
1. Ketapang	-	1.074,90	163,10	8.594,20	161,8	9.994
2. Mentawa Baru Hilir	-	492,10	384,03	2.355,27	168,6	3.400
3. Mentawa Baru Hulu	-	213,11	1.454,32	2.616,97	15,6	4.300
4. Sawahan	-	125,70	284	931,70	58,6	1.400
Jumlah	-	1.905,81	2.285,45	14.498,14	404,6	19.094
B. BAAMANG						
1. Baamang Hilir	-	1.629	349	10.496	126	12.600
2. Baamang Tengah	536	4.540	525	31.572	527	37.700
3. Baamang Hulu	769	3.634	255	2.509	419	7.586
Jumlah	1.305	9.803	1.129	44.576	1.072	57.886
C. SERANAU						
1. Mentaya Seberang	730	877	625	9.705	24.513	36.450
Jumlah	730	877	625	9.705	24.513	36.450
Kota Sampit	2.035	12.586,81	4.039,45	68.779,14	25.989,6	113.430
Persentase	1,79	11,09	3,56	60,64	22,92	100,00

Sumber: : - Kecamatan Mentawa Baru /Ketapang Dalam Angka 2004
 - Kecamatan Baamang Dalam Angka 2004
 - Kecamatan Seranau Dalam Angka 2004

4.1.4. Kondisi Umum Drainase Eksisting

Kondisi topografi kawasan Kota Sampit yang datar dan tinggi permukaan hampir sama dengan permukaan laut atau sungai, serta pengaruh pasang surut terutama pada bagian tepi sungai mengakibatkan terjadinya genangan di beberapa bagian kota saat hujan, dengan lama genangan sekitar 30 menit sampai 2 jam, menjadi kendala dari kondisi drainase yang kurang baik.

Untuk lebih jelasnya daerah genangan di Kota Sampit dapat dilihat pada tabel 2.22.

Tabel 2.22
Daerah Genangan di Kota Sampit

Lokasi Genangan	Luas Genangan (m ²)	Penyebab Genangan
Area A : 4.2. Jl. MT. Haryono 4.3. Jl. Mangga 4.4. Jl. Suprpto 4.5. Jl. Kopi 4.6. Jl. Jambu 4.7. Jl. P. Antasari 4.8. Jl. DI. Panjaitan	1.440.000	<ul style="list-style-type: none">• Banyaknya sampah dan rumput di dalam saluran.• Volume saluran tidak seimbang dengan debit hujan• Permukaan air pasang melebihi permukaan tanah• Box Culvert terlalu kecil
Area B : - Komplek Perumnas - Jl. Borneo	1.114.000	<ul style="list-style-type: none">• Banyaknya sampah dan rumput di dalam saluran.• Volume saluran tidak seimbang dengan debit hujan• Permukaan air pasang melebihi permukaan tanah• Saluran drainase lingkungan tidak berfungsi
Area C: - Jl. Pelita Barat - Komplek Perumahan YZ - Jl. Kerampungan	1.086.875	<ul style="list-style-type: none">• Banyaknya sampah dan rumput di dalam saluran.• Volume saluran tidak seimbang dengan debit hujan
Area D : - Komplek RSUD. Dr. Murjani	992.250	<ul style="list-style-type: none">• Banyaknya sampah dan rumput di dalam saluran.

Lokasi Genangan	Luas Genangan (m ²)	Penyebab Genangan
- Komplek Kantor BKKBN		<ul style="list-style-type: none"> • Volume saluran tidak seimbang dengan debit hujan • Saluran drainase lingkungan tersumbat
Area E : - Jl. RA. Kartini - Jl. Gatot Subroto	875.000	<ul style="list-style-type: none"> • Banyaknya sampah dan rumput di dalam saluran. • Volume saluran tidak seimbang dengan debit hujan
Area F : - Jl. Baamang III dan sekitarnya	1.345.000	<ul style="list-style-type: none"> • Banyaknya sampah dan rumput di dalam saluran. • Volume saluran tidak seimbang dengan debit hujan
Area G : - Jl. Kenan Sandan - Jl, Serayu - Perumahan BTN Wengga Abdi	835.000	<ul style="list-style-type: none"> • Banyaknya sampah dan rumput di dalam saluran. • Volume saluran tidak seimbang dengan debit hujan
Area H : - Jl. Taman Siswa - Jl. Semeru - Sekitar SMU 3 - Sekitar SMEA	750.000	<ul style="list-style-type: none"> • Banyaknya sampah dan rumput di dalam saluran. • Volume saluran tidak seimbang dengan debit hujan
Area I : - Sepanjang bantaran saluran Mentawa (dari jembatan Jl. Sudirman sampai jembatan Jl. HM. Arsyad)	1.400.000	<ul style="list-style-type: none"> • Banyaknya sampah dan rumput di dalam saluran. • Volume saluran tidak seimbang dengan debit hujan

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Kotawaringin Timur

Kondisi saluran primer kurang berfungsi dengan baik karena terjadi penyempitan akibat sedimen yang tebal dan banyaknya vegetasi serta sampah-sampah yang tersangkut di tiang-tiang rumah panggung terutama di daerah hilir saluran. Saluran Primer di Kota Sampit antara lain:

- Saluran selatan (saluran Mentawa) yang bermuara di sungai Mentaya
- Saluran bekas rel Inhutani III yang bermuara di sungai Mentaya
- Saluran Pamuatan yang bermuara di sungai Mentaya
- Saluran utara (saluran primer Baamang) yang bermuara di sungai Mentaya
- Saluran lingkaran selatan dan lingkaran utara, dalam tahap pembangunan, satu paket dalam pembangunan saluran Ring Drain Kota Sampit

Kondisi saluran sekunder kondisinya kurang terawat (banyak sampah dan sedimen) dan beberapa bagian dinding saluran rusak. Saluran sekunder di kota Sampit terletak di kanan dan kiri jalan besar. Lihat tabel 2.23.

Tabel 2.23
Saluran Drainase Sekunder dan Tersier di Kota Sampit

No Saluran	Lokasi	Panjang Saluran (m)	Jenis Saluran
1	Jl. H.M Arsyad (utara)	875	Sekunder
2	Jl. H.M Arsyad (selatan)	2012	Sekunder
3	Jl. Ahmad Yani	2625	Sekunder
4	Jl. Iskandar	3500	Sekunder
5	Jl. P. Antasari (Bawah)	525	Sekunder
6	Jl. P. Antasari (atas)	437	Sekunder
7	Jl. Mangga	350	Sekunder
8	Jl. R. Usman	612	Sekunder
9	Jl. MT. Haryono	5600	Sekunder
10	Jl. DI. Panjaitan	3937	Sekunder
11	Jl. Yos Sudarso	525	Sekunder
12	Jl. S. Parman	2275	Sekunder
13	Jl. Kopi	2275	Sekunder
14	Jl. Pelita	3062	Sekunder
15	Jl. Juanda	5512	Sekunder

16	Jl. H.M. Imran	2012	Tersier
17	Jl. M. Arsyad	2887	Sekunder
18	Jl. Sudirman	9712	Sekunder
19	Jl. Cilik Riwut	7997	Sekunder
20	Jl. Sameko	1312	Tersier
21	Jl. Mukron ali	3587	Sekunder
22	Jl. Gunung merapi	2187	Tersier
23	Jl. Cristoper Mihing	2112	Tersier
24	Jl. Hasan Mansur	1400	Tersier
25	Jl. Walter Garad	2187	Sekunder
26	Jl. Kartini	752	Sekunder
27	Jl. Sukabumi	3937	Sekunder
28	Jl. Taman Siswa	1662	Tersier
29	Jl. Cut Nyak Dien	875	Sekunder
30	Jl. Gatot Subroto	525	Tersier
31	Jl. Usman Harun	350	Sekunder
32	Jl. Baamang	3762	Sekunder

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Kotawaringin Timur

Kota Sampit memiliki 2 buah saluran primer, yaitu :

- Saluran primer selatan (disebut juga sebagai saluran Mentawa) yang terletak di kecamatan Metawa Baru atau Ketapang.
- Saluran primer utara (disebut juga sebagai saluran Baamang) yang terletak di kecamatan Baamang

Kedua saluran tersebut mengalir ke arah timur menuju ke sungai Mentaya. Antara saluran primer selatan (saluran Mentawa) dan saluran primer utara (saluran Baamang) dibantu oleh saluran Pamuatan yang terletak di kecamatan Baamang dan saluran bekas Rel Inhutani III (saluran rel) yang berada pada kecamatan Mentawa Baru atau Ketapang. Kedua saluran ini juga mengalir ke arah timur (sungai Mentaya).

Dari kedua saluran pembantu tersebut, saluran Pamuatan masih berfungsi dengan baik, sedangkan saluran bekas Rel Inhutani

III (saluran rel) dikarenakan keadaan sekitarnya terdapat banyak pemukiman kumuh menyebabkan kelancaran aliran air yang berasal dari arah barat mengalami gangguan atau kurang lancar.

Saluran drainase makro atau primer yang paling panjang adalah saluran Pamuatan dengan panjang sekitar 5,5 km, sementara ketiga saluran lainnya relatif lebih pendek dan kecil. Kedalaman saluran-saluran ini bervariasi antara 1-2 meter dengan lebar sungai antara 10-50 meter khususnya di daerah muara saluran Pamuatan. Hal tersebut disebabkan karena saluran Pamuatan merupakan saluran alami sedangkan saluran primer selatan (saluran Mentawa), saluran primer utara (saluran Baamang), dan saluran bekas REL INHUTANI III (saluran rel) sebagian merupakan saluran buatan untuk keperluan drainase kota.

Air hujan yang berasal dari arah barat, saat ini hanya ditampung oleh ketiga saluran primer tersebut, yaitu saluran primer selatan (saluran Mentawa), saluran primer utara (saluran Baamang), dan saluran Pamuatan. Sehingga pada saat terjadi hujan dengan kondisi curah hujan yang cukup tinggi dengan intensitas hujan dengan kondisi curah hujan yang cukup tinggi dengan intensitas hujan yang sering dan dengan periode waktu yang cukup lama (>12 jam), ketiga saluran tersebut tidak mampu lagi menampung air hujan. Kondisi demikian berakibat timbulnya genangan khususnya di daerah saluran Pamuatan.

a) Saluran Primer Selatan (saluran Mentawa)

Saluran ini posisinya melingkari kecamatan Mentawa Baru/Ketapang, dimana dari kelurahan Mentawa Baru Hulu sampai dengan kelurahan Ketapang dilewati oleh saluran primer selatan tersebut. Karena hilir dari saluran Mentawa ini berada di daerah paling selatan dari kecamatan Mentawa Baru atau Ketapang tepatnya di kelurahan Ketapang, maka saluran Mentawa ini juga disebut sebagai saluran primer selatan.

Saluran primer selatan ini melewati banyak daerah pemukiman dan jalan-jalan besar, seperti Jl. H.M Arsyad, Jl. D.I. Panjaitan, Jl. Juanda dan Jl. Sudirman. Kondisi saluran Mentawa di

bagian hulu saat dilakukan pengamatan langsung di lokasi, kondisinya kurang terpelihara. Pada dasar saluran dan kanan-kiri saluran telah banyak ditumbuhi ilalang, endapan yang berupa lumpur dan tanah sehingga saluran menjadi dangkal.

Kondisi saluran primer selatan pada bagian hilir terutama yang menuju ke sungai Mentaya kondisinya lebih memperhatikan dikarenakan berada di tengah pemukiman penduduk yang cukup padat dengan konstruksi bangunan rumah berupa rumah panggung dengan tiang-tiang penyangga yang berada di kawasan saluran tersebut.

Kondisi demikian menyebabkan badan saluran menyempit, akibat terhalang oleh tiang-tiang penyangga rumah panggung masyarakat sekitar yang menjorok ke tengah saluran. Disamping itu tiang-tiang penyangga rumah panggung ini sangat mengganggu kelancaran aliran dari saluran primer tersebut dikarenakan sampah-sampah yang hanyut terbawa air dari hulu saluran atau dari arah barat.

Saat dilakukan pengamatan langsung di lokasi tersebut, sampah-sampah yang tersangkut pada tiang-tiang penyangga rumah terutama yang menjorok ke tengah saluran Mentawa kondisinya sudah sangat memperhatikan akibat tidak pernah dibersihkan dan sampah-sampah tersebut makin lama makin menumpuk. Karena pemukiman merupakan pemukiman padat penduduk dan berada pada bagian paling hilir dari saluran ini (berdekatan dengan sungai Mentaya), menyebabkan aliran air dari arah hulu kurang lancar. Kondisi inilah yang sangat potensial menyebabkan terjadinya banjir.

b) Saluran Primer Utara (saluran Baamang)

Saluran ini posisinya melingkari kecamatan Baamang, mulai dari kelurahan Baamang Hilir sampai dengan kelurahan Baamang Hulu. Oleh karena bagian hilir dari saluran Baamang ini berada di daerah paling utara dari kecamatan Baamang yang bertempat di kelurahan Baamang Hulu, maka saluran Baamang ini disebut juga saluran primer utara.

Posisi saluran ini berada di pinggiran kota Sampit bagian utara yang mayoritas daerahnya adalah daerah perkebunan dan lahan kosong, sehingga permasalahan pada saluran ini adalah sedimentasi atau pendangkalan akibat sampah organik. Namun jika kondisi saluran ini tidak diperhatikan, mengakibatkan saluran kurang berfungsi sesuai dengan yang diharapkan akibat terjadi pendangkalan oleh sampah tersebut. Dengan demikian air hujan tidak dapat tertampung oleh saluran Baamang yang pada akhirnya akan menyebabkan genangan atau banjir.

c) Saluran Bekas Rel Inhutani III (Saluran Rel)

Posisi dari saluran rel ini sama dengan saluran Pamuatan yaitu terletak di tengah-tengah kota Sampit. Tepatnya terletak di kelurahan Mentawa Baru Hulu Utara. Sedangkan kondisi dari saluran berdasarkan survey yang dilakukan kurang berfungsi dengan baik, dimana permasalahan pada saluran ini hampir sama dengan permasalahan di saluran primer selatan, yaitu berada di daerah pemukiman padat dan kumuh dengan konstruksi rumah (rumah panggung).

d) Saluran Pamuatan

Saluran ini posisinya membelah kota Sampit, karena terletak di perbatasan antara kecamatan Mentawa Baru atau Ketapang dan kecamatan Baamang. Saluran Pamuatan ini berfungsi untuk meringankan beban saluran primer utara (saluran Baamang) karena letaknya di Baamang Hilir, diharapkan sebagian limpasan air hujan di kecamatan Baamang dan sekitarnya dapat ditampung oleh saluran ini.

Kondisi bagian hulu dari saluran Pamuatan hampir sama dengan saluran bekas Rel Inhutani III (saluran rel), yaitu berada di daerah pemukiman penduduk. Sehingga selain sedimentasi, posisi saluran yang berada di tengah pemukiman menyebabkan saluran menjadi tempat pembuangan hajat bagi penduduk sekitar pemukiman. Beban saluran akan semakin berat karena selain untuk limpasan air hujan saluran, juga harus menampung sampah-sampah

yang di buang oleh masyarakat sekitar yang bermukim disekitar saluran.

Tidak jauh berbeda dengan di bagian hulu, di bagian hilir dari saluran Pamuatan juga menghadapi masalah yang serupa. Kondisi saluran pada di bagian hilir hampir sama dengan kondisi saluran Mentawa, karena berada di tengah pemukiman padat penduduk, sehingga permasalahan yang dihadapi juga tidak jauh berbeda, yaitu penyempitan badan saluran akibat tiang-tiang penyangga perumahan penduduk yang menjerok ketengah saluran.

Untuk kota Sampit sendiri, hampir secara keseluruhan jalan yang ada di kota Sampit telah dilengkapi saluran drainase, terutama di jalan-jalan utama seperti Jl. A.Yani, Jl. Sudirman, dan Jl.H.M Arsyad. Kondisi fisik saluran drainase tersebut cukup baik, saluran-saluran tersebut sebagian besar mempunyai tipe saluran tertutup dan terbuat dari pasangan beton. Dimensi saluran terutama saluran di samping kanan-kiri jalan utama mempunyai dimensi lebar $\pm 1,5$ meter dan dengan kedalaman saluran $\pm 0,8$ meter.

Secara umum kondisi saluran di kota Sampit terutama di kanan-kiri jalan kurang terpelihara. Endapan-endapan berupa pasir, lumpur, tanah dan sampah dapat ditemui hampir di semua dasar saluran baik saluran drainase sekunder ataupun tersier. Endapan-endapan tersebut sangat mengganggu kelancaran pengaliran air di saluran drainase. Kondisi demikian menyebabkan aliran kurang lancar dan menyebabkan terjadinya genangan sementara di badan jalan pada saat hujan, karena aliran air *run off* terhambat oleh endapan-endapan tersebut.

Semua saluran drainase di kota Sampit tersebut berhubungan langsung dengan sungai Mentaya melalui saluran primer utara (saluran Baamang), saluran primer selatan (saluran Mentawa), saluran Pamuatan dan saluran bekas Rel Inhutani III sehingga jika sungai Mentaya sedang pasang, maka sebagian besar saluran drainase tersebut juga akan ikut terisi air. Karena kondisi saluran kurang lancar alirannya, maka saat sungai Menyata telah surut, keadaan saluran-saluran tersebut masih terisi air dan membutuhkan

waktu yang lama untuk air bisa mengalir lagi menuju sungai Mentaya.

KONDISI UMUM DRAINASE EKSTING KOTA SAMPIT





Gambar 2.4 Kondisi Umum Drainase Eksisting Kota Sampit

4.2. Metode Pengumpulan Data

Dalam pekerjaan ini, pengumpulan data terdiri dari dua bagian yaitu pengumpulan data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer meliputi :

- a. Melakukan survei identifikasi daerah genangan dan penyebabnya. Survei ini meliputi survei identifikasi daerah genangan, pengukuran situasi dan arah aliran.
- b. Mengumpulkan info dan data di sekitar daerah banjir atau genangan, misalnya : mengenai genangan yang terjadi, berapa kali terkena banjir atau tergenang tiap tahunnya, sampai batas-batas mana terjadinya genangan, dan lain-lain.
- c. Melakukan survei inventarisasi kondisi drainase *existing* dengan menggunakan Peta Garis atau Berkontur skala 1:1000 dengan melakukan cek elevasi dengan alat tertentu. Adapun yang diinventarisasi diantaranya adalah : lebar saluran, tinggi saluran, bentuk saluran, panjang saluran, kemiringan saluran, arah aliran air, dll.

Pengumpulan data sekunder adalah data yang sudah dikumpulkan, diolah dan disusun oleh instansi-instansi yang berwenang. Data-data sekunder yang dibutuhkan adalah :

- a. Pengumpulan peta-peta yang terkait dengan daerah pekerjaan. Peta-peta yang dimaksudkan adalah peta tentang kondisi dan batasan daerah pekerjaan.
- b. Pengumpulan data-data penunjang (Curah Hujan, Jaringan Drainase *Existing*, Daerah Genangan). Pengumpulan data hujan semaksimal mungkin didapat dari stasiun terdekat dengan lama minimal data 10 tahun.
- c. Pengumpulan dokumen penunjang (RUTR, demografi daerah studi, dan lain-lain).

4.3. Metode Analisis Data

Rancangan “Perencanaan Detail Penanganan Banjir Kota Sampit” ini melalui tahapan dan kriteria yang bertujuan untuk

mendapatkan desain yang mudah untuk diterapkan di lapangan dan berfungsi secara optimal. Tahapan analisis data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1 4.3.1. Analisa Hidrologi

Untuk keperluan perencanaan sistem jaringan drainase, data hidrologi yang diperlukan adalah data curah hujan rerata diseluruh daerah pengaliran. Data ini harus dikumpulkan dengan jangka waktu yang cukup panjang dari beberapa stasiun penakar hujan sehingga diperoleh hasil perhitungan yang teliti. Jumlah stasiun hujan sangat tergantung pada stasiun hujan yang paling berpengaruh untuk daerah studi.

1. Uji Konsistensi Data

Uji konsistensi data dilakukan jika data hujan tidak konsisten karena perubahan atau gangguan lingkungan disekitar tempat penakar hujan dipasang, yang memungkinkan terjadi penyimpangan terhadap trend semula. Hal tersebut dapat diselidiki dengan menggunakan lengkung massa ganda seperti pada gambar 3.1.

Apabila terjadi penyimpangan ABC' maka dapat dikoreksi menjadi garis ABC dengan rumus sebagai berikut (Nemec,1973: 178) :

$$H_z = \frac{\text{tg} \alpha}{\text{tg} \alpha_0} \cdot H_o$$

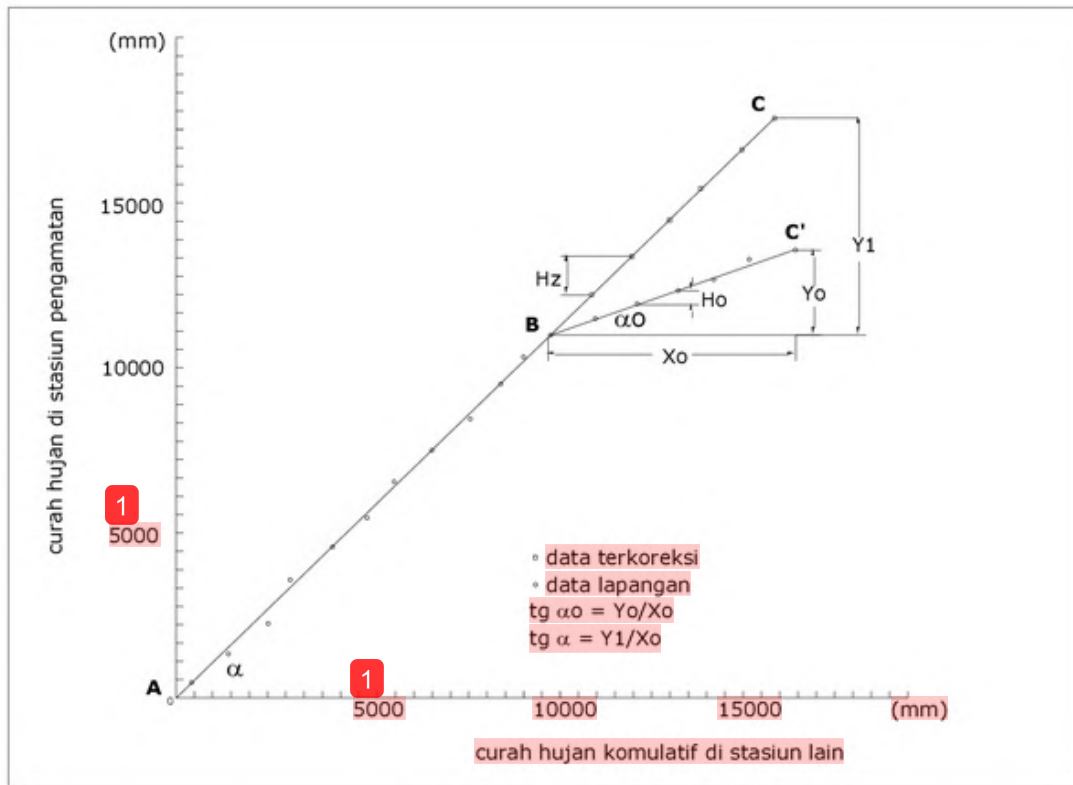
dengan :

H_z : data hujan terkoreksi (mm)

H_o : data hujan pada stasiun pengamatan (mm)

$\text{Tg} \alpha$: kemiringan garis sebelum penyimpangan

$\text{Tg} \alpha_0$: kemiringan garis setelah penyimpangan



Gambar 3.1
Lengkung Massa Ganda

2. Curah Hujan Rerata Daerah (Average Basin Rainfall)

Hujan merupakan komponen masukan yang paling penting dalam proses hidrologi, karena jumlah kedalaman hujan (*rainfall depth*) ini yang dialihragamkan menjadi aliran di sungai, baik melalui limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran bawah tanah (*sub surface flow*) maupun sebagai aliran tanah (*ground water flow*).

Untuk memperoleh besaran hujan yang dianggap sebagai kedalaman hujan yang sebenarnya terjadi di seluruh DPS, maka diperlukan sejumlah stasiun hujan yang dipasang sedemikian rupa sehingga dapat mewakili besaran hujan di DPS tersebut. Dalam kaitan ini ada dua faktor yang sangat menentukan ketelitian pengukuran hujan, yaitu jumlah dan pola penyebaran stasiun hujan.

Untuk menentukan besarnya curah hujan rerata daerah dapat digunakan metode: Rerata Aljabar, polygon Thiessen, dan Isohyet. Uraian lebih rinci dari ketiga metode tersebut dijelaskan pada sub bab berikut:

❖ Rata-rata Aljabar

Perhitungan dengan cara rata-rata aljabar (*mean arithmetic method*) adalah dengan membagi rata pengukuran pada semua stasiun hujan dengan jumlah stasiun dalam daerah aliran sungai yang bersangkutan. Selain itu dalam menghitung hujan rata-rata merupakan cara yang paling sederhana, akan tetapi memberikan hasil yang tidak teliti. Hal tersebut diantaranya karena setiap stasiun dianggap mempunyai bobot yang sama. Hal ini dapat digunakan bila hujan yang terjadi dalam DPS homogen dan variasi tahunnya tidak terlalu besar.

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

dimana:

d = tinggi curah hujan rata-rata

d_1, d_2, \dots, d_n = tinggi curah hujan pada pos penakar 1, 2, ..., n

n = banyaknya pos penakar. (*Suripin, Hal 27*)

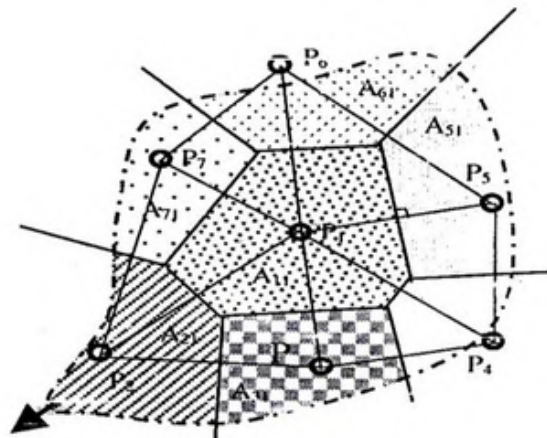
❖ Polygon Thiessen

Cara ini dikenal juga sebagai metode rata-rata timbang (*weighted average*). Cara ini memberikan proporsi luasan daerah pengaruh pos penakar hujan (faktor pembobot) untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakar terdekat.

Prosedur penerapan metode ini meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

- Lokasi pos penakar hujan diplot pada peta DAS, antar pos penakar dibuat garis lurus penghubung

- 1. Tarik garis tegak lurus di tengah-tengah tiap garis penghubung sedemikian rupa, sehingga membentuk Poligon Thiessen (gambar 1.2)
- Luas areal pada tiap-tiap Poligon dapat diukur dengan menggunakan planimeter dan luas total DAS (A) dapat diketahui dengan menjumlahkan seluruh luasan polygon.
- Hujan rata-rata DAS dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:



Gambar 3.2 Polygon Thiessen

Dimisalkan A_1 adalah luas daerah pos penakar 1, A_2 luas daerah pos penakar 2 dan seterusnya. Jumlah $A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n = A$ merupakan jumlah luas seluruh areal yang dicari tinggi curah hujannya.

Jika pos penakar 1 menakar tinggi curah hujan d_1 , pos penakar 2 menakar d_2 hingga pos penakar n menakar d_n , maka

$$d = \frac{A_1.d_1 + A_2.d_2 + A_3.d_3 + \dots + A_n.d_n}{A} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i.d_i}{A}$$

Jika $\frac{A_i}{A} = p_i$ yang merupakan prosentasi luas

maka $d = \sum_1^n p_i \cdot d_i$

Dimana:

A = luas areal

d = tinggi curah hujan rata-rata areal

$d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ = tinggi curah hujan di pos 1, 2, 3, ..., n

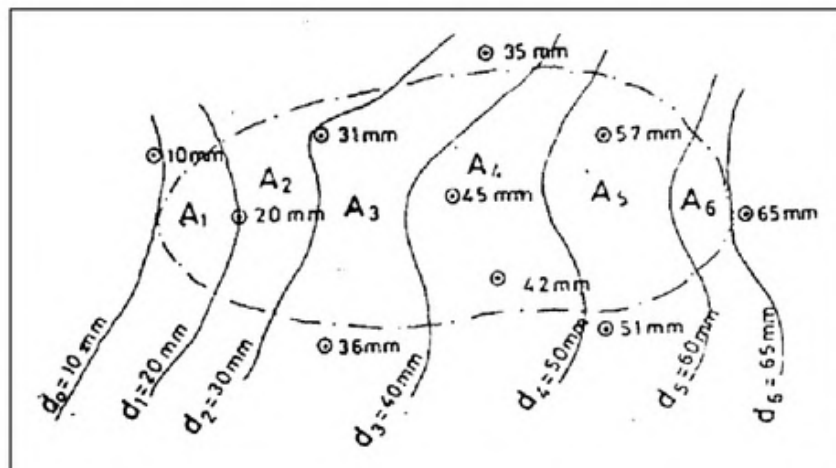
$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = luas daerah pengaruh pos 1, 2, 3, ..., n

$\sum_1^n p_i$ = jumlah prosentasi luas = 100

% (C.D Soemarto, 1986)

❖ Garis Isohyet

Metode ini merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata, namun diperlukan keahlian dan pengalaman. Cara ini memperhitungkan secara aktual pengaruh tiap-tiap pos penakar hujan.



Gambar 3.3 Kontur pada Isohyet

Metode isohyet terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut :

- Plot data kedalaman air hujan untuk tiap-tiap pos penakar hujan pada peta.
- Gambar kontur kedalaman air hujan dengan menghubungkan titik-titik yang mempunyai kedalaman air yang sama. Interval isohyet yang umum dipakai adalah 10 mm.
- Hitung luas area antara dua garis isohyet dengan menggunakan planimeter. Kalikan masing-masing luas areal dengan rata-rata hujan antara dua isohyet yang berdekatan.

Perhitungan metode ini menggunakan rumus sebagai berikut:

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

$$d = \frac{\sum_1^n \frac{d_{i-1}+d_i}{2} A_i}{\sum_1^n A_i} = \frac{\sum_1^n \frac{d_{i-1}+d_i}{2} A_i}{A}$$

dimana:

A = luas areal

d = tinggi curah hujan rata-rata areal

$d_0, d_1, d_2, \dots, d_n$ = tinggi curah hujan pada isohyet

$A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ = luas bagian areal yang dibatasi oleh isohyet-isohyet yang bersangkutan. (C.D Soemarto, 1986)

Cara ini memberikan bobot tertentu untuk setiap stasiun hujan dengan pengertian bahwa

setiap stasiun hujan dianggap mewakili hujan dalam suatu daerah dengan luas tertentu. Cara perhitungannya adalah sebagai berikut (Suyono Sosrodarsono, 1983:27):

$$R_{\text{rerata}} = R_1.P_1 + R_2.P_2 + \dots + R_n.P_n$$

dengan :

R : tinggi curah hujan rata-rata daerah (mm)

R_1, R_2, \dots, R_n : tinggi curah hujan pada titik pengamatan (mm)

$P_1 = \frac{A_1}{\sum A}, P_2 = \frac{A_2}{\sum A}, \dots, P_n = \frac{A_n}{\sum A}$: koefisien Theissen pada titik pengamatan (mm)

A_1, A_2, \dots, A_n : luas daerah tiap titik pengamatan (km²)

3. Hujan Rancangan Maksimum

Hujan rancangan maksimum adalah curah hujan terbesar tahunan yang mungkin terjadi di suatu daerah dengan kala ulang tertentu. Dalam suatu perhitungan tentunya banyak pemilihan distribusi yang dapat dipakai, yakni dapat memakai metode Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log Pearson, ataupun Distribusi Gumbel. Hal ini disesuaikan dengan daerah studi, yaitu terlebih dahulu data-data hujan didekatkan dengan suatu sebaran distribusi, agar dalam memperkiraan besarnya debit banjir tidak sampai jauh melenceng dari kenyataan banjir yang terjadi. Dari hasil analisa maka distribusi yang digunakan adalah distribusi dengan menggunakan Metode Gumbel.

❖ **Distribusi Normal**

Distribusi ini mempunyai *Probability density function* sebagai berikut:

$$P'(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

dimana : σ = varian ; μ = rata-rata.

Sifat khas lain distribusi ini yaitu nilai asimetrisnya (*skewnes*) hampir sama dengan nol dan dengan kurtosis 3.

❖ **Distribusi Log-Normal**

Probabilitas *density function* distribusi ini adalah :

$$P'(X) = \frac{1}{x\sigma_n\sqrt{2\pi}} \text{eksp} \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln x - \mu_n}{\sigma_n} \right)^2 \right]; \quad (\mu > 0)$$

dengan :

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

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

Besar asimetrinya (*skewnes*) adalah :

$$\gamma = \eta_v^3 + 3\eta_v$$

dengan :

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

$$\text{kurtosis } (C_k) = \eta_v^8 + 6\eta_v^6 + 15\eta_v^4 + 16\eta_v^2 + 3$$

Dengan persamaan (1), dapat didekati dengan nilai asimetri 3 dan selalu bertanda positif. Atau nilai *skewnes* C_s kira-kira sama dengan tiga kali nilai koefisien variasi C_v .

❖ Log Pearson Type III

▪ Metode Gumbel

Persamaan *Metode E.J. Gumbell* adalah sebagai berikut:

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

Dengan :

X_T = Curah hujan rancangan dengan periode ulang t tahun.

\bar{X} = Harga rerata curah hujan

K = Faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari periode ulang.

S_d = Standar deviasi, yang dihitung dengan persamaan:

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

Dimana :

X_i = nilai varian ke I, dan n = jumlah data.

1

Faktor frekuensi *E.J. Gumbel Type I* (K) dihitung menggunakan rumus:

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

Dimana :

Y_T = Reduced variate sebagai fungsi periode ulang T

$$= -\ln [-\ln (T - 1)/T]$$

Y_n = Reduced mean sebagai fungsi dari banyaknya data n

S_n = Reduced standar deviasi sebagai fungsi dari banyaknya data n

Dengan mensubstitusikan ketiga persamaan di atas diperoleh:

$$X_T = \bar{x} + S/S_n (Y_T - Y_n)$$

Jika :

$$\frac{1}{a} = \frac{Sx}{Sn} \text{ dan } b = X - \frac{Sx}{Sn} \cdot Y_n, \text{ Persamaan (2-4)}$$

menjadi :

$$X_T = b + \frac{1}{a} \cdot Y_T$$

Dimana :

X_T = Variate yang extrapolasi, yaitu besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun dalam mm

\bar{X} = Curah hujan rata-rata harian

S = Standar deviasi

Y_T = Reduced variate sebagai fungsi dari waktu ulang T

S_n = Reduced standar deviasi sebagai fungsi dari banyak data n

Y_n = Reduced mean sebagai fungsi n

Tabel 3.1
 Y_T Sebagai Fungsi Dari Waktu Ulang (T)

$Y_T = \ln - \ln (T-1 / T)$		$Y_T = \ln - \ln (T-1 / T)$	
T	Y_T	T	Y_T
2	0,36651	100	4,60015
5	1,49994	200	5,29518
10	2,25037	500	6,21361
15	2,67375	1000	6,90726
20	2,97020	2000	7,60065
25	3,19853	5000	8,51709

50	3,90194	10000	9,21029
----	---------	-------	---------

1

▪ **Metode Log Perason Type III**

Persamaan yang digunakan dalam metode Log Pearson Type III adalah:

$$\text{Log } X_T = \overline{\log x} + (G \cdot S_d)$$

Dengan:

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n}$$

Sd = standar Deviasi

G = Faktor sifat distribusi Log-Person Tipe III yang merupakan fungsi koefisien kepengcengan (Cs) terhadap waktu ulang atau probabilita (P).

Tabel 3.2
HUBUNGAN Y_n , DENGAN n SERTA S_n

n	Y_n	S_n	n	Y_n	S_n
8	0,48430	0,90430	29	0,53530	1,10860
9	0,49020	0,92830	30	0,63622	1,11328
10	0,49520	0,94970	31	0,53710	1,11590
11	0,49960	0,96760	32	0,53800	1,11930
12	0,50350	0,98330	33	0,53880	1,12260
13	0,50700	0,99720	34	0,53960	1,12550
14	0,51000	0,00950	35	0,54034	1,12847
15	0,51280	0,02057	36	0,54100	1,13130
16	0,51570	0,03160	37	0,54180	1,13390
17	0,51810	0,04110	38	0,54240	1,13630
18	0,52020	0,04930	39	0,54300	1,13880
19	0,52200	0,05660	40	0,54362	1,14132
20	0,52355	0,06283	41	0,54420	1,14360
21	0,52520	0,06950	42	0,54480	1,14580
22	0,52560	0,07540	43	0,54530	1,14800

23	0,52830	0,08110	44	54580	1,14990
24	0,52960	0,08640	45	0,54630	1,15185
25	0,53086	0,09145	46	0,54680	1,15380
26	0,53200	0,09610	47	0,54730	1,15570
27	0,53320	0,10040	48	0,54770	1,15740
28	0,53430	0,10471			

Tabel 3.3
Faktor Sifat Distribusi Log-Person Tipe III (G) dengan Cs positif

Skew Coefficient	1,0101	1,0526	1,1111	1,2500	2	5	10	25	50	100	200
	99	95	90	80	Percent Change			4	2	1	0,5
					50	20	10				
3,0	-0,667	-0,665	-0,660	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,061	4,970
2,9	-0,690	-0,688	-0,681	-0,651	-0,390	0,440	1,196	2,277	3,134	4,013	4,909
2,8	-0,714	-0,711	-0,702	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973	4,847
2,7	-0,740	-0,736	-0,724	-0,681	-0,376	0,479	1,224	2,272	3,097	3,932	4,783
2,6	-0,769	-0,762	-0,747	-0,695	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889	4,718
2,5	-0,799	-0,790	-0,771	-0,711	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652
2,4	-0,832	-0,819	-0,795	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,029	3,800	4,584
2,3	-0,867	-0,850	-0,819	-0,739	-0,341	0,555	1,274	2,248	2,997	3,753	4,515
2,2	-0,905	-0,882	-0,844	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,454
2,1	-0,946	-0,914	-0,869	-0,765	-0,319	0,592	1,294	2,230	2,942	3,656	4,372
2,0	-0,990	-0,949	-0,896	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298
1,9	-1,037	-0,984	-0,920	-0,788	-0,294	0,627	1,310	2,207	2,881	3,553	4,223
1,8	-1,087	-1,020	-0,945	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147
1,7	-1,140	-1,056	-0,970	-0,808	-0,268	0,660	1,324	2,179	2,815	3,444	4,069
1,6	-1,197	-1,093	-0,994	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990
1,5	-1,256	-1,131	-1,018	-0,825	-0,240	0,690	1,333	2,146	2,743	3,330	3,910

Skew Coefficient	1,0101	1,0526	1,1111	1,2500	2	5	10	25	50	100	200
	99	95	90	80	Percent Change			4	2	1	0,5
					50	20	10				
1,4	-1,318	-1,163	-1,041	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828
1,3	-1,388	-1,206	-1,064	-0,838	-0,210	0,719	1,339	2,108	2,666	3,211	3,745
1,2	-1,449	-1,243	-1,086	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661
1,1	-1,518	-1,280	-1,107	-0,848	-0,180	0,745	1,341	2,066	2,585	3,087	3,575
1,0	-1,588	-1,317	-1,128	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489
0,9	-1,660	-1,353	-1,147	-0,854	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,967	3,401
0,8	-1,733	-1,388	-1,166	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312
0,7	-1,806	-1,423	-1,183	-0,857	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223
0,6	-1,880	-1,458	-1,200	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132
0,5	-1,965	-1,491	-1,216	-0,856	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041
0,4	-2,029	-1,524	-1,231	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949
0,3	-2,104	-1,555	-1,245	-0,853	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856
0,2	-2,175	-1,586	-1,258	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763
0,1	-2,225	-1,616	-1,270	-0,846	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670
0	-2,326	-1,645	-1,282	-0,842	0	0,842	1,282	1,751	2,064	2,064	2,576

1

Tabel 3.4

Faktor Sifat Distribusi Log-Person Tipe III (G) dengan Cs negatif

Skew Coefficient	1,0101	1,0526	1,1111	1,2500	2	5	10	25	50	100	200
	99	95	90	80	Percent Change			4	2	1	0,5
					50	20	10				
-0	-2,336	-1,645	-1,282	-0,824	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576
-0,1	-2,400	-1,673	-1,292	-0,836	0,017	0,846	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482
-0,2	-2,472	-1,700	-1,301	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388
-0,3	-2,544	-1,762	-1,309	-0,824	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294
-0,4	-2,615	-1,750	-1,317	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201
-0,5	-2,686	-1,774	-1,323	-0,808	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108
-0,6	-2,755	-1,797	-1,328	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016
-0,7	-2,824	-1,819	-1,333	-0,790	0,116	0,857	1,183	1,488	1,633	1,806	1,936
-0,8	-2,891	-1,839	-1,336	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,484	1,608	1,733	1,837
-0,9	-2,957	-1,858	-1,339	-0,769	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749
-1,0	-3,022	-1,877	-1,340	-0,758	0,164	0,852	1,108	1,366	1,492	1,588	1,664
-1,1	-3,087	-1,894	-1,341	-0,745	0,180	0,848	1,107	1,324	1,435	1,518	1,581
-1,2	-3,149	-1,910	-1,340	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501
-1,3	-3,211	-1,925	-1,339	-0,719	0,210	0,838	1,064	1,240	1,324	1,383	1,424
-1,4	-3,271	-1,938	-1,337	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,196	1,270	1,316	1,351
-1,5	-3,330	-1,961	-1,333	-0,690	0,240	0,825	1,018	1,157	1,217	1,256	1,282
-1,6	-3,388	-1,962	-1,329	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,168	1,197	1,216
-1,7	-3,444	-1,972	-1,324	-0,660	0,268	0,808	0,970	1,075	1,116	1,140	1,155

Skew Coefficient	1,0101	1,0526	1,1111	1,2500	2	5	10	25	50	100	200
	99	95	90	80	Percent Change			4	2	1	0,5
					50	20	10				
-1,8	-3,499	-1,981	-1,318	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097
-1,9	-3,533	-1,989	-1,310	-0,627	0,294	0,788	0,920	0,996	1,023	1,037	1,044
-2,0	-3,605	-1,996	-1,302	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,969	0,980	0,990	0,995
-2,1	-3,656	-2,001	-1,294	-0,592	0,319	0,765	0,869	0,923	0,939	0,946	0,949
-2,2	-3,705	-2,006	-1,284	-0,574	0,330	0,732	0,849	0,888	0,900	0,905	0,907
-2,3	-3,753	-2,009	-1,274	-0,555	0,341	0,739	0,819	0,855	0,864	0,867	0,869
-2,4	-3,800	-2,011	-1,262	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832	0,833
-2,5	-3,845	-2,012	-1,250	-0,518	0,360	0,711	0,771	0,793	0,796	0,799	0,800
-2,6	-3,889	-2,013	-1,238	-0,499	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769	0,769
-2,7	-3,932	-2,011	-1,224	-0,479	0,376	0,681	0,724	0,738	0,740	0,740	0,741
-2,8	-3,973	-2,010	-1,210	-0,460	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,734	0,714
-2,9	-4,013	-2,007	-1,195	-0,440	0,330	0,651	0,681	0,683	0,689	0,690	0,690
-3,0	-4,051	-2,003	-1,180	-0,420	0,390	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667

1 Besar ΔP maksimum yang diijinkan (ΔCr) diberikan dalam tabel

Tabel 3.5
Kritis (ΔCr) Smirnov-Kolmogorof

n	0,20	0,10	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	0,30	0,34	0,40
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	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
n > 50	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{n}}$

❖ *Pemeriksaan Uji Kesesuaian Distribusi*

Untuk mengetahui apakah data tersebut benar sesuai dengan jenis sebaran teoritis yang dipilih maka perlu dilakukan pengujian lebih lanjut. Untuk keperluan analisis uji kesesuaian dipakai dua metode statistik sebagai berikut :

▪ **Uji Smirnov-Kolmogorov**

Pengujian ini dilakukan dengan menggambarkan probabilitas untuk tiap data, yaitu dari perbedaan distribusi empiris dan distribusi teoritis yang disebut Δ_{\max} . Dalam bentuk persamaan dapat ditulis (Sri Harto, 1993:180):

$$\Delta_{\max} = |P_{(T)} - P_{(E)}|$$

dengan :

Δ_{\max} : selisih maksimum antara peluang teoritis dan peluang empiris

$P_{(T)}$: peluang teoritis

$P_{(E)}$: peluang empiris

Langkah berikutnya adalah membandingkan Δ_{\max} dengan Δ_{cr} . Interpretasinya adalah :

1. $\Delta_{\max} < \Delta_{cr}$, maka distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima
2. $\Delta_{\max} > \Delta_{cr}$, maka distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima

Penyimpangan tersebut kemudian dibandingkan dengan penyimpangan kritis yang masih diijinkan (Δ_{cr}), pada proyek ini digunakan nilai kritis (significant level) $\alpha = 5\%$. Nilai kritis * untuk pengujian ini tergantung pada jumlah data dan α . Adapun tahapan perhitungannya adalah sebagai berikut:

Plotting data dan garis durasi pada kertas probabilitas dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

- ✓ Data curah hujan rata-rata harian maksimum tiap tahun disusun dari kecil ke besar (kecuali metode distribusi log-person tipe III yang disusun dari besar ke kecil)
- ✓ Probabilitas dihitung dengan persamaan weibull : $P = \frac{100 \cdot m}{n+1}$ dengan: n = Banyaknya data, dan m = Nomer urut data.
- ✓ Plotting data X_i - Probabilitas P
- ✓ Buat garis durasi distribusi frekwensi

✓ Dari gambar yang dihasilkan untuk mengontrol perbedaan yang timbul dari cara empiris dan teoritis digunakan Uji Smirnov-Kolmogorof.

▪ Uji Chi-Square

Tes uji chi-Square dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisa. Persamaan yang digunakan dalam uji chi-Square adalah (Shahin, 1976:186):

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

dengan :

X_h^2 : parameter chi-Square terhitung

G : jumlah sub kelompok

O_i : jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke -i

E_i : Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke-i

Jumlah kelas distribusi dihitung dengan rumus (Shahin, 1976:186) :

$$K = 1 + 3,22 \log n$$

Sedangkan harga derajat kebebasan dapat dicari dengan persamaan (Shahin,1976:186) :

$$Dk = k - 1 - m$$

dengan :

K : jumlah klas distribusi

n : banyaknya data

- Dk : derajat kebebasan
- k : jumlah klas distribusi
- m : parameter, untuk chi-Square = 2

Besarnya nilai kritis (X_{cr}^2) dapat dilihat dengan interpretasinya :

1. $X_h^2 < X_{cr}^2$, maka distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima
2. $X_h^2 > X_{cr}^2$, maka distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima.

1

4.3.2. Debit Banjir Rancangan

Untuk mendapatkan kapasitas saluran drainasi, terlebih dahulu harus dihitung jumlah air hujan dan jumlah air kotor atau buangan yang akan dibuang melalui saluran drainasi tersebut. Debit banjir (Q_b) adalah debit air hujan (Q_1) ditambah debit air kotor (Q_2). Untuk memperoleh debit banjir rancangan, maka debit banjir hasil perhitungan ditambah dengan kandungan sedimen yang terdapat dalam aliran banjir sebesar 10% sehingga diperoleh hasil (Suyono Sosrodarsono, 1994:328) :

$$Q_{Ranc} = 1,1 \times Q_{banjir}$$

$$Q_{Ranc} = 1,1 \times (Q_1 + Q_2)$$

Dalam perhitungan ini, kecepatan aliran banjir dianggap konstan meskipun konsentrasi sedimen tinggi.

1. Debit Banjir Non Hidrograf Akibat Curah Hujan

Untuk menghitung debit air hujan dalam mendimensi saluran drainasi digunakan metode rasional, karena dapat digunakan untuk perencanaan drainasi daerah pengaliran yang relatif sempit

(Suyono Sosrodarsono, 1983:144). Bentuk umum dari persamaan Rasional (jika daerah pengaliran kurang dari 0,8 km²) adalah sebagai berikut (Suyono Sosrodarsono, 1983:144) :

$$Q = \left(\frac{1}{3,6} \right) C.I.A$$

Dengan :

Q = debit banjir maksimum (m³/det)

C = koefisien pengaliran

I = intensitas hujan rerata selama waktu tiba banjir

A = luas daerah pengaliran (km²)

Sedangkan rumus rasional termodifikasi (jika daerah pengaliran lebih dari 0,8 km²) adalah sebagai berikut (Suhardjono, 1984:14) :

$$Q = \left(\frac{1}{3,6} \right) C_s.C.I.A$$

$$C_s = \frac{2tc}{2tc + ts}$$

Dengan :

C_s = koefisien penampungan

t_c = waktu konsentrasi (menit)

t_s = waktu aliran disaluran (menit)

❖ Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran adalah perbandingan antara jumlah air yang mengalir di permukaan akibat hujan (limpasan) pada suatu daerah dengan jumlah curah hujan yang turun di daerah tersebut. Besarnya koefisien pengaliran dipengaruhi oleh :

- kemiringan daerah aliran

- struktur geologi tanah
- jenis permukaan tanah
- klimatologi

Untuk menentukan harga koefisien pengaliran adalah (Subarkah, 1980:51):

$$C_m = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot C_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Dengan :

- C_m = koefisien pengaliran rata-rata
- A_i = luas masing-masing tata guna lahan
- C_i = koefisien pengaliran masing-masing tata guna lahan
- n = banyaknya jenis penggunaan tanah dalam suatu pengaliran

❖ Intensitas Hujan

Untuk mendapatkan intensitas hujan selama waktu konsentrasi digunakan rumus *Mononobe* (Suyono Sosrodarsono, 1983:145):

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

Dengan :

- R_{24} = curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm)
- I = intensitas hujan (mm/jam)
- t_c = waktu konsentrasi (jam)

Waktu konsentrasi adalah lama waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh di tempat

terjauh mencapai titik yang ditinjau pada suatu daerah pengaliran. Untuk saluran didaerah perkotaan, nilai t_c adalah waktu yang dibutuhkan oleh air untuk mengalir diatas permukaan tanah sampai ke saluran terdekat (t_o) ditambah waktu aliran air didalam saluran (t_s) samapi ke titik yang ditinjau. Dalam perumusan adalah (Suhardjono, 1984:15) :

$$t_c = t_o + t_s$$

Perhitungan t_o untuk panjang daerah pengaliran kurang dari 400 m digunakan persamaan *Kirpich* (Subarkah, 1980:50) :

$$t_o = 0,0195 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,77}$$

$$t_s = \frac{L}{v}$$

Dengan :

- t_o = waktu aliran permukaan (menit)
- L = panjang antara titik terjauh dengan inlet atau titik yang ditinjau (m)
- S = kemiringan rerata permukaan tanah
- t_s = waktu aliran di saluran (menit)
- v = kecepatan aliran di saluran (m/det)

Tabel 3.6.
Nilai Koefisien Pengaliran Berdasarkan
Jenis Pemakaian Tata Guna Tanah

Jenis Permukaan/Tata Guna Tanah	Koefisien Pengaliran
1. Perumputan	
- Tanah pasir, slope 2 %	0.05 - 0.1
- Tanah pasir, slope 2 - 7 %	0.10 - 0.15
- Tanah Pasir, slope 7 %	0.15 - 0.32
- Tanah gemuk, slope 2 %	0.13 - 0.17

1	Jenis Permukaan/Tata Guna Tanah	Koefisien Pengaliran
	- Tanah gemuk, slope 2 - 7 %	0.17 - 0.22
	- Tanah gemuk, slope 7 %	0.25 - 0.35
2.	Perkantoran	
	- Pusat kota	0.75 - 0.95
	- Daerah pinggiran	0.50 - 0.7
3.	Perumahan	
	- Kepadatan 20 rumah/ha	0.50 - 0.60
	- Kepadatan 20 - 60 rumah/ha	0.60 - 0.80
	- Kepadatan 60 - 160 rumah/ha	0.70 - 0.90
4.	Perindustrian	
	- Industri ringan	0.50 - 0.60
	- Industri berat	0.60 - 0.90
5.	Pertanian	0.45 - 0.55
6.	Perkebunan	0.20 - 0.30
7.	Pertamanan, kuburan	0.10 - 0.25
8.	Tempat bermain	0.20 - 0.35
9.	Jalan	
	- Beraspal	0.70 - 0.95
	- Beton	0.80 - 0.95
	- Batu	0.70 - 0.85
10.	Daerah yang dikerjakan	0.10 - 0.30

Sumber : I, Subarkah, 1980:50

2. Hidrograf Debit Banjir Akibat Hujan

❖ Hujan Jam-jaman

Distribusi curah hujan jam-jaman dianalisis dari kejadian hujan maksimum di stasiun otomatis (*Automatic Rainfall Recorder, ARR*). Akan tetapi jika tidak terdapat stasiun otomatis distribusi curah hujan jam-jaman dapat dipakai metode empiris seperti Metode Mononobe atau melakukan optimasi guna penetapan durasi hujan kritisnya.

Penetapkan lamanya hujan dalam satu hari, maka di ambil asumsi hujan harian yang terpusat selama 7 jam setiap harinya.

- a. Perhitungan rata - rata sampai jam ke - T

$$R_t = R_0 \left(\frac{T_i}{t} \right)^{2/3}$$

$$R_0 = \frac{R_{24}}{T_i}$$

Dengan :

R_t = Rata - rata hujan sampai jam ke -T

T_i = Waktu terpusat hujan harian

t = Waktu (jam)

R_{24} = Hujan harian efektif (mm/jam)

R_0 = Hujan harian rata - rata (mm/jam)

- b. Perhitungan curah hujan jam ke - T

$$R_T = t \cdot R_t - (t - 1) \cdot R_{(t-1)}$$

Dengan : R_t = Rata - rata hujan sampai jam ke -T

- c. Intensitas curah hujan di cari dengan jalan menentukan t = 1, 2, 3, 4, 5,6, dan 7 yang di uraikan dalam humus sebagai berikut:

$$R_0 = \frac{R_{24}}{T_i}$$

$$R_t = R_0 \left(\frac{7}{t} \right)^{2/3}$$

$$R_t = \frac{R_0}{7} \left(\frac{7}{t} \right)^{2/3}$$

❖ Hidrograf Satuan Sintesis

Tidak terdapatnya data hujan jam-jaman dan debit yang simultan, mengkondisikan kita harus membuat sintesisnya. DAS dengan karakter yang khas daerah perbukitan, pada umumnya paling tepat digunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu. Rumus yang digunakan adalah :

$$Q_p = \frac{C \cdot A \cdot R_o}{3,6 \cdot (0,3 \cdot T_p + T_{0,3})}$$

Dengan :

Q_p = Debit puncak banjir (m^3/det)

R_o = Hujan satuan (mm)

T_p = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0,3}$ = Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari puncak sampai 30% dari debit puncak

A = Luas daerah pengaliran sampai outlet

C = Koefisien pengaliran

Untuk menentukan T_p dan $T_{0,3}$ digunakan pendekatan rumus berikut:

$$T_p = t_g + 0,8 t_r$$

$$T_{0,3} = \alpha t_g$$

$$t_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g$$

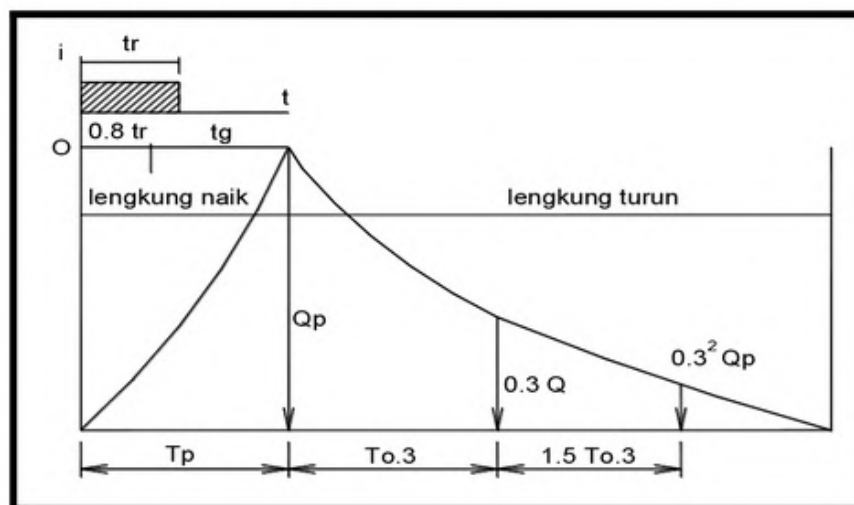
Nilai t_g adalah *time lag* yaitu waktu antara hujan sampai debit puncak banjir (jam). t_g dihitung dengan ketentuan sebagai berikut :

- Sungai dengan panjang alur $L > 15$ km: $t_g = 0,4 + 0,058 L$

- Sungai dengan panjang alur $L < 15$ km: $t_g = 0,21 L^{0,7}$

Dengan:

- t_r = Satuan Waktu hujan (jam)
- α = Parameter hidrograf, untuk
- $\alpha = 2 \Rightarrow$ Pada daerah pengaliran biasa
- $\alpha = 1,5 \Rightarrow$ Pada bagian naik hidrograf lambat, dan turun cepat
- $\alpha = 3 \Rightarrow$ Pada bagian naik hidrograf cepat, turun lambat



Gambar 3.4 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

1
 Persamaan dari garis lengkung pembentuk hidrograf satuan tersebut adalah sebagai berikut:

a. Pada waktu naik : $0 < t < T_p$

$$Q_p = \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} Q_p$$

Dimana: $Q_{(t)}$ = Limpasan sebelum mencari debit puncak (m^3), dan t = Waktu (jam).

b. Pada kurva turun (*decreasing limb*)

Kurva Turun I : $0 \leq t \leq (T_p + T_{0,3})$

$$Q_{(t)} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p)}{T_{0,3}}}$$

Kurva Turun II : $(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$Q_{(t)} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p+0,5T_{0,3})}{1,5 \cdot T_{0,3}}}$$

Kurva Turun III : $t > (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$Q_{(t)} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t-T_p+1,5T_{0,3})}{2,0 \cdot T_{0,3}}}$$

❖ **Hidrograf Banjir**

Hidrograf banjir dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q_k = \sum_{i=1}^n U_i \cdot P_{n-(i-1)}$$

Dimana :

Q_k = Debit Banjir pada jam ke - k

U_i = Ordinat hidrograf satuan (I = 1, 2, 3
.n)

P_n = Hujan netto dalam waktu yang berurutan
(n = 1,2,..n)

B_f = Aliran dasar (*base flow*)

1

3. Perhitungan Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Jumlah penduduk pada daerah studi pada awal perencanaan dimulai dan pada tahun-tahun yang akan datang harus diperhitungkan untuk menghitung

air buangan. Untuk memproyeksikan jumlah penduduk pada tahun-tahun yang akan datang digunakan :

❖ Pertumbuhan Eksponensial

Pertumbuhan ini mengasumsikan pertumbuhan penduduk secara terus-menerus setiap hari dengan angka pertumbuhan konstan. Pengukuran penduduk ini lebih mendekati tepat, karena dalam kenyataannya pertumbuhan jumlah penduduk juga berlangsung terus-menerus.

Ramalan pertambahan penduduknya adalah :

$$P_n = P_0 \times e^{rn}$$

Dengan :

P_n = jumlah penduduk pada tahun ke-n

P_0 = jumlah penduduk pada awal tahun

r = angka pertumbuhan penduduk

n = interval waktu (tahun)

e = bilangan logaritma (2,71828)

❖ Pertumbuhan Geometri

Pertumbuhan ini mengasumsikan besarnya laju pertumbuhan yang menggunakan dasar bunga berbunga dimana angka pertumbuhannya adalah sama tiap tahun.

Ramalan laju pertumbuhan Geometri adalah sebagai berikut :

$$P_n = P_0 \times (1 + r)^n$$

Dengan :

P_n = jumlah penduduk pada tahun ke-n

P_0 = jumlah penduduk pada awal tahun

- r = angka pertumbuhan penduduk
- n = interval waktu (tahun)

1

4. Perhitungan Debit Air Kotor

Air kotor atau air buangan merupakan air sisa atau bekas dari air yang dimanfaatkan untuk kepentingan sehari-hari. Debit air kotor berasal dari air buangan hasil aktivitas penduduk yang berasal dari :

- Air buangan domestik, dari rumah tangga dan fasilitas umum
- Air buangan industri

Untuk memperkirakan jumlah air kotor harus diketahui kebutuhan air bersih rata-rata dan jumlah penduduk kota. Air buangan rumah tangga diperkirakan sebesar 80% dari kebutuhan rata-rata air bersih, sedangkan untuk fasilitas sosial, pemerintahan dan perdagangan diperkirakan 70-90 % kebutuhan air bersih. Kuantitas air buangan industri diperkirakan sebesar 90 % dari kebutuhan air bersih. Didalam Rencana Detail Tata Ruang Kota (RDTRK) dapat diketahui bahwa :

- a. Sambungan rumah membutuhkan air 100 liter/orang/hari
- b. Kebutuhan non domestik (perkantoran, perdagangan, jasa, industri dll) dihitung sekitar 20 % dari kebutuhan domestik.
- c. Kehilangan air (losses) sekitar 25 % dari kebutuhan domestik dan non domestik.

Untuk lokasi studi, air buangannya hanya berasal dari kebutuhan rumah tangga, dan

diperkirakan 80% dari total kebutuhan air rumah tangga.

Contoh perhitungan debit air kotor tiap hari :

- Kebutuhan air domestik = 100 liter/orang/hari
- Dikalikan dengan faktor pengaliran air buangan 0,7-0,9 (dalam studi ini diambil 0,8 menghasilkan air buangan sebesar :

$$= 0,8 \times 100 = 80 \text{ liter/orang/hari}$$

$$= 0,00093 \text{ liter/orang/detik}$$

- Dikalikan dengan faktor penduduk (P) dihasilkan Q_{peak}

Dengan demikian jumlah air kotor yang dibuang pada suatu daerah tiap km^2 adalah jumlah air buangan maksimum dikalikan dengan kepadatan penduduknya (P_n/A) :

$$Q_{ak} = \frac{P_n \times 0,00093}{A}$$

Dengan :

$$Q_{ak} = \text{debit air kotor (lt/dt/km}^2\text{)}$$

$$P_n = \text{jumlah penduduk (jiwa)}$$

$$A = \text{luas daerah (km}^2\text{)}.$$

4.3.3. Analisa Hidrolika

Besar kapasitas saluran drainasi dihitung berdasarkan kondisi *steady flow* menggunakan rumus Manning (Ven.Te Chow, 1989) :

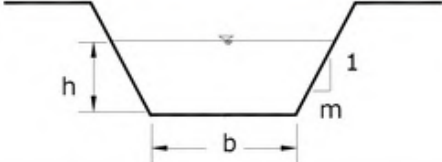
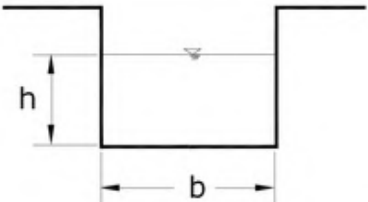
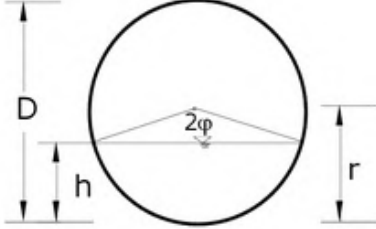
$$Q = V \cdot A$$

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

dengan :

- Q = debit air (m^3/dt)
- V = kecepatan aliran (m/dt)
- A = luas penampang basah (m^2)
- n = koefisien kekasaran Manning
- R = jari-jari hidrolis (m)
- S = Kemiringan dasar saluran

Rumus ini merupakan bentuk yang sederhana namun memberikan hasil yang tepat, sehingga penggunaan rumus ini sangat luas dalam aliran seragam untuk perhitungan dimensi saluran. Gambar penampang saluran disajikan pada gambar 3.5. Koefisien kekasaran 'n' Manning dapat diperoleh dari tabel 3.5. dengan memperhatikan faktor bahan pembentuk saluran.

Gambar Penampang Saluran	Jenis Penampang Saluran
	Penampang saluran trapesium $A = (b + m \cdot h) \cdot h$ $P = b + 2h\sqrt{1^2 + m^2}$ $R = \frac{A}{P}$
	Penampang saluran segiempat $A = b \cdot h$ $P = b + 2h$ $R = \frac{A}{P}$
	Penampang saluran lingkaran $A = r^2 \left(\varphi - \frac{1}{2} \sin 2\varphi \right)$ $P = 2\varphi r$ $h = r(1 - \cos \varphi)$ $R = \frac{A}{P}$ φ dalam radian

Gambar 3.5
Gambar Penampang Saluran

1

Dengan :

A : luas penampang basah (m^2)

P : keliling basah saluran (m)

R : jari-jari hidrolis (m)

b : lebar dasar saluran (m)

h : kedalaman air di saluran (m)

d : diameter saluran (m)

m : kemiringan saluran

Tabel 3.7
Nilai Koefisien Kekasaran Manning (n)

Tipe Saluran	n
A. Saluran Tertutup Terisi Sebagian	
1. Gorong-gorong dari beton lurus dan bebas kikisan	0,010 – 0,013
2. Gorong-gorong dengan belokan dan sambungan	0,011 – 0,014
3. Saluran pembuang lurus dari beton	0,013 – 0,017
4. Pasangan bata dilapisi dengan semen	0,011 – 0,014
5. Pasangan batu kali disemen	0,015 – 0,017
B. Saluran dilapis atau disemen	
1. Pasangan bata disemen	0,012 – 0,018
2. Beton dipoles	1,013 – 0,016
3. Pasangan batu kali disemen	0,017 – 0,030
4. Pasangan batu kosong	0,023 – 0,035

Sumber : Ven Te Chow, 1985

1

❖ **Bangunan Gorong-Gorong (*Culvert*)**

Dalam suatu sistem jaringan drainase dimungkinkan adanya bangunan persilangan. Untuk perencanaan desain gorong-gorong didasarkan pada kriteria perencanaan sebagai berikut :

$$Q = \mu.A.(2g)^{0.5}.Z$$



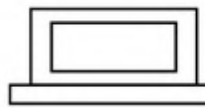
Dengan :

$$Q = \text{debit air (m}^3/\text{dt)}$$

- μ = Koefisien debit
- A = Luas penampang gorong-gorong
- Z = Kehilangan tinggi energi pada gorong-gorong (m)
- g = kecepatan gravitasi (m/dt)

Gorong-gorong ditempatkan melintang jalan yang berfungsi untuk menampung air dari selokan samping dan membuangnya, dengan kemiringan gorong-gorong 0.5 – 2 %.

Gambar 3.6
Tipe Penampang Gorong-gorong

No.	Tipe gorong-gorong	Potongan melintang	Material yang dipakai
1.	Pipa tunggal atau lebih		Metal gelombang, beton bertulang atau beton tumbuk, besi cor, dll.
2.	Pipa lengkung tunggal atau lebih		Metal gelombang
3.	Gorong-gorong persegi (box culvert)		Beton bertulang

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase (SNI 03.3424.1994)

4.3.4. ¹ Genangan

Genangan lokal terjadi akibat dari perubahan penggunaan lahan yang tidak disertai dengan usaha mempertahankan kemampuan lingkungan dalam meresapkan air, dan penyesuaian sistem drainasinya. Gangguan dari genangan timbul akibat berkurangnya toleransi kedalaman dan lama genangan, misalnya sawah berubah menjadi kawasan pemukiman. Perubahan fungsi saluran juga mewarnai fenomena ini,

yaitu saluran irigasi yang beralih fungsi menjadi saluran drainase tanpa disertai penyesuaian yang memadai.

Dampak ikutan dari kehadiran kawasan pemukiman juga menjadi pemicu timbulnya genangan, baik saat proses pembangunan maupun limbah aktivitas penghuninya.

Berdasarkan uraian tersebut, usaha pengendalian akan efektif jika berorientasi pada pengurangan beban limpasan permukaan dan peningkatan kapasitas sistem drainase. Pengurangan limpasan permukaan dapat berupa penanaman pohon, pembuatan sumur resapan, dan biopori. Peningkatan kapasitas sistem drainase dilakukan dengan pembenahan kondisi saluran, mulai saluran kolektor hingga saluran drainase utama.

Debit genangan atau limpasan yang dimaksud adalah selisih antara besarnya debit drainasi yang terdiri dari debit yang berasal dari air hujan dan air limbah penduduk dengan kapasitas saluran drainase yang ada. Dengan melihat keadaan daerah studi di musim penghujan, maka dapat diketahui beberapa titik-titik lokasi yang mengalami genangan dalam waktu yang cukup lama.

1 4.3.5. Pendekatan Penanganan Masalah

Perencanaan drainase perkotaan perlu memperhatikan fungsi drainase sebagai prasarana yang dilandaskan pada konsep pembangunan yang berwawasan lingkungan. Konsep ini antara lain berkaitan dengan usaha konservasi sumber daya air, yang prinsipnya adalah mengendalikan air hujan supaya lebih meresap ke dalam tanah dan tidak banyak terbuang sebagai aliran permukaan, antara lain

dengan membuat bangunan resapan buatan, kolam tandon, penataan lansekap dan pelestarian hutan kota.

Alternatif terbaik yang setidaknya dapat dilakukan adalah melalui proses pengkajian terhadap kondisi saluran drainase terkait dengan aspek teknis, sosial ekonomi, finansial dan lingkungan. Adapun arahan penanganan dari saluran yang tidak mencukupi adalah:

- 📄 Normalisasi/ pengangkatan sedimentasi
- 📄 Peninggian saluran
- 📄 Pembuatan saluran baru (jaringan baru, saluran perlintasan)

Disamping penanganan di atas, dapat juga perlu dipertimbangkan alternatif lain yang mungkin dapat dilaksanakan. Alternatif tersebut memang tidak langsung mengatasi genangan teoritis maupun genangan *existing* yang terjadi, tetapi untuk jangka panjang dapat mengurangi¹ limpasan yang terjadi.

Kondisi Kota Sampit saat ini yang sebagian besar adalah lahan tertutup, memungkinkan air limpasan permukaan semakin tinggi dan saluran-saluran drainase tidak mencukupi. Alternatif yang dapat dilakukan antara lain :

1. Pembuatan Bangunan Resapan Air Hujan

Kondisi daerah kota Sampit saat ini yang mempunyai daerah yang cukup padat memungkinkan lahan yang ada semakin banyak yang digunakan sebagai perumahan. Hal ini mengakibatkan air limpasan permukaan semakin tinggi dan saluran-saluran drainase semakin tidak mencukupi.

Dengan adanya bangunan resapan air hujan dapat mengurangi limpasan permukaan yang ada dan

mengakibatkan berkurangnya debit yang akan ditampung saluran drainase. Selain itu bangunan resapan air hujan juga dapat meninggikan permukaan air tanah. Sehingga ditinjau dari tingginya permukaan air tanah memungkinkan dibangun resapan air hujan di Kota sampit. Macam peresapan air hujan yang biasa digunakan adalah :

☛ *Genangan Terbuka*

Metode ini dilakukan dengan mengalirkan air hujan ke suatu kolam buatan pada kawasan permukiman. Karena metode ini menggunakan suatu kolam terbuka, maka metode ini kurang sesuai dengan Kota Sampit secara umum. Hal ini disebabkan selain memerlukan lahan yang luas juga resiko pencemaran akibat sampah.

☛ *Resapan Tertutup*

Prinsip dari metode ini adalah dengan menampung air hujan ke suatu reservoir tertutup. Terdapat dua macam resapan tertutup yaitu pipa porus dan selokan tertutup. Pipa porus pada prinsipnya mengalirkan air hujan kesuatu pipa porus yang ditanam secara horisontal. Selokan tertutup prinsipnya sama dengan pipa porus, hanya bedanya pada bentuk penampang melintangnya. Pipa porus berbentuk bulat, sedangkan selokan tertutup berbentuk segiempat atau trapesium.

☛ *Sumur Resapan*

Secara sederhana sumur resapan diartikan sebagai sumur yang digali yang berbentuk segiempat atau lingkaran dengan kedalaman tertentu. Sumur resapan difungsikan untuk

menampung dan meresapkan air hujan yang jatuh di atas permukaan tanah baik melalui atap bangunan, jalan ataupun halaman agar dapat meresap ke dalam tanah.

Sumur resapan ini kebalikan dari sumur air minum. Sumur Resapan merupakan lubang untuk memasukkan air ke dalam tanah, sedangkan sumur air minum berfungsi untuk menaikkan air tanah ke atas permukaan. Dengan demikian konstruksi dan kedalamannya berbeda. Sumur resapan digali dengan kedalaman di atas permukaan air tanah, sedangkan sumur air minum digali dengan kedalaman di bawah permukaan air tanah. Beberapa hal tentang kegunaan sumur resapan antara lain :

- a. Sebagai upaya untuk pengendali banjir. Penggunaan sumur resapan mampu memperkecil aliran permukaan sehingga terhindar dari penggenangan secara berlebihan yang menyebabkan banjir.
- b. Konservasi tanah. Sumur resapan berfungsi memperbaiki kondisi air tanah atau mendangkalkan permukaan air sumur. Disini diharapkan air hujan lebih banyak yang diresapkan ke dalam tanah menjadi air cadangan dalam tanah.
- c. Menekan laju erosi. Dengan adanya penurunan aliran permukaan maka tanah-tanah yang tergerus dan terhanyut akan berkurang. Dampaknya, aliran permukaan air hujan menjadi kecil dan dapat menekan laju erosi.

Berdasarkan SK-SNI S-14-1990-F, bentuk dan ukuran sumur resapan adalah sebagai berikut :

- Sumur resapan air hujan berbentuk lingkaran atau segiempat
- Ukuran minimum sisi penampang atau diameter adalah 0,8 meter, sedangkan ukuran maksimumnya adalah 1,4 meter
- Ukuran kedalaman minimum adalah 1,5 meter. Kedalaman maksimum adalah sampai batas kedalaman permukaan air tanah.

Menghitung dimensi sumur resapan dapat digunakan rumus (Sunjoto,2003:10) :

$$H = \frac{Q}{F.K} \left(1 - e^{-\frac{F.K.T}{\pi.R^2}} \right)$$

Dengan :

- H : tinggi muka air dalam sumur (m)
- F = 5,5R : faktor geometrik (m)
- Q : debit air masuk (m³/detik)
- T : waktu pengaliran (detik)
- K : koefisien permeabilitas tanah (m/detik)
- R : jari-jari sumur (m)

2. Pembuatan Tampungan Sementara

Untuk mengurangi beban suatu saluran induk karena ketidakmampuan suatu saluran untuk menampung debit banjir atau sebab-sebab lainnya, dapat dibuat suatu tampungan sementara.

Pada prinsipnya tampungan sementara digunakan untuk menampung debit air dari suatu saluran atau limpasan dari sekelilingnya selama hujan berlangsung dan saluran yang akan dilewati kapasitasnya tidak mencukupi dan dialirkan kembali

pada saat saluran yang akan dilewati sudah mulai surut.

Rippl (1883) mengusulkan suatu metode sebagai cara yang bukan empiris untuk menentukan ukuran tampungan yang diperlukan dalam pembuatan suatu tampungan guna memenuhi suatu rencana pengambilan. Pada teknik Rippl dianggap bahwa tampungan akan berada pada kondisi penuh saat permulaan musim kering, atau periode kering, Rippl menghitung kapasitas tampungan untuk memenuhi kebutuhan pengambilan pada musim kering, berdasarkan data yang tercatat.

Hasil pengambilan air dalam hal ini adalah jumlah dari volume tampungan yang dapat dimanfaatkan ditambah dengan inflow (aliran masuk) yang bermanfaat selama periode kritis.

Kurva massa debit dapat berfungsi sebagai grafik yang menggambarkan karakteristik ketersediaan air dalam kaitannya dengan usaha pemanfaatan aliran secara baik. Kurva massa debit sering juga disebut sebagai diagram Rippl dan merupakan penjumlahan kumulatif dari inflow ke tampungan.

Dalam perkembangan lebih lanjut semenjak Rippl mengusulkan metodenya, banyak cara lain dikembangkan untuk menyatakan dengan simbol sederhana sebagai berikut :

$$S_j = S_{j-1} + Q_j + R_j(A) - I_j - E_j(A) - O_j - S_{pj}(A).$$

dengan :

S_j : Tampungan tampungan pada akhir bulan ke-j

S_{j-1} : Tampungan tampungan pada akhir bulan sebelumnya

- $R_j(A)$: Hujan yang jatuh ke tampungan pada bulan ke-j sebagai fungsi luas permukaan air tampungan
 I_j : Pengambilan air dari tampungan pada bulan ke-j
 $E_j(A)$: Penguapan dari tampungan pada bulan ke-j sebagai fungsi luas permukaan ditampungan
 O_j : Spill sebagai “outflow” melewati bangunan pelimpah bulan ke-j
 $S_{pj}(A)$: Rembesan keluar dari tampungan dalam bulan ke-j sebagai fungsi luas permukaan air di tampungan.

Material sedimen yang dapat mempengaruhi umur waduk dapat berupa Lumpur tersuspensi (*suspended sediment*) maupun butir-butir tanah, pasir, kerikil atau benda padat lain sebagai benda terangkut sepanjang dasar sungai (*bed load*).

Benda padat yang terangkut aliran di sungai banyak memiliki berat jenis butiran di atas 2,0 misalnya berat jenis butiran tanah adalah 2,65. Pada air mengalir dengan kecepatan tertentu, bahan-bahan sedimen dapat terangkut. Daya angkut aliran memang sangat dipengaruhi oleh kecepatan aliran pada saat air yang membawa sedimen mencapai waduk, kecepatan air dan turbulensi aliran menjadi sangat berkurang. Akibat pengurangan kecepatan dan turbulensi, bahan-bahan sedimen yang terangkut aliran air mengendap pada dasar waduk. Pengendapan sedimen pada dasar waduk terdistribusi menurut jenis sedimen dan pola gerakan air setelah memasuki waduk.

Butir-butir sedimen yang besar pada umumnya terendapkan pada bagian hulu waduk, butir-butir kecil masih tersuspensi dan terendapkan pada bagian hilir waduk. Bahkan butir-butir yang sangat kecil melintasi waduk dan keluar dari waduk beserta aliran air yang memasuki bagian hilir waduk.

Disiplin ilmu angkutan sedimen memberikan rumus-rumus hasil penelitian yang dapat digunakan untuk pedoman pengumpulan data dan melakukan hitungan perkiraan laju sedimentasi pada waduk. Karena endapan sedimen secara akumulatif makin lama semakin banyak, waduk dibuat manusia akhirnya dapat penuh dengan endapan sedimen sebelum waduk benar-benar penuh dengan endapan sedimen akumulasi sedimen pada suatu saat telah menyebabkan waduk tidak berfungsi secara memadai pada keadaan ini dikatakan dengan waduk telah mati.

Dalam perencanaan waduk, tinjauan usia fungsional waduk dari segi tinjauan laju sedimentasi harus dianalisa. Analisa ini membuat perkiraan dan menyimpulkan usia waduk sebagai landasan analisis ekonomi pembuatan waduk, atau landasan evaluasi waduk-waduk yang telah dibangun.

Untuk penyelesaian masalah sedimentasi pada waduk hal yang umum dilaksanakan adalah penyediaan sebagian dari volume tampungan endapan sedimen. Laju sedimentasi pada waduk dipengaruhi kondisi daerah tangkapan air di hulunya. Laju sedimentasi tersebut dipengaruhi oleh tipe tanah, kemiringan daerah, penutupan vegetasi, karakter hujan, dan tata guna lahan.

Untuk daerah-daerah di Indonesia terutama Jawa, sedimentasi pada waduk merupakan masalah

penting. Perkiraan laju sedimen perlu didasarkan pada data yang terkumpul dan menggunakan cara analisa yang sesuai. Salah angka dalam perkiraan angkutan sedimen punya akibat salah angka pada interpretasi nilai ekonomi suatu waduk akibat kesalahan masa berfungsi suatu waduk.

Pertama, perlu diketahui bahwa analisa tentang sungai-sungai di Jawa menghadapi berbagai persoalan yang kerap kali spesifik dan tidak dijumpai contoh analisisnya didalam pustaka berasal dari Negara maju. Dasar ilmu untuk analisa memang tersedia, namun kecermatan untuk sintesis metoda angka dibutuhkan, demikian analisa dasar terpadu sangat diperlukan, suatu pandangan interdisiplin adalah suatu keharusan.

Secara sederhana, dapat dibayangkan bahwa sungai alam di lereng bukit akan memberikan aliran deras pada waktu hujan lebat, makin ke hilir kederasan aliran secara umum berkurang. Hal ini mempunyai hubungan erat dengan kemiringan dasar sungai, yaitu dasar sungai di lereng bukit lebih miring dari dasar sungai di hilir.

Dari pengetahuan angkutan bahan oleh air kita tahu bahwa air yang mengalir cepat lebih mampu mengangkut pasir, atau kerikil, bahkan batu-batu, dibandingkan dengan air yang mengalir lebih lambat. Dengan pengetahuan ini apakah telaj dapat diketahui tentang suatu kemungkinan salah sangka dalam analisa angkutan sedimen? Jawabnya belum, dan perjalanan penghayatan pada gejala alam perlu dilanjutkan.

Air, mengangkut bahan erosi dapat berupa angkutan dasar dan dapat berupa angkutan bahan tersuspensi, karena perubahan kecepatan aliran,

bahan yang semula bergerak didasar sungai dapat berubah menjadi bahan suspensi. Demikian pula bahan yang semula tersuspensi dapat berubah menjadi bahan angkutan dasar akibat adanya perubahan kecepatan aliran.

Pengukuran bahan angkutan dasar lebih sukar dari pengukuran bahan tersuspensi. Memang pengalaman di negara maju telah menunjukkan hubungan antara angkutan suspensi dan angkutan dasar, namun variasi hubungan sangatlah besar. Demikian pula, hubungan antara angkutan bahan tersuspensi dan bahan didasar sungai di Indonesia belum diketahui dengan baik.

Dengan kata lain kecepatan aliran sungai mempengaruhi laju pengetahuan bahan tersuspensi. Sebenarnya, apabila alur-alur sungai tidak mengalami perubahan sifat hidraulik yang berarti, pola hubungan antara kedalaman air, luas tampang melintangkan lecepatan aliran berpola mantap. Alur sungai yang mempunyai pola mantap dalam hubungan antara kedalam air, luas tampang dan kecepatan dapat menyetujui ekstrapolasi statistic yang biasa pada hasil hitungan data angkutan sedimen.

Ada beberapa model tampungan sementara yang dapat digunakan, antara lain :

- ❏ *Tampungan sementara dengan pintu pengatur*, dimana prinsipnya adalah pada saat kapasitas tampungan sudah maksimum, pintu ditutup dan pada saat saluran induk sudah mulai surut, pintu dibuka sehingga air dalam tampungan dapat mengalir kembali dalam saluran.

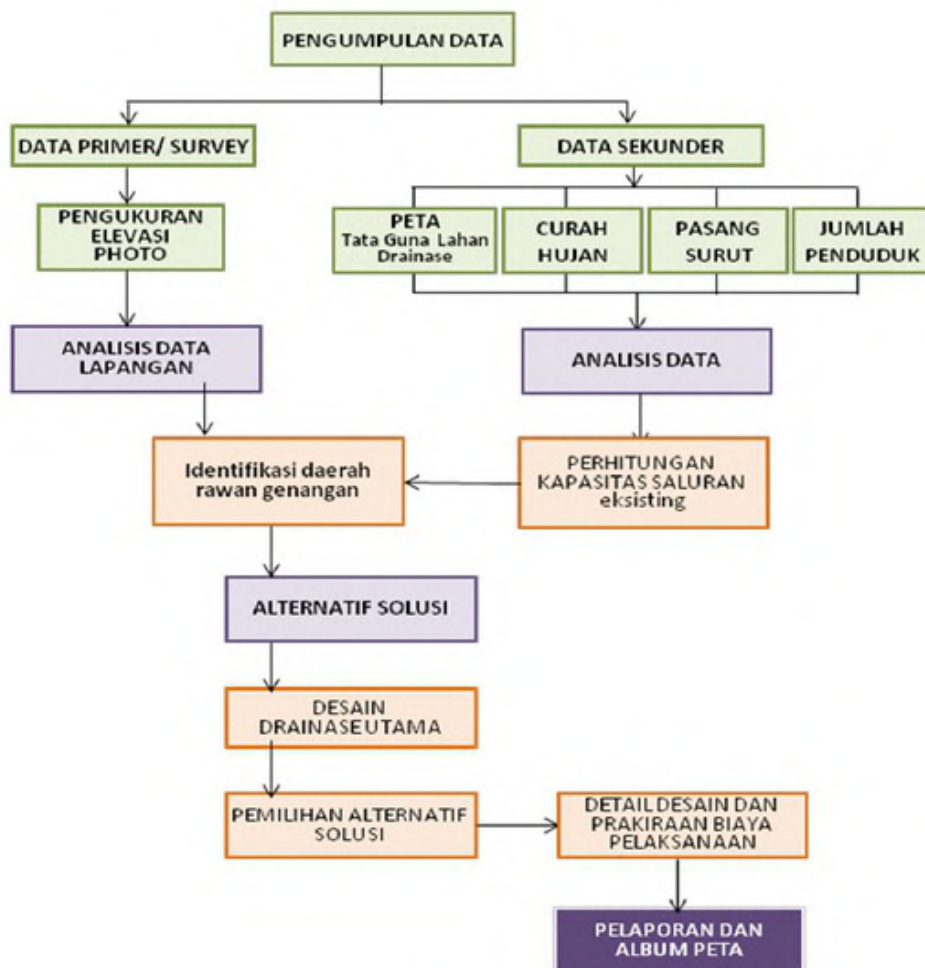
- ❏ *Tampungan sementara tanpa pintu*, prinsipnya adalah menampung semua air yang dialirkan kedalamnya dan otomatis akan dialirkan lagi jika kapasitas tampungan tersebut sudah tidak memenuhi.
- ❏ *Tampungan yang dihubungkan dengan saluran tertutup*, yang menampung semua air limpasan yang tidak dapat dialirkan oleh suatu saluran dan kemudian sebagian dialirkan melalui saluran tertutup melewati beberapa lubang kecil didalam tampungan sementara.

Dari ketiga model diatas, sebaiknya konstruksi yang digunakan pada keliling tebing tampungan dapat berupa pasangan batu bata, batu kosong ataupun tanpa diberi pelindung supaya sebagian air dapat meresap kedalam tanah. Namun dalam kegiatan ini dilakukan pemecahan masalah dengan solusi memperbesar saluran drainase yang ada dan mendesain ulang inlet yang ada di lokasi studi. Hal ini dilakukan karena mengingat saluran drainase yang ada dinilai tidak mencukupi oleh debit dengan kala ulang tertentu, dilain pihak dari hasil analisa visual letak dan kondisi inlet yang ada banyak tidak memenuhi syarat sehingga air tidak dapat masuk ke saluran. Dan untuk beberapa titik yang belum terdapat saluran drainase, maka akan dibuat suatu usulan drainase baru, dengan tetap memperhitungkan kemiringan dan peruntukan lahan yang ada.

Dari hasil survey nantinya akan dibuat suatu analisa dimana dapat ketahui saluran yang ada tersebut secara teknis dapat menampung atau tidaknya debit banjir rancangan yang ada. Untuk

saluran dengan keadaan tidak dapat menampung dengan debit rancangan, maka akan dibuat suatu perencanaan baru yang dapat menampung debit rancangan yang telah ditentukan.

4.4. Diagram Alir Pelaksanaan Pekerjaan



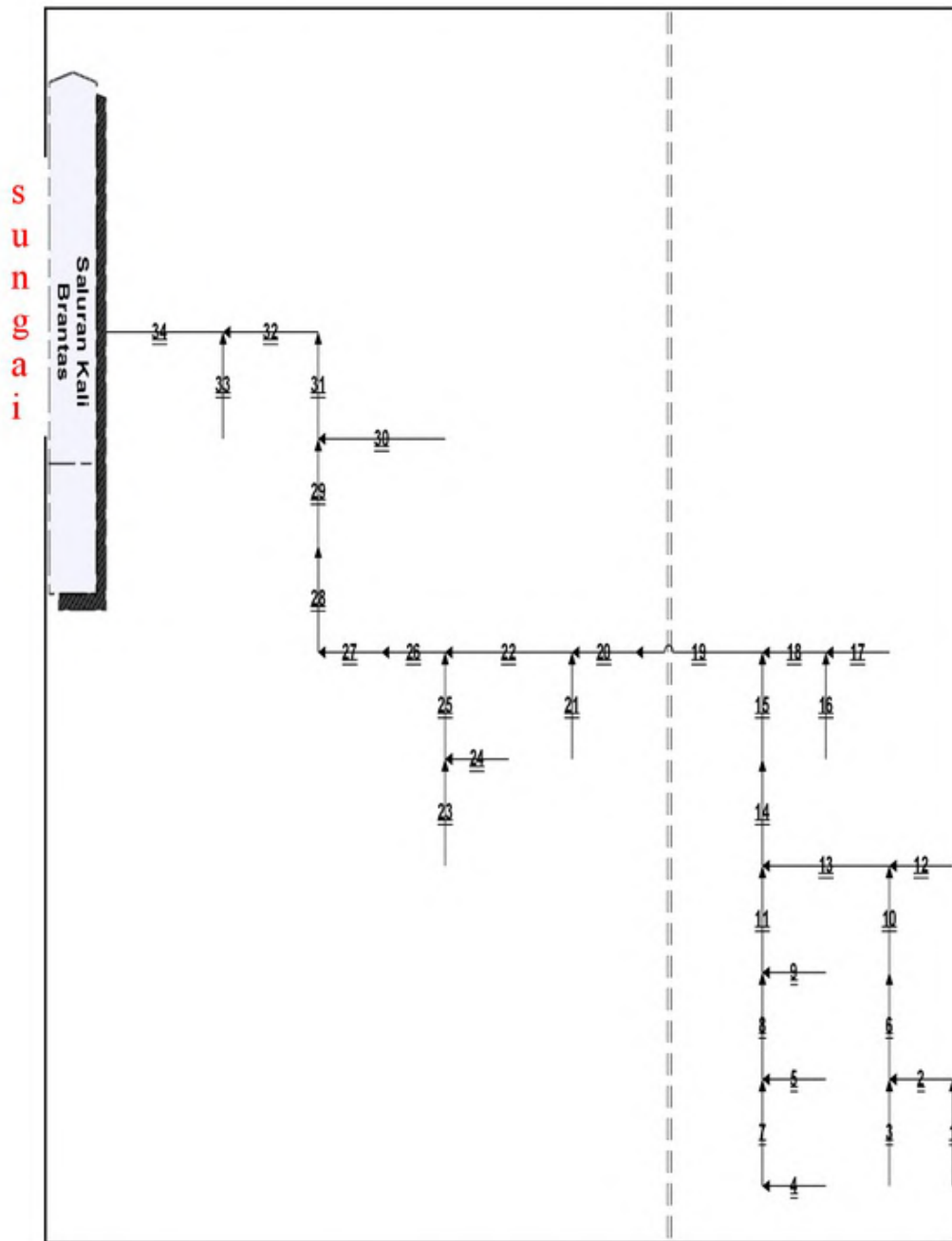
1

Gambar 3.7
Diagram Alir Pelaksanaan Pekerjaan

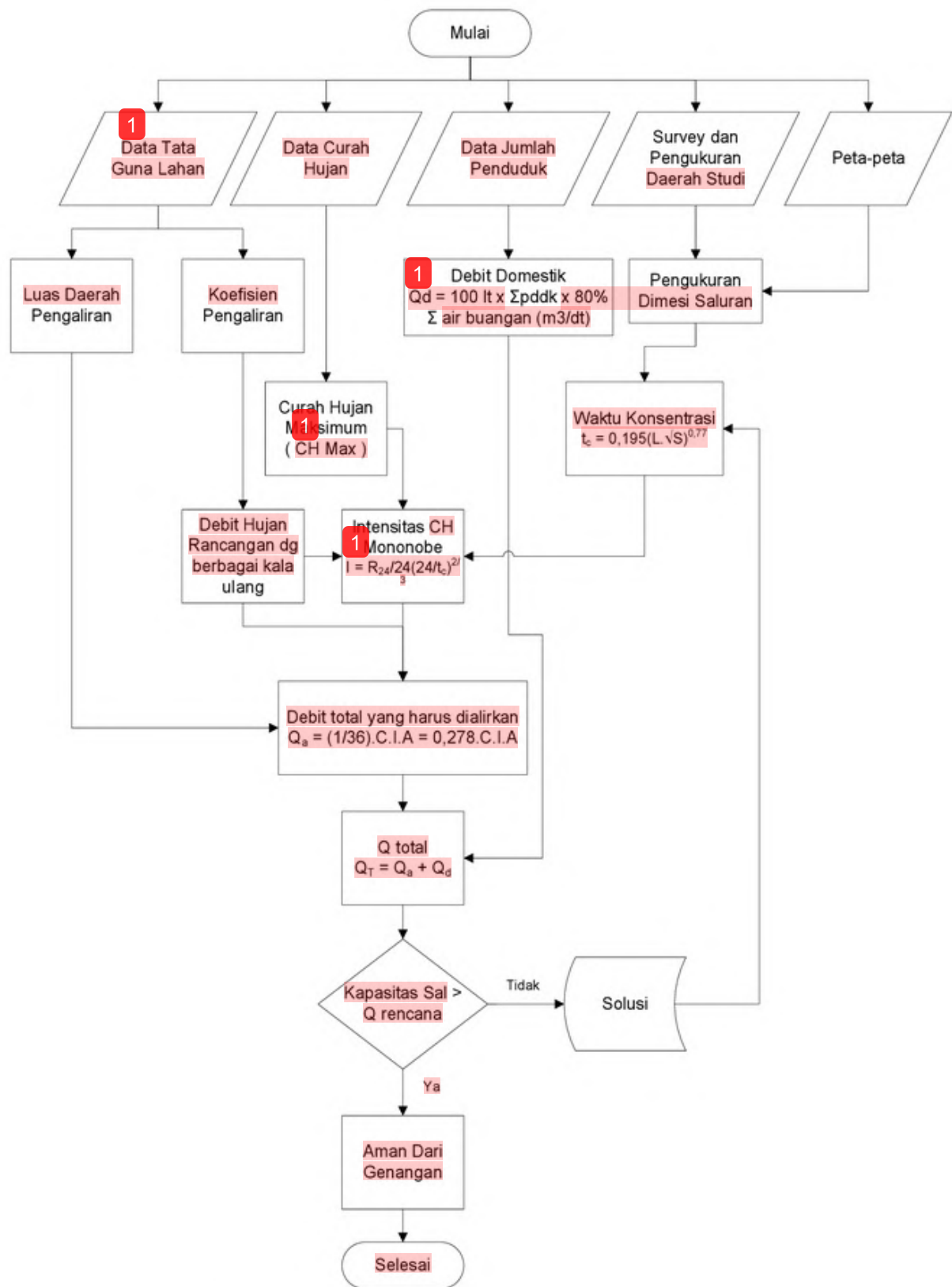
4.5. Lay Out Sistem Drainase Eksisting

Dalam penyusunan analisa sistem drainase yang baik tentunya perlu dibuat suatu skema jaringan drainase yang ada di daerah studi, hal ini berkaitan dan menentukan langkah yang diambil dalam

pemilihan alternatif solusi nantinya. Dari hasil survey pengukuran akan dapat dibuat suatu *lay out* yang secara skematik menunjukkan arah aliran air yang ada di saluran drainase eksisting, dengan demikian dapat ditentukan outlet terdekat sebagai pematus saluran drainase dengan sungai sebagai saluran akhirnya.



Gambar 3.8
Contoh Skematik Arah Aliran



Gambar 3.9
Bagan Alir Tahapan Analisa Perhitungan Teknis

4.6. Analisa Hidrologi

4.6.1. Curah Hujan Rancangan

Curah hujan yang diperlukan untuk mengetahui besarnya banjir di daerah studi adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan yang dinyatakan dalam satuan mm.

Penentuan curah hujan rata-rata daerah diperoleh dari data stasiun penakar hujan yang terdapat disekitar daerah studi dengan periode pengamatan selama 5 tahun dari tahun 2006 sampai tahun 2010 (data pada lampiran).

Bulan	Curah hujan					Hujan Maksimum				
	Tahun					Tahun				
	'06	'07	'08	'09	'10	'06	'07	'08	'09	'10
Jan	0	0	0	0	293.1	0	0	0	0	64.8
Feb	0	0	0	0	503	0	0	0	0	123.4
Mar	0	0	0	0	363	0	0	0	0	76.1
Apr	0	0	0	0	374.3	0	0	0	0	76.8
Mei	0	0	0	0	383.8	0	0	0	0	47.2
Jun	0	0	0	0	335	0	0	0	0	68
Jul	0	0	0	0	340.7	0	0	0	0	75
Agst	0	0	0	0	290.6	0	0	0	0	61.2
Sep	0	0	0	0	405.6	0	0	0	0	74.2
Okt	0	0	0	0	200.3	0	0	0	0	38.5
Nov	154.7	433.6	370	310.1	322.5	60.3	132.5	121	74.7	58.6
Des	374.7	465	400.5	441	182.7	122	110.9	61.2	58.6	36.6
Juml	529.4	898.6	770.5	751.1	3994.6	182.3	243.4	182.2	133.3	800.4
Rata-rata	44.12	74.88	64.21	62.59	332.88	15.19	20.28	15.18	11.11	66.70

Dari hasil perataan data hujan didapat satu rangkaian data hujan. Selanjutnya curah hujan rencana dihitung berdasarkan rangkaian data hujan tersebut (hasil perataan). Perhitungan dilakukan dengan beberapa metoda :

❖ **Metoda Gumbel:**

$$\text{Persamaan umum } R_t = R + k \cdot S_x$$

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

Dimana :

- R_t = besarnya curah hujan dengan periode ulang t
- R = curah hujan harian maksimum rata-rata selama periode pengamatan
- k = faktor frekwensi dari Gumbel
- S_x = standard deviasi
- Y_t = reduced variate sebagai fungsi dari periode ulang t
= - (0,834 + 2,303 log (log t/t-1))
- Y_n = reduced mean sebagai fungsi dari jumlah tahun pengamatan
- S_n = reduced standard deviasi sebagai fungsi dari jumlah tahun pengamatan

Perhitungan :

Perhitungan dilakukan secara tabelris.

Tabel 4.1
Perhitungan dengan Metode Gumbel

NO	TAHUN	X_i (mm)	$X_i - X_r$ (mm)	$(X_i - X_r)^2$ (mm ²)
1	2006	15.19	-10.50	110.285
2	2007	20.28	-5.41	29.2681
3	2008	15.18	-10.51	110.4601
4	2009	11.11	-14.59	212.7222
5	2010	66.70	41.01	1681.547
X_r		25.69		
Jumlah X_i		128.47	Jumlah $(X_i - X_r)^2$ (mm ²)	2144.282
S_x		23.1532		

$$\begin{aligned}
 X_r &= \frac{\sum X_i}{n} \\
 &= 128,47 : 5 \\
 &= 25,69 \\
 S_x &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - X_r)^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{2144,282}{4}} \\
 &= 23,1532
 \end{aligned}$$

Tabel 4.2
Perhitungan Curah Hujan Rencana Tahun Ulang 5 dan 10

t (tahun)	Y _t	Y _n	S _n	k	S _x	X	R _t (mm)
5	1.4999	0.5128	1.0206	0.967176	23.1532	25.69	48
10	2.2504	0.4952	0.9496	1.848357	23.1532	25.69	68

Periode ulang 5 tahun :

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

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

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

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

$$K = \frac{1,499 - 0,5128}{1,0206}$$

$$K = 0,967176$$

Periode ulang 10 tahun :

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

$$Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{10 - 1}{10} \right) \right\}$$

$$Y_t = -\ln \{ -\ln 0,9 \} = 2,2504$$

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

$$K = \frac{2,2504 - 0,4952}{0,9496}$$

$$K = 1,848357$$

Periode ulang 5 tahun :

$$R_t = X_r + (K * S_x)$$

$$R_t = 25,69 (0,967176 * 23,1532)$$

$$R_t = 48$$

Periode ulang 10 tahun :

$$R_t = X_r + (K * S_x)$$

$$R_t = 25,69 (1,848357 * 23,1532)$$

$$R_t = 68$$

❖ **Metoda Log Pearson III**

Persamaan $\text{Log } R_t = \text{Log } x + k \cdot S_{\text{Log } x}$

Koefisien Skewnes : $g = \frac{n \cdot \sum (\text{Log } x_i - \text{Log } x)^3}{(n-1)(n-2)(S_{\text{Log } x})^3}$

Dimana :

- R_t = besarnya curah hujan dengan periode ulang t
- Log x = curah hujan harian maksimum rata-rata dalam harga logaritmiknya
- k = faktor frekwensi dari LogPearson III sebagai fungsi dari koefisien skewness, g dan periode ulang t
- S_{Log x} = standard deviasi dari rangkaian data dalam harga logaritmiknya
- g = koefisien skewness dari Log Pearson III
- n = jumlah tahun pengamatan
- X_i = curah hujan pada tahun pengamatan ke i

Perhitungan :

Perhitungan dilakukan secara tabelaris.

Tabel 4.3
Perhitungan dengan Metode Log Pearson III

NO	TAHUN	Xi (mm)	Log Xi	LogXi-LogX	(LogXi-LogX) ²	(LogXi-LogX) ³
1	2006	15.19	1.1816	-0.1264	0.0160	-0.0020
2	2007	20.28	1.3071	-0.0008	0.0000	0.0000
3	2008	15.18	1.1814	-0.1266	0.0160	-0.0020
4	2009	11.11	1.0456	-0.2623	0.0688	-0.0181
5	2010	66.70	1.8241	0.5161	0.2664	0.1375
rerata Log x (mm)			1.3080			
Jumlah (LogXi-LogX) ²					0.3672	
Slogx(mm)					0.3030	
Jumlah (LogXi-LogX) ³						0.1154
Slogx ³ (mm)						0.0278
G						1.7287

$$\begin{aligned} \text{Logx} &= \frac{\sum \text{Log} X_i}{n} \\ &= 6,5399 : 5 \\ &= 1,3080 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{\text{Logx}} &= \sqrt{\frac{\sum (\text{Log} X_i - \text{Log} X_r)^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,3672}{4}} \\ &= 0,3030 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien skewness (g)} &= \frac{n \cdot \sum (\text{Log} x_i - \text{Log} x)^3}{(n-1)(n-2)S_{\text{Logx}}^3} \\ &= \frac{5 \cdot 0,3672}{4 \cdot 3 \cdot 0,0278} \\ &= 1,7287 \end{aligned}$$

$$\text{Rumus : } \sum \text{Log} R_t = \text{Log} X + k \cdot S_{\text{Logx}}$$

Tabel 4.4

Perhitungan Curah Hujan Rencana Tahun Ulang 5 dan 10

t (tahun)	k	Slogx	Logx	Log Rt	Rt (mm)
5	0.6544	0.3030	1.3080	1.5063	32
10	1.3219	0.3030	1.3080	1.7085	51

Tabel 4.5

Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana

Metoda	Curah hujan Rencana (mm)	
	R5	R10
Gumbel	48	68
Log Pearson III	32	51

1. Uji Kesesuaian Distribusi dengan Uji Chi-Square Metode Gumbel

Rumus :

$$X^2 = \sum \frac{(E_f - O_f)^2}{E_f}$$

Dimana :

- X^2 = harga Chi-kuadrat
 E_f = frekuensi (banyak pengamatan) sesuai dengan pembagian kelasnya
 O_f = frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

Syarat :

- Bila nilai X^2 ternyata lebih kecil dari X^2_{α} (Chi-kuadrat kritis), maka metoda sebaran yang digunakan adalah cocok.

Sebaliknya bila nilai X^2 lebih besar dari X^2_{α} , maka metoda sebaran tidak cocok untuk digunakan menganalisa data yang tengah diamati

- Nilai dari Chi-kuadrat kritis, X^2_{α} telah dibuat sevara baku berupa daftar yang besarnya sangat bergantung pada nilai “derajat kebebasan” (number of degree of freedom), DK dan derajat nyata (level of significance) α

Umumnya nilai α sering diambil sebagai 5%.

- Besarnya nilai derajat kebebasan, DK dihitung dengan rumus :

$$D_k = K - (P+1)$$

Dimana :

D_k = derajat kebebasan

K = banyaknya kelas (group)

P = banyaknya keterkaitan (konstrain) yang untuk sebaran Chi-kuadrat = 0,2

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

$$n = 5$$

$$K = 1 + 3,222 \cdot \log n$$

$$= 1 + 3,222 \cdot \log 5$$

$$= 1 + 3,222 \cdot 0,698$$

$$= 3 \text{ kelas}$$

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

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

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

$$\text{Sub-group 3} = P \geq 0,80$$

Dimana :

$$- \quad n = 5 \rightarrow \text{maka } Y_n = 0,5128 ; S_n = 1,0206$$

$$- \quad n = 10 \rightarrow \text{maka } Y_n = 0,4952 ; S_n = 0,9496$$

Tahun rencana 5 tahun	Tahun rencana 10 tahun
<p>1. Probabilitas 80%</p> $T_r = \frac{100}{80} = 1,25$ $Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right\}$ $Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{1,25 - 1}{1,25} \right) \right\}$ $= -0,476$ $K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$ $= \frac{-0,476 - 0,5128}{1,0206}$ $= -0,968$ $X_T = X_r + K * S$ $= 25,69 + (-0,968 * 23,1532)$ $= 3,28 \text{ mm}$	<p>1. Probabilitas 80%</p> $T_r = \frac{100}{80} = 1,25$ $Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right\}$ $Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{1,25 - 1}{1,25} \right) \right\}$ $= -0,476$ $K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$ $= \frac{-0,476 - 0,4952}{0,9496}$ $= -1,023$ $X_T = X_r + K * S$ $= 25,69 + (-1,023 * 23,1532)$ $= 2,004 \text{ mm}$
<p>2. Probabilitas 40%</p> $T_r = \frac{100}{40} = 2,50$ $Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right\}$	<p>2. Probabilitas 40%</p> $T_r = \frac{100}{40} = 2,50$ $Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right\}$

Tahun rencana 5 tahun	Tahun rencana 10 tahun
$Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{2,50 - 1}{2,50} \right) \right\}$ $= 0,672$ $K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$ $= \frac{0,672 - 0,5128}{1,0206}$ $= 0,15$ $X_T = X_r + K * S$ $= 25,69 + (0,15 * 23,1532)$ $= 29,16 \text{ mm}$	$Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{2,50 - 1}{2,50} \right) \right\}$ $= 0,672$ $K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$ $= \frac{0,672 - 0,4952}{0,9496}$ $= 0,186$ $X_T = X_r + K * S$ $= 25,69 + (0,186 * 23,1532)$ $= 29,996 \text{ mm}$
<p>3. Probabilitas 20%</p> $T_r = \frac{100}{20} = 5$ $Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right\}$ $Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{5 - 1}{5} \right) \right\}$ $= 1,501$ $K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$ $= \frac{1,501 - 0,5128}{1,0206}$ $= 0,96$ $X_T = X_r + K * S$ $= 25,69 + (0,96 * 23,1532)$ $= 47,92 \text{ mm}$	<p>3. Probabilitas 20%</p> $T_r = \frac{100}{20} = 5$ $Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right\}$ $Y_t = -\ln \left\{ -\ln \left(\frac{5 - 1}{5} \right) \right\}$ $= 1,501$ $K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$ $= \frac{1,501 - 0,4952}{0,9496}$ $= 1,059$ $X_T = X_r + K * S$ $= 25,69 + (1,059 * 23,1532)$ $= 50,21 \text{ mm}$

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

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

$$= \frac{5}{3} = 1,6$$

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 4.6 berikut ini :

Tabel 4.6
Perhitungan Uji Chi Square (E.J. Gumble)

No	Kelas		Ef	Of	Ef-Of	(Ef-Of) ²
	Tahun ulang 5	Tahun Ulang 10				
1	0-3,28	0-2,004	1.6	0	1.6	2.56
2	3,28-29,16	2,004-29,996	1.6	4	-2.4	5.76
3	≥ 47,92	≥ 50,21	1.6	1	0.6	0.36
Jumlah			4.8	5		8.68

$$\begin{aligned} Ef &= \Sigma f / 3 \\ &= 4,8 / 3 \\ &= 1,6 \\ &= \Sigma (Ef-Of)^2 : \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X^2 \quad Ef \\ &= 8,68 : 4,8 \\ &= 1,803 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} DK &= k - (P+1) \\ &= 3 - (0,2+1) \\ &= 1,8 \end{aligned}$$

$$A = 5\%$$

Berdasarkan jumlah data ($n = 5$) dan taraf signifikan $\alpha = 5\%$ maka diperoleh $X^2 = 5,991$ (dari tabel harga *Chi Square*). Karena nilai X^2 hitung = $1,803 < X^2$ tabel = $5,991$, maka dapat disimpulkan bahwa data curah hujan tahunan yang dianalisa sesuai dengan Metode *Gumble*.

2. Uji Kesesuaian Distribusi dengan Uji Chi-Square Metode Log Pearson III

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

$$\begin{aligned}K &= 1 + 3,222 \cdot \log n \\ &= 1 + 3,222 \cdot \log 5 \\ &= 1 + 3,222 \cdot 0,698 \\ &= 3 \text{ kelas}\end{aligned}$$

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

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

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

$$\text{Sub-group 3} = P > 0,80$$

Dimana diketahui $g = 1,7287$

$$\cdot P = 0,2 ; K = 0,420$$

$$\begin{aligned}\text{Log } X &= \text{Log } \bar{X} + S \cdot K \\ &= 1,3080 + 0,3030 \cdot 0,420 \\ &= 1,4353\end{aligned}$$

$$X = 27,25 \text{ mm}$$

$$\cdot P = 0,4 ; K = 0,068$$

$$\begin{aligned}\text{Log } X &= \text{Log } \bar{X} + S \cdot K \\ &= 1,3080 + 0,3030 \cdot 0,068 \\ &= 1,3286\end{aligned}$$

$$X = 21,31 \text{ mm}$$

$$\cdot P = 0,8 ; K = -0,636$$

$$\begin{aligned}\text{Log } X &= \text{Log } \bar{X} + S \cdot K \\ &= 1,3080 + 0,3030 \cdot -0,636 \\ &= 1,1153\end{aligned}$$

$$X = 13,04 \text{ mm}$$

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

$$\begin{aligned} EF &= \frac{\text{banyaknyadata}(n)}{\text{jumlahkelas}(k)} \\ &= \frac{5}{3} = 1,6 \end{aligned}$$

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 berikut ini:

Tabel 4.7
Perhitungan Uji Chi Square (Log- Pearson Type III)

No	Kelas (mm)	EF	OF	(EF-OF) ²
1.	< 27,25	1,6	4	5,76
2.	21,31 – 27,25	1,6	0	2,56
3.	> 13,04	1,6	1	0,36
Jumlah			5	8,68

Sumber : Hasil Perhitungan

$$\begin{aligned} DK &= k - (P+1) \\ &= 3 - (0,2+1) \\ &= 1,8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ef &= \Sigma f / 3 \\ &= 4,8 / 3 \\ &= 1,6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X^2 &= \Sigma(Ef-Of)^2 : Ef \\ &= 8,68 / 4,8 \\ &= 1,803 \end{aligned}$$

Untuk X^2 hitung = 1,803 < X^2 tabel = 5,991, maka distribusi frekuensi *Log Pearson Type III* dapat diterima.

Dalam pembahasan pemilihan metode distribusi ini, dipakai metode distribusi *Log Pearson Type III*.

4.6.2. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung semakin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Hubungan antara intensitas, lam hujan dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam lengkung Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF). Diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit dan jam-jaman untuk menentukan lengkung IDF. Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia dan yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe.

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

Dimana :

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

R_{24} = curah hujan maksimum harian (Selama 24 jam) (mm)

R_{24} disini memakai data curah hujan pada tahun ulang 10 tahun dengan menggunakan metode Log Pearson III, sehingga nilai I :

$$\begin{aligned} I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \\ &= \frac{51}{24} \left(\frac{24}{3} \right)^{2/3} \\ &= 8,5 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

4.6.3. Debit Banjir Rancangan

4.6.3.1. Perhitungan Debit Air Hujan (Qa)

Debit air hujan didasarkan pada limpasan air hujan yang terjadi dan tingkat aliran puncak dengan variable amatan yang diorientasikan pada intensitas hujan selama waktu konsentrasi dan luas daerah

pengaliran. Rumus yang digunakan untuk menentukan debit air hujan adalah:

$$Q_{B2A} = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Contoh perhitungan untuk menghitung debit air hujan (Q_a) untuk lokasi A pada saluran a-b :

Diketahui :

- Luas saluran B2A = 0.2916 km²
= 2916 ha

Untuk mengetahui luas area pada setiap lokasi dapat dihitung dengan cara melihat nilai Area Geometri pada Properties di gambar autocad. Gambar tersebut terlebih dahulu di sesuaikan ukurannya dengan ukuran eksisting, jika hal ini tidak memungkinkan, maka gambar yang ada di bandingkan ukurannya dengan ukuran eksisting.

- Intensitas hujan 8,5 mm/jam

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

Perhitungan nilai C pada lokasi B2A = 0,45

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

$$\begin{aligned} Q_{B2A} &= 0,278 \times C_{gabungan} \times I \times A \\ &= 0,278 \times 0,45 \times 8,5 \times 0.2916 \\ &= 0,3100 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

4.6.3.2. Perhitungan Debit Air Kotor (Qd)

Perkembangan Jumlah Penduduk dan Fasilitas

- Proyeksi Jumlah Penduduk

Untuk mengetahui proyeksi jumlah penduduk pada tahun yang direncanakan yaitu selama 10 tahun, berdasarkan data

yang diperoleh dari kantor BPS Kota Sampit jumlah penduduk pada tahun 2009 mencapai 422.860 jiwa. Maka untuk perhitungan proyeksi jumlah penduduk sampai tahun 2019 digunakan persamaan :

$$P_n = P_o + (K_a \times n)$$

Dimana

P_n = Jumlah penduduk tahun ke n .

P_o = Jumlah penduduk pada awal tahun.

K_a = Pertumbuhan penduduk

n = Jangka waktu dalam tahun.

Sehingga,

$$P_{10} = 422.860 + (25194,75 \times 10)$$

$$P_{10} = 674.807,5 \text{ jiwa} \approx 674.808 \text{ jiwa}$$

Jadi jumlah penduduk 10 tahun mendatang, tepatnya pada tahun 2019 diperkirakan sebesar ± 674.808 jiwa

Kota Sampit sebagai daerah studi didominasi oleh perumahan, oleh karena itu sistem pembuangan air kotornya bersifat tunggal yaitu langsung dibuang pada saluran didepan maupun disamping rumah. Kebutuhan air bersih rata-rata dikota sedang dengan jumlah penduduk antara 100.000 - 500.000 jiwa (*Dijen Cipta Karya, 2002*) dengan jenis rumah biasa adalah sebesar 150 liter untuk setiap orang atau penghuni, maka besarnya debit air kotor yang dibuang dapat dihitung dengan mengacu pada teori bahwa air buangan yang dihasilkan sekitar 70 % dari penggunaan air bersih dengan rumus:

$$Q_d = (P_n/4)Q_{keb}.70\%$$

Diketahui :

$$- P_n = 674.808 \text{ jiwa}$$

$$- Q_{keb} = 150 \text{ lt/jiwa/hari} \approx 1,736.10^{-6} \text{ m}^3/\text{jiwa/dtk}$$

Maka :

$$Q_d = (P_n/4)Q_{keb}.70\%$$

$$= (674.808 \text{ jiwa} : 4) \times 1,736.10^{-6} \text{ m}^3/\text{jiwa/dtk} \times 70\%$$

$$= 0,205 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

4.6.3.3. Debit Banjir Rencana

Debit total yang digunakan untuk merencanakan suatu saluran yang berasal dari limpasan air hujan (debit aliran) dan air buangan rumah tangga (debit air kotor) yang kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan debit rencana saluran. Untuk perhitungan pada saluran B2A :

$$\begin{aligned} Q_{r-B2A} &= Q_{a-B2A} + Q_{d-B2A} \\ &= 0,3100 + 0,205 \\ &= 0,515 \text{ m}^3/\text{dtk} \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan saluran lainnya dapat dilihat pada tabel di lampiran.

4.6.4. Hidrograf Banjir

4.6.4.1. Hidrograf Satuan

A. Pamuatan

Tabel 4.8
Karakteristik Sungai Pamuatan

No.	Karakteristik	Notasi	Satuan	Nilai
1	Panjang sungai utama	L	km	5,47
2	Koef Pengaliran	C		0,6
3	Parameter	1		1
4	Luas DAS	A	km ²	8,99
5	Hujan Satuan	Ro	mm	1

Persamaan untuk menentukan Hidrograf Nakayasu

Satuan waktu hujan (T_r) karena $0 < T_r < 1$, $T_r = 0.75 \cdot t_g$, maka:

$$\begin{aligned} T_r &= 0.5 \cdot t_g \\ &= 0,3450 \end{aligned}$$

Waktu awal hujan sampai puncak banjir (T_p)

$$T_p = t_g + 0.8 \cdot (T_r)$$

$$= 0,9659$$

Penurunan debit dan puncak menjadi 30% ($T_{0.3}$)

$$T_{0.3} = \square \cdot tg$$

$$= 1,3799$$

Debit Puncak (QP)

$$Q_p = (K \cdot A \cdot R_o) / (3.6 (0.3 T_p + T_{0.3}))$$

$$= 0,897$$

Tenggang waktu antara hujan sampai debit puncak (tg) karena $L < 15$, maka

$$tg = 0.21 \cdot L^{0,7}$$

$$= 0,6899$$

Tabel 4.9
Waktu Lengkung Hidrograf Nakayasu Sungai Pamuan

No.	Karakteristik	Notasi	Awal (jam)		Akhir (jam)	
			Notasi	Nilai	Notasi	Nilai
1	Lengkung Naik	Q_{do}	0	0,0000	T_p	0,9659
2	Lengkung turun tahap 1	Q_{d1}	T_p	0,9659	$T_p + T_{0.3}$	2,3458
3	lengkung turun tahap 2	Q_{d2}	$T_p + T_{0.3}$	2,3458	$T_p + 2.5 T_{0.3}$	4,4156
4	lengkung turun tahap 3	Q_{d3}	$T_p + 2.5 T_{0.3}$	4,4156	24	24,0000

Keterangan :

$$T_s = 0,690$$

$$T_r = 0,345$$

$$T_p = 0,966$$

$$T_{0.3} = 1,380$$

$$Q_p = 0,897$$

Tabel 4.10
Persamaan Lengkung Hidrograf Nakayasu

No.	Karakteristik	Notasi	Persamaan
1	Lengkung Naik	Q_{do}	$Q_p \cdot (t/T_p)^{2.4}$
2	Lengkung turun tahap1	Q_{d1}	$Q_p \cdot 0.3 ((t-T_p)/T_{0.3})$
3	lengkung turun tahap 2	Q_{d2}	$Q_p \cdot 0.3 (t - T_p + 0.5T_{0.3}) / (1.5 \cdot T_{0.3})$
4	lengkung turun tahap 3	Q_{d3}	$Q_p \cdot 0.3 (t - T_p + 1.5T_{0.3}) / (2 \cdot T_{0.3})$

Tabel 4.11
Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

$$Q_p = 0,897$$

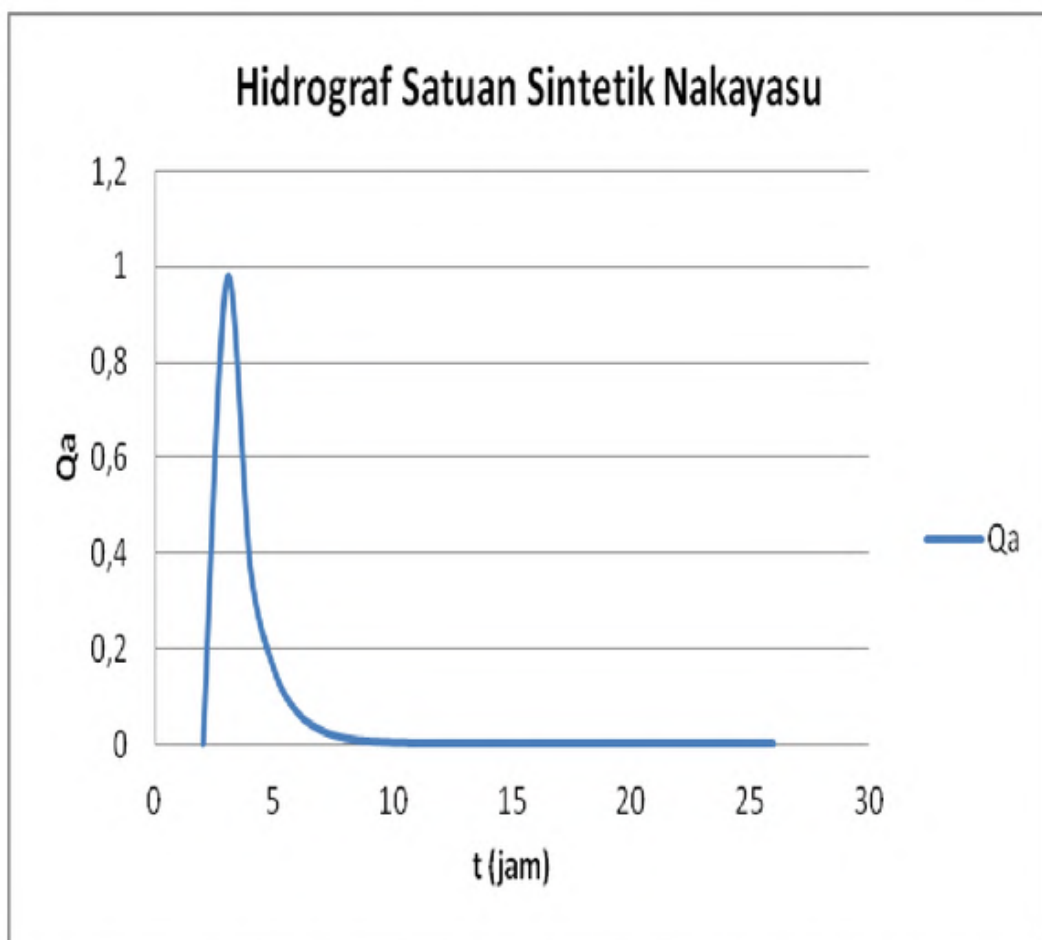
$$T_r = 0,345$$

$$T_{0.3} = 1,380$$

$$T_p = 0,966$$

T (jam)	Notasi	Rumus	Qa
0	Q_{do}	$Q_p \cdot (t/T_p)^{2.4}$	0,0000
1			0,9754
2			0,3641
3			0,1521
4			0,0636
5			0,0266
6	Q_{d1}	$Q_p \cdot 0.3 ((t-T_p)/T_{0.3})$	0,0111
7			0,0046
8			0,0019
9			0,0008
10			0,0003
11			0,0001
12	Q_{d2}	$Q_p \cdot 0.3 (t - T_p + 0.5T_{0.3}) / (1.5 \cdot T_{0.3})$	0,0010
13			0,0005
14			0,0003
15			0,0002
16			0,0001
17			0,0001

T (jam)	Notasi	Rumus	Qa
18			0,0000
19			0,0000
20			0,0000
21			0,0000
22			0,0000
23	Q _{d3}	$Q_p \cdot 0.3 \cdot (t - T_p + 1.5T_{0.3}) / (2 \cdot T_{0.3})$	0,0000
24			0,0000



Gambar 4.1 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu S. Pamuatan

B. Mentawa

Tabel 4.12
Karakteristik Sungai Mentawa

No.	Karakteristik	Notasi	Satuan	Nilai
1,	Panjang sungai utama	L	km	6,59
2,	Koef Pengaliran	C		0,6
3,	Parameter	ϕ		1
4,	Luas DAS	A	km ²	12,41
5,	Hujan Satuan	Ro	mm	1

Persamaan untuk menentukan Hidrograf Nakayasu

Tenggang waktu antara hujan sampai debit puncak (t_g) karena $L < 15$, maka:

$$T_g = 0.21 \cdot L^{0,7}$$

$$= 0,7857$$

Satuan waktu hujan (T_r) karena $0 < T_r < 1$, $T_r = 0.75 \cdot t_g$, maka:

$$T_r = 0.5 \cdot t_g$$

$$= 0,3928$$

Waktu awal hujan sampai puncak banjir (T_p)

$$T_p = t_g + 0.8 \cdot (T_r)$$

$$= 1,0999$$

Penurunan debit dan puncak menjadi 30% ($T_{0.3}$)

$$T_{0.3} = \phi \cdot t_g$$

$$= 1,5713$$

Debit Puncak (QP)

$$Q_p = (K \cdot A \cdot R_o) / (3.6 (0.3 T_p + T_{0.3}))$$

$$= 1,088$$

Tabel 4.13
Waktu Lengkung Hidrograf Nakayasu Sungai Mentawa

No.	Karakteristik	Notasi	Awal (jam)		Akhir (jam)	
			Notasi	Nilai	Notasi	Nilai
1,	Lengkung Naik	Q_{do}	0	0,0000	T_p	1,0999

2,	Lengkung turun tahap 1	Q_{d1}	T_p	1,0999	$T_p + T_{0.3}$	2,6713
3,	Lengkung turun tahap 2	Q_{d2}	$T_p + T_{0.3}$	2,6713	$\frac{T_p + 2.5}{T_{0.3}}$	5,0283
4,	Lengkung turun tahap 3	Q_{d3}	$\frac{T_p + 2.5}{T_{0.3}}$	5,0283	24	24,0000

Keterangan :

T_g	= 0,786
T_r	= 0,393
T_p	= 1,100
$T_{0.3}$	= 1,571
Q_p	= 1,088

Tabel 4.14

Persamaan Lengkung Hidrograf Nakayasu

No.	Karakteristik	Notasi	Persamaan
1,	Lengkung Naik	Q_{do}	$Q_p \cdot (t/T_p)^{2.4}$
2,	Lengkung turun tahap 1	Q_{d1}	$Q_p \cdot 0.3 ((t-T_p)/T_{0.3})$
3,	Lengkung turun tahap 2	Q_{d2}	$Q_p \cdot 0.3 (t - T_p + 0.5T_{0.3}) / (1.5 \cdot T_{0.3})$
4,	Lengkung turun tahap 3	Q_{d3}	$Q_p \cdot 0.3 (t - T_p + 1.5T_{0.3}) / (2 \cdot T_{0.3})$

Tabel 4.15

Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

t (jam)	Notasi	Rumus	Qa
0,			0,0000
1,	Q_{do}	$Q_p \cdot (t/T_p)^{2.4}$	0,8655
2,			0,5458
3,			0,2537
4,			0,1179

t (jam)	Notasi	Rumus	Qa
5,			0,0548
6,	Q _{d1}	$Q_p \cdot 0.3 \left(\frac{(t-T_p)}{T_{0.3}} \right)$	0,0255
7,			0,0118
8,			0,0055
9,			0,0026
10,			0,0012
11,			0,0006
12,	Q _{d2}	$Q_p \cdot 0.3 \left(\frac{(t - T_p + 0.5T_{0.3})}{(1.5 \cdot T_{0.3})} \right)$	0,0028
13,			0,0017
14,			0,0010
15,			0,0006
16,			0,0004
17,			0,0002
18,			0,0001
19,			0,0001
20,			0,0000
21,			0,0000
22,			0,0000
23,	Q _{d3}	$Q_p \cdot 0.3 \left(\frac{(t - T_p + 1.5T_{0.3})}{(2 \cdot T_{0.3})} \right)$	0,0000
24,			0,0001

$$Q_p = 1,088$$

$$T_r = 0,393$$

$$T_p = 1,100$$

$$T_{0.3} = 1,571$$

C. Baamang

Tabel 4.16
Karakteristik Sungai Baamang

No.	Karakteristik	Notasi	Satuan	Nilai
1,	Panjang sungai utama	L	km	6,59
2,	Koef Pengaliran	C		0,6
3,	Parameter	∥		1
4,	Luas DAS	A	km ²	22,23
5,	Hujan Satuan	R ₀	mm	1

Persamaan untuk menentukan Hidrograf Nakayasu

Tenggang waktu antara hujan sampai debit puncak (tg) karena $L < 15$, maka :

$$tg = 0.21 \cdot L^{0,7} = 0,7857$$

Satuan waktu hujan (T_r) karena $0 < T_r < 1$, $T_r = 0.75 \cdot tg$, maka:

$$T_r = 0.5 \cdot tg = 0,3928$$

Waktu awal hujan sampai puncak banjir (T_p)

$$T_p = tg + 0.8 \cdot (T_r) = 1,0999$$

Penurunan debit dan puncak menjadi 30% ($T_{0.3}$)

$$T_{0.3} = 1.5 \cdot tg = 1,5713$$

Debit Puncak (QP)

$$Q_p = (K \cdot A \cdot R_o) / (3.6 (0.3 T_p + T_{0.3})) = 1,948$$

Tabel 4.17

Waktu Lengkung Hidrograf Nakayasu Sungai Baamang

No.	Karakteristik	Notasi	Awal (jam)		Akhir (jam)	
			Notasi	Nilai	Notasi	Nilai
1,	Lengkung Naik	Q_{do}	0	0,0000	T_p	1,0999
2,	Lengkung turun tahap 1	Q_{d1}	T_p	1,0999	$T_p + T_{0.3}$	2,6713
3,	Lengkung turun tahap 2	Q_{d2}	$T_p + T_{0.3}$	2,6713	$T_p + 2.5 T_{0.3}$	5,0283
4,	Lengkung turun tahap 3	Q_{d3}	$T_p + 2.5 T_{0.3}$	5,0283	24	24,0000

Keterangan

$$T_g = 0,786$$

$$T_r = 0,393$$

$$T_p = 1,100$$

$$T_{0.3} = 1,571$$

No.	Karakteristik	Notasi	Awal (jam)		Akhir (jam)	
			Notasi	Nilai	Notasi	Nilai

$$Q_p = 1,948$$

Tabel 4.18
Persamaan Lengkung Hidrograf Nakayasu

No.	Karakteristik	Notasi	Persamaan
1,	Lengkung Naik	Q_{do}	$Q_p \cdot (t/T_p)^{2.4}$
2,	Lengkung turun tahap 1	Q_{d1}	$Q_p \cdot 0.3 ((t-T_p)/T_0.3)$
3,	Lengkung turun tahap 2	Q_{d2}	$Q_p \cdot 0.3 (t - T_p + 0.5T_0.3) / (1.5 \cdot T_0.3)$
4,	Lengkung turun tahap 3	Q_{d3}	$Q_p \cdot 0.3 (t - T_p + 1.5T_0.3) / (2 \cdot T_0.3)$

Tabel 4.19
Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

(jam)	Notasi	Rumus	Qa
0,			0,0000
1,	Q_{do}	$Q_p \cdot (t/T_p)^{2.4}$	1,5502
2,			0,9777
3,			0,4544
4,			0,2112
5,			0,0982
6,	Q_{d1}	$Q_p \cdot 0.3 ((t-T_p)/T_0.3)$	0,0456
7,			0,0212
8,			0,0099
9,			0,0046
10,			0,0021
11,			0,0010

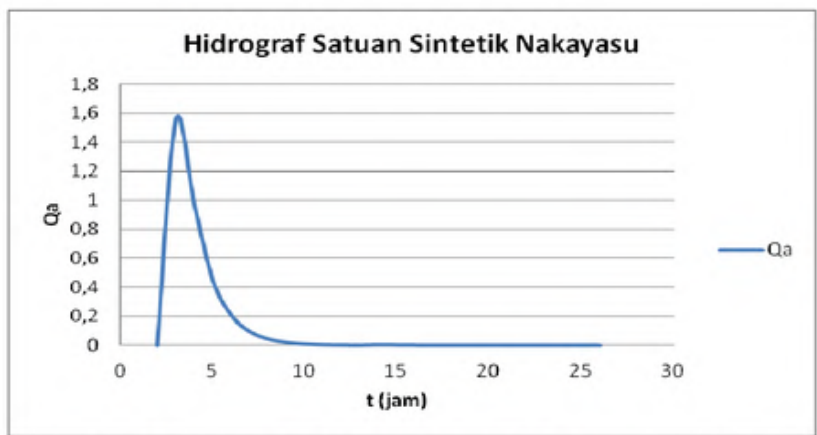
(jam)	Notasi	Rumus	Qa
12,	Q _{d2}	$Q_p \cdot 0.3 \frac{(t - T_p + 0.5T_{0.3})}{(1.5 \cdot T_{0.3})}$	0,0050
13,			0,0030
14,			0,0018
15,			0,0011
16,			0,0006
17,			0,0004
18,			0,0002
19,			0,0001
20,			0,0001
21,			0,0001
22,			0,0000
23,	Q _{d3}	$Q_p \cdot 0.3 \frac{(t - T_p + 1.5T_{0.3})}{(2 \cdot T_{0.3})}$	0,0000
24,			0,0001

$$Q_p = 1,948$$

$$T_r = 0,393$$

$$T_p = 1,100$$

$$T_{0.3} = 1,571$$



Gambar 4.2 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu S. Baamang

4.6.4.2. Hidrograf Debit

A. Pamuatan

Tabel 4.20
Hidrograf Banjir Rancangan Nakayasu Dengan Kala Ulang
($T_r = 5$ tahun)

Waktu (T) (jam)	Unit Hidrograf (Q_t) (m^3/dt)	Hujan Rencana 5 thn			Debit Limpasan (m^3/dt)	Base Flow (m^3/dt)	Debit Banjir (Q) (m^3/dt)
		Distribusi Hujan Jam-Jaman					
		R ₁	R ₂	R ₃			
		22,188	13,977	10,667			
0	0,000	0,000			0,000	15,406	15,406
1	0,975	12,985	0,000		0,000	15,406	28,391
2	0,364	4,847	8,180	0,000	0,000	15,406	28,433
3	0,152	2,025	3,053	6,243	0,000	15,406	26,727
4	0,064	0,846	1,276	2,330	0,000	15,406	19,859
5	0,027	0,354	0,533	0,974	0,000	15,406	17,267
6	0,011	0,148	0,223	0,407	0,000	15,406	16,184
7	0,005	0,062	0,093	0,170	0,000	15,406	15,731
8	0,002	0,026	0,039	0,071	0,000	15,406	15,542
9	0,001	0,011	0,016	0,030	0,000	15,406	15,463
10	0,000	0,005	0,007	0,012	0,000	15,406	15,430
11	0,000	0,002	0,003	0,005	0,000	15,406	15,416
12	0,001	0,013	0,001	0,002	0,000	15,406	15,423
13	0,001	0,007	0,008	0,001	0,000	15,406	15,423
14	0,000	0,004	0,005	0,006	0,000	15,406	15,421
15	0,000	0,002	0,003	0,004	0,000	15,406	15,415
16	0,000	0,001	0,001	0,002	0,000	15,406	15,411
17	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	15,406	15,409
18	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	15,406	15,408
19	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	15,406	15,407
20	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	15,406	15,407
21	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	15,406	15,406
22	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	15,406	15,406
23	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	15,406	15,406
24	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	15,406	15,406
25			0,000	0,000	0,000	15,406	15,406
26				0,000	0,000	15,406	15,406
27					0,000	15,406	15,406

Waktu (T) (jam)	Unit Hidrograf (Q_t) (m^3/dt)	Hujan Rencana 5 thn			Debit Limpasan (m^3/dt)	Base Flow (m^3/dt)	Debit Banjir (Q) (m^3/dt)
		Distribusi Hujan Jam-Jaman					
		R ₁	R ₂	R ₃			
		22,188	13,977	10,667			
28					0,000	15,406	15,406
29					0,000	15,406	15,406

Tabel 4.21
Hidrograf Banjir Rancangan Nakayasu Dengan Kala Ulang
($T_r = 10$ tahun)

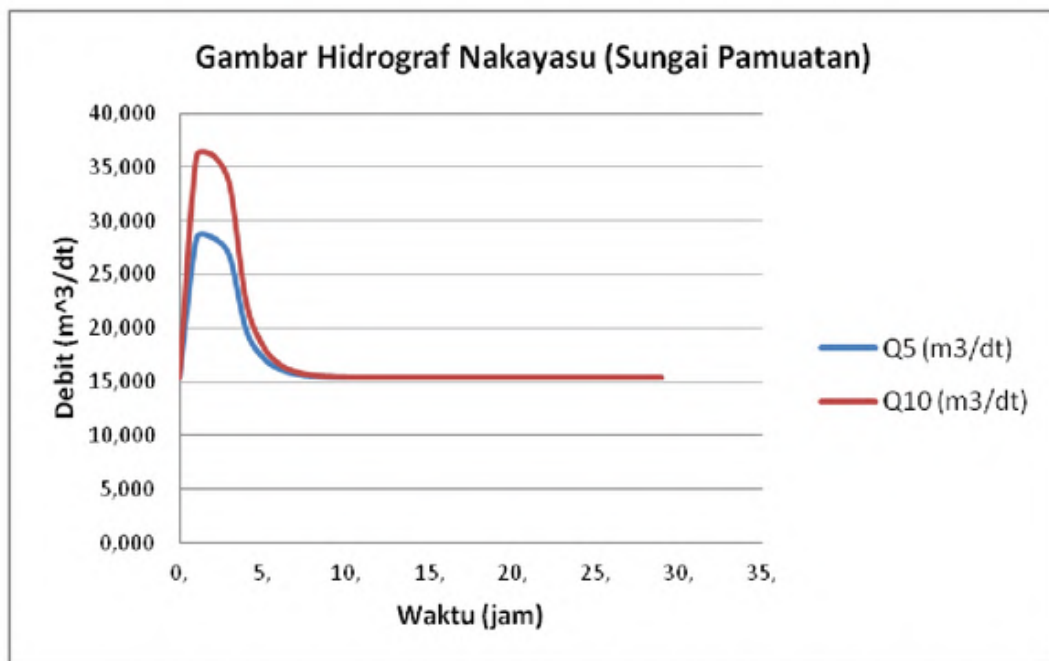
Waktu (T) (jam)	Unit Hidrograf (Q_t) (m^3/dt)	Hujan Rencana 10 tahun			Debit Limpasan (m^3/dt)	Base Flow (m^3/dt)	Debit Banjir (Q) (m^3/dt)
		Distribusi Hujan Jam- Jaman					
		R ₁	R ₂	R ₃			
		35,361	22,276	17,000			
0,	0,000	0,000			0,000	15,406	15,406
1,	0,975	20,695	0,000		0,000	15,406	36,101
2,	0,364	7,724	13,037	0,000	0,000	15,406	36,167
3,	0,152	3,228	4,866	9,949	0,000	15,406	33,449
4,	0,064	1,349	2,034	3,714	0,000	15,406	22,502
5,	0,027	0,564	0,850	1,552	0,000	15,406	18,372
6,	0,011	0,236	0,355	0,649	0,000	15,406	16,645
7,	0,005	0,098	0,148	0,271	0,000	15,406	15,924
8,	0,002	0,041	0,062	0,113	0,000	15,406	15,623
9,	0,001	0,017	0,026	0,047	0,000	15,406	15,497
10,	0,000	0,007	0,011	0,020	0,000	15,406	15,444
11,	0,000	0,003	0,005	0,008	0,000	15,406	15,422
12,	0,001	0,021	0,002	0,003	0,000	15,406	15,432
13,	0,001	0,012	0,013	0,001	0,000	15,406	15,432
14,	0,000	0,006	0,007	0,010	0,000	15,406	15,430
15,	0,000	0,004	0,004	0,006	0,000	15,406	15,419
16,	0,000	0,002	0,002	0,003	0,000	15,406	15,414
17,	0,000	0,001	0,001	0,002	0,000	15,406	15,410
18,	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	15,406	15,409
19,	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	15,406	15,407
20,	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	15,406	15,407
21,	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	15,406	15,407
22,	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	15,406	15,406

Waktu (T) (jam)	Unit Hidrograf (Q _t) (m ³ /dt)	Hujan Rencana 10 tahun			Debit Limpasan (m ³ /dt)	Base Flow (m ³ /dt)	Debit Banjir (Q) (m ³ /dt)
		Distribusi Hujan Jam- Jaman					
		R ₁	R ₂	R ₃			
		35,361	22,276	17,000			
23,	0,000	0,000	0,000	0,000	15,406	15,406	
24,	0,000	0,000	0,000	0,000	15,406	15,407	
25,			0,000	0,000	15,406	15,406	
26,				0,000	15,406	15,406	
27,				0,000	15,406	15,406	
28,				0,000	15,406	15,406	
29,				0,000	15,406	15,406	

Tabel 4.22
Rekapitulasi Hidrograf Banjir Rancangan Nakayasu
Sungai Pamuan

T (jam)	Q ₅ (m ³ /dt)	Q ₁₀ (m ³ /dt)
0,	15,406	15,406
1,	28,391	36,101
2,	28,433	36,167
3,	26,727	33,449
4,	19,859	22,502
5,	17,267	18,372
6,	16,184	16,645
7,	15,731	15,924
8,	15,542	15,623
9,	15,463	15,497
10,	15,430	15,444
11,	15,416	15,422
12,	15,423	15,432
13,	15,423	15,432
14,	15,421	15,430
15,	15,415	15,419

T (jam)	Q ₅ (m ³ /dt)	Q ₁₀ (m ³ /dt)
16,	15,411	15,414
17,	15,409	15,410
18,	15,408	15,409
19,	15,407	15,407
20,	15,407	15,407
21,	15,406	15,407
22,	15,406	15,406
23,	15,406	15,406
24,	15,406	15,407
25,	15,406	15,406
26,	15,406	15,406
27,	15,406	15,406
28,	15,406	15,406
29,	15,406	15,406



B. Mentawa

Tabel 4.23
Hidrograf Banjir Rancangan Nakayasu
Dengan Kala Ulang ($T_r = 5$ tahun)

Waktu (T) (jam)	Unit Hidrograf (Q_t) (m^3/dt)	Hujan Rencana 5 thn			Debit Limpasan (m^3/dt)	Base Flow (m^3/dt)	Debit Banjir (Q) (m^3/dt)
		Distribusi Hujan Jam- Jaman					
		R ₁	R ₂	R ₃			
		22,188	13,977	10,667			
0,	0,000	0,000			0,000	15,406	15,406
1,	0,866	11,522	0,000		0,000	15,406	26,928
2,	0,546	7,266	7,259	0,000	0,000	15,406	29,931
3,	0,254	3,377	4,578	5,539	0,000	15,406	28,900
4,	0,118	1,570	2,128	3,493	0,000	15,406	22,597
5,	0,055	0,730	0,989	1,624	0,000	15,406	18,748
6,	0,025	0,339	0,460	0,755	0,000	15,406	16,959
7,	0,012	0,158	0,214	0,351	0,000	15,406	16,128
8,	0,006	0,073	0,099	0,163	0,000	15,406	15,742
9,	0,003	0,034	0,046	0,076	0,000	15,406	15,562
10,	0,001	0,016	0,021	0,035	0,000	15,406	15,479
11,	0,001	0,007	0,010	0,016	0,000	15,406	15,440
12,	0,003	0,037	0,005	0,008	0,000	15,406	15,455
13,	0,002	0,022	0,023	0,004	0,000	15,406	15,455
14,	0,001	0,013	0,014	0,018	0,000	15,406	15,451
15,	0,001	0,008	0,008	0,011	0,000	15,406	15,433
16,	0,000	0,005	0,005	0,006	0,000	15,406	15,422
17,	0,000	0,003	0,003	0,004	0,000	15,406	15,416
18,	0,000	0,002	0,002	0,002	0,000	15,406	15,412
19,	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	15,406	15,410
20,	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	15,406	15,408
21,	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	15,406	15,407
22,	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	15,406	15,407
23,	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	15,406	15,407
24,	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	15,406	15,407
25,			0,001	0,000	0,000	15,406	15,407
26,				0,000	0,000	15,406	15,407
27,					0,000	15,406	15,406
28,					0,000	15,406	15,406

Waktu (T) (jam)	Unit Hidrograf (Q_t) (m^3/dt)	Hujan Rencana 5 thn			Debit Limpasan (m^3/dt)	Base Flow (m^3/dt)	Debit Banjir (Q) (m^3/dt)
		Distribusi Hujan Jam- Jaman					
		R ₁	R ₂	R ₃			
		22,188	13,977	10,667			
29,					0,000	15,406	15,406

Tabel 4.24
Hidrograf Banjir Rancangan Nakayasu
Dengan Kala Ulang ($T_r = 10$ tahun)

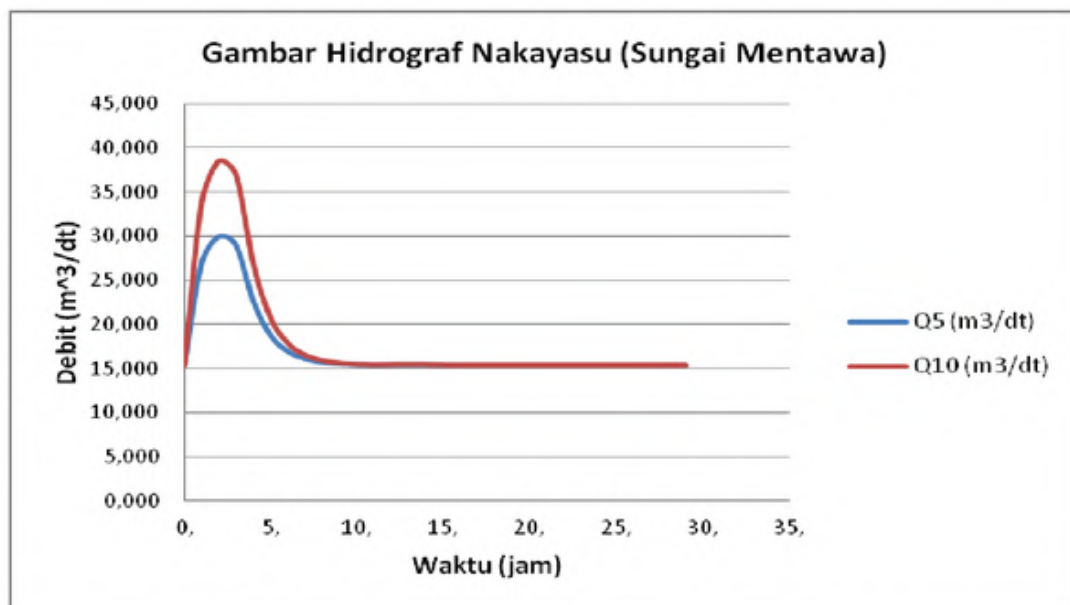
Waktu (T) (jam)	Unit Hidrograf (Q_t) (m^3/dt)	Hujan Rencana 10 tahun			Debit Limpasan (m^3/dt)	Base Flow (m^3/dt)	Debit Banjir (Q) (m^3/dt)
		Distribusi Hujan Jam- Jaman					
		R ₁	R ₂	R ₃			
		35,361	22,276	17,000			
0,	0,000	0,000			0,000	15,406	15,406
1,	0,866	18,363	0,000		0,000	15,406	33,770
2,	0,546	11,581	11,568	0,000	0,000	15,406	38,555
3,	0,254	5,383	7,296	8,828	0,000	15,406	36,912
4,	0,118	2,502	3,391	5,568	0,000	15,406	26,866
5,	0,055	1,163	1,576	2,588	0,000	15,406	20,732
6,	0,025	0,540	0,732	1,203	0,000	15,406	17,882
7,	0,012	0,251	0,340	0,559	0,000	15,406	16,557
8,	0,006	0,117	0,158	0,260	0,000	15,406	15,941
9,	0,003	0,054	0,074	0,121	0,000	15,406	15,655
10,	0,001	0,025	0,034	0,056	0,000	15,406	15,522
11,	0,001	0,012	0,016	0,026	0,000	15,406	15,460
12,	0,003	0,059	0,007	0,012	0,000	15,406	15,485
13,	0,002	0,035	0,037	0,006	0,000	15,406	15,484
14,	0,001	0,021	0,022	0,028	0,000	15,406	15,478
15,	0,001	0,013	0,013	0,017	0,000	15,406	15,449
16,	0,000	0,008	0,008	0,010	0,000	15,406	15,432
17,	0,000	0,005	0,005	0,006	0,000	15,406	15,422
18,	0,000	0,003	0,003	0,004	0,000	15,406	15,416
19,	0,000	0,002	0,002	0,002	0,000	15,406	15,412
20,	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	15,406	15,410
21,	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	15,406	15,408
22,	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	15,406	15,407
23,	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	15,406	15,407

Waktu (T) (jam)	Unit Hidrograf (Q_t) (m^3/dt)	Hujan Rencana 10 tahun			Debit Limpasan (m^3/dt)	Base Flow (m^3/dt)	Debit Banjir (Q) (m^3/dt)
		Distribusi Hujan Jam- Jaman					
		R ₁	R ₂	R ₃			
		35,361	22,276	17,000			
24,	0,000	0,001	0,000	0,000	15,406	15,408	
25,			0,001	0,000	15,406	15,407	
26,				0,001	15,406	15,407	
27,					15,406	15,406	
28,					15,406	15,406	
29,					15,406	15,406	

Tabel 4.25
Rekapitulasi Hidrograf Banjir Rancangan Nakayasu
Sungai Mentawa

T (jam)	Q ₅ (m^3/dt)	Q ₁₀ (m^3/dt)
0,	15,406	15,406
1,	26,928	33,770
2,	29,931	38,555
3,	28,900	36,912
4,	22,597	26,866
5,	18,748	20,732
6,	16,959	17,882
7,	16,128	16,557
8,	15,742	15,941
9,	15,562	15,655
10,	15,479	15,522
11,	15,440	15,460
12,	15,455	15,485
13,	15,455	15,484
14,	15,451	15,478
15,	15,433	15,449
16,	15,422	15,432

T (jam)	Q ₅ (m ³ /dt)	Q ₁₀ (m ³ /dt)
17,	15,416	15,422
18,	15,412	15,416
19,	15,410	15,412
20,	15,408	15,410
21,	15,407	15,408
22,	15,407	15,407
23,	15,407	15,407
24,	15,407	15,408
25,	15,407	15,407
26,	15,407	15,407
27,	15,406	15,406
28,	15,406	15,406
29,	15,406	15,406



Gambar 4.4 Hidrograf Nakayasu (Sungai Mentawa)

C. Baamang

Tabel 4.26
Hidrograf Banjir Rancangan Nakayasu
Dengan Kala Ulang ($T_r = 5$ tahun)

Waktu (T) (jam)	Unit Hidrograf (Q_t) (m^3/dt)	Hujan Rencana 5 thn			Debit Limpasan (m^3/dt)	Base Flow (m^3/dt)	Debit Banjir (Q) (m^3/dt)
		Distribusi Hujan Jam- Jaman					
		R ₁	R ₂	R ₃			
		22,188	13,977	10,667			
0,	0,000	0,000			0,000	15,406	15,406
1,	1,550	20,638	0,000		0,000	15,406	36,044
2,	0,978	13,015	13,001	0,000	0,000	15,406	41,422
3,	0,454	6,049	8,199	9,922	0,000	15,406	39,576
4,	0,211	2,811	3,811	6,257	0,000	15,406	28,285
5,	0,098	1,307	1,771	2,908	0,000	15,406	21,392
6,	0,046	0,607	0,823	1,352	0,000	15,406	18,188
7,	0,021	0,282	0,383	0,628	0,000	15,406	16,699
8,	0,010	0,131	0,178	0,292	0,000	15,406	16,007
9,	0,005	0,061	0,083	0,136	0,000	15,406	15,686
10,	0,002	0,028	0,038	0,063	0,000	15,406	15,536
11,	0,001	0,013	0,018	0,029	0,000	15,406	15,467
12,	0,005	0,066	0,008	0,014	0,000	15,406	15,494
13,	0,003	0,040	0,042	0,006	0,000	15,406	15,494
14,	0,002	0,024	0,025	0,032	0,000	15,406	15,487
15,	0,001	0,014	0,015	0,019	0,000	15,406	15,455
16,	0,001	0,009	0,009	0,011	0,000	15,406	15,435
17,	0,000	0,005	0,005	0,007	0,000	15,406	15,424
18,	0,000	0,003	0,003	0,004	0,000	15,406	15,417
19,	0,000	0,002	0,002	0,002	0,000	15,406	15,412
20,	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	15,406	15,410
21,	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	15,406	15,408
22,	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	15,406	15,408
23,	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	15,406	15,407
24,	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	15,406	15,408
25,			0,001	0,000	0,000	15,406	15,407
26,				0,001	0,000	15,406	15,407
27,					0,000	15,406	15,406

Waktu (T) (jam)	Unit Hidrograf (Q _t) (m ³ /dt)	Hujan Rencana 5 thn			Debit Limpasan (m ³ /dt)	Base Flow (m ³ /dt)	Debit Banjir (Q) (m ³ /dt)
		Distribusi Hujan Jam- Jaman					
		R ₁	R ₂	R ₃			
		22,188	13,977	10,667			
28,					0,000	15,406	15,406
29,					0,000	15,406	15,406

Tabel 4.27
Hidrograf Banjir Rancangan Nakayasu
Dengan Kala Ulang (T_r = 5 tahun)

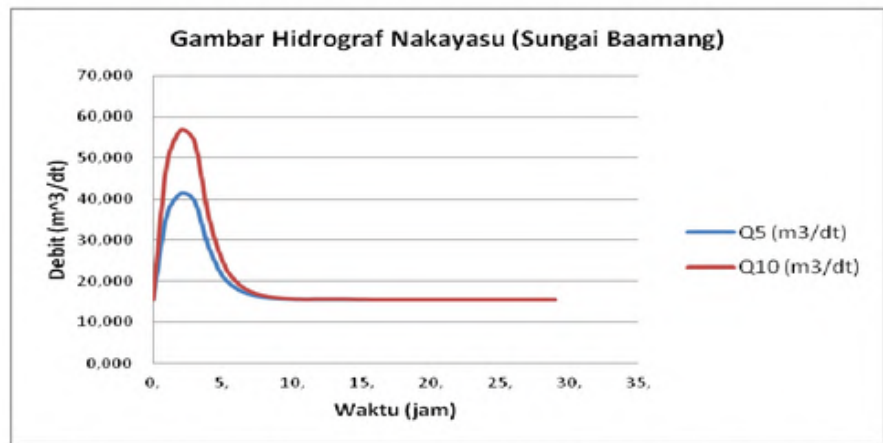
Waktu (T) (jam)	Unit Hidrograf (Q _t) (m ³ /dt)	Hujan Rencana 10 tahun			Debit Limpasan (m ³ /dt)	Base Flow (m ³ /dt)	Debit Banjir (Q) (m ³ /dt)
		Distribusi Hujan Jam- Jaman					
		R ₁	R ₂	R ₃			
		35,361	22,276	17,000			
0,	0,000	0,000			0,000	15,406	15,406
1,	1,550	32,891	0,000		0,000	15,406	48,298
2,	0,978	20,743	20,720	0,000	0,000	15,406	56,869
3,	0,454	9,641	13,067	15,813	0,000	15,406	53,927
4,	0,211	4,481	6,073	9,972	0,000	15,406	35,932
5,	0,098	2,083	2,823	4,635	0,000	15,406	24,946
6,	0,046	0,968	1,312	2,154	0,000	15,406	19,840
7,	0,021	0,450	0,610	1,001	0,000	15,406	17,467
8,	0,010	0,209	0,283	0,465	0,000	15,406	16,364
9,	0,005	0,097	0,132	0,216	0,000	15,406	15,851
10,	0,002	0,045	0,061	0,101	0,000	15,406	15,613
11,	0,001	0,021	0,028	0,047	0,000	15,406	15,502
12,	0,005	0,106	0,013	0,022	0,000	15,406	15,547
13,	0,003	0,063	0,067	0,010	0,000	15,406	15,546
14,	0,002	0,038	0,040	0,051	0,000	15,406	15,535
15,	0,001	0,023	0,024	0,030	0,000	15,406	15,483
16,	0,001	0,014	0,014	0,018	0,000	15,406	15,453
17,	0,000	0,008	0,009	0,011	0,000	15,406	15,434

Waktu (T) (jam)	Unit Hidrograf (Q_t) (m^3/dt)	Hujan Rencana 10 tahun			Debit Limpasan (m^3/dt)	Base Flow (m^3/dt)	Debit Banjir (Q) (m^3/dt)
		Distribusi Hujan Jam- Jaman					
		R ₁	R ₂	R ₃			
		35,361	22,276	17,000			
18,	0,000	0,005	0,005	0,007	0,000	15,406	15,423
19,	0,000	0,003	0,003	0,004	0,000	15,406	15,416
20,	0,000	0,002	0,002	0,002	0,000	15,406	15,412
21,	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	15,406	15,410
22,	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	15,406	15,408
23,	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	15,406	15,407
24,	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	15,406	15,409
25,			0,002	0,000	0,000	15,406	15,408
26,				0,001	0,000	15,406	15,407
27,					0,000	15,406	15,406
28,					0,000	15,406	15,406
29,					0,000	15,406	15,406

Tabel 4.28
Rekapitulasi Hidrograf Banjir Rancangan Nakayasu (Taman Arum)

T (jam)	Q_5 (m^3/dt)	Q_{10} (m^3/dt)
0,	15,406	15,406
1,	36,044	48,298
2,	41,422	56,869
3,	39,576	53,927
4,	28,285	35,932
5,	21,392	24,946
6,	18,188	19,840
7,	16,699	17,467
8,	16,007	16,364

T (jam)	Q ₅ (m ³ /dt)	Q ₁₀ (m ³ /dt)
9,	15,686	15,851
10,	15,536	15,613
11,	15,467	15,502
12,	15,494	15,547
13,	15,494	15,546
14,	15,487	15,535
15,	15,455	15,483
16,	15,435	15,453
17,	15,424	15,434
18,	15,417	15,423
19,	15,412	15,416
20,	15,410	15,412
21,	15,408	15,410
22,	15,408	15,408
23,	15,407	15,407
24,	15,408	15,409
25,	15,407	15,408
26,	15,407	15,407
27,	15,406	15,406
28,	15,406	15,406
29,	15,406	15,406



Gambar 4.5 Hidrograf Nakayasu (Sungai Baamang)

4.6.5. Penelusuran Banjir

Penelusuran banjir lewat waduk dengan keluaran air dari waduk berupa buangan air yang melalui bangunan pelimpah merupakan aspek hidrologi dan hidrolika yang penting. Penelusuran banjir dihitung untuk mengetahui besarnya hidrograf limpahan banjir yang mungkin terjadi pada pelimpah yang dilalui setelah melalui tampungan pada waduk sama dengan selisih antara inflow (masukan) dan outflow (keluaran).

Berdasarkan persamaan kontinuitas, penelusuran banjir lewat waduk dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain :

- a. Metode Numerik
- b. Metode Modified Puls
- c. Metode Grafik Cheng's

Formulasi metode Modified Puls untuk hitungan adalah (CD. Soemarto, 1987) :

$$I\Delta t - O\Delta t = \Delta S$$

Dengan :

I = Inflow rerata pada periode Δt

O = Outflow rerata pada periode Δt

Δt = Periode waktu sebagai interval

ΔS = Perubahan tampungan selama periode Δt yang sedang ditinjau.

Periode penelusuran (*routing period*) harus dibuat lebih kecil dari waktu tempuh pengaliran hidrograf di waduk tersebut. Kalau periode penelusurannya diubah dari dt menjadi Δt , maka komponen persamaan di atas menjadi :

$$I = \frac{I_1 + I_2}{2} \text{ dan } Q = \frac{Q_1 + Q_2}{2}, \text{ sedangkan } S = S_2 - S_1$$

Dengan menyusun ke dalam persamaan kontinuitas di atas, maka persamaan tersebut menjadi :

$$\frac{I_1 - I_2}{2} \Delta t - \frac{Q_1 + Q_2}{2} \Delta t = S_2 - S_1$$

$$\frac{S_1}{\Delta t} - \frac{Q_1}{2} = \Psi_1, \frac{S_2}{\Delta t} + \frac{Q_2}{2} = \Phi_2$$

$$\frac{I_1 + I_2}{2} + \Psi_1 = \Phi_2$$

I_1 dan I_2 diketahui dari hidrograf debit masuk ke waduk jika periode penelusuran Δt telah ditentukan. S_1 merupakan tampungan waduk pada permulaan periode penelusuran yang diukur dari datum fasilitas pengeluaran. Sebagai contoh penelusuran, dalam tulisan ini dikutipkan data inflow dan outflow, serta kapasitas tampungan dari Waduk Sutami yang diteliti oleh Indriana Kusuma Dewi. Proses dan hasil disajikan dalam tabel dan grafis berikut.

Tabel 4.29
Analisa Penelusuran Banjir Pada Hilir Sungai Mentawa
Tanpa Pompa

Vol (n)	Vol (n+1)	Vol (outflow pompa)	Vol (outflow pintu)	PERKIRAAN kedalaman hulu	Kedalaman Air hilir
0	154,06	0	0	1,90	1,9
154,06	16,87	0	32,186	2,3	1,93
16,87	135,10	0	9,704	2	1,97
135,10	380,98	0	0,000	2	2,00
380,98	520,22	0	13,724	2,1	2,03
520,22	730,27	0	9,704	2,1	2,07
730,27	485,70	0	58,227	3,3	2,1
485,70	273,90	0	55,748	3,2	2,10
273,90	123,29	0	50,426	3	2,10
123,29	40,20	0	44,471	2,8	2,10
40,20	172,09	0	23,771	2,3	2,10
172,09	104,96	0	44,471	2,8	2,10
104,96	45,80	0	44,471	2,8	2,1
45,80	5,61	0	42,301	2,7	2,07

Vol (n)	Vol (n+1)	Vol (outflow pompa)	Vol (outflow pintu)	PERKIRAAN kedalaman hulu	Kedalaman Air hilir
5,61	63,82	0	32,186	2,4	2,03
63,82	104,99	0	33,617	2,4	2,00
104,99	129,69	0	34,990	2,4	1,97
129,69	138,45	0	36,311	2,4	1,93
138,45	131,72	0	37,585	2,4	1,9
131,72	89,91	0	39,420	2,4	1,85
89,91	13,82	0	41,172	2,4	1,80
13,82	66,95	0	26,577	2	1,75
66,95	77,96	0	29,113	2	1,70
77,96	48,91	0	31,446	2	1,65
48,91	26,44	0	29,113	1,9	1,6

Tabel 4.30
Analisa Penelusuran Banjir Pada Hilir Sungai Pamuatan
Tanpa Pompa

Inflow	Vol (n)	Vol (n+1)	Vol (outflow pompa)	Vol (outflow pintu)	PERKIRAAN kedalaman hulu	Kedalaman Air hilir
15,40618	0	154,06	0	0	2,90	2,9
18,86	154,06	246,55	0	9,607	2,95	2,93
22,30	246,55	333,73	0	13,586	3	2,97
25,75	333,73	258,47	0	33,279	3,2	3,00
29,20	258,47	42,15	0	50,835	3,5	3,03
32,65	42,15	9,21	0	35,946	3,3	3,07
36,10	9,21	37,43	0	33,279	3,3	3,1
36,11	37,43	65,75	0	33,279	3,3	3,10
36,12	65,75	19,40	0	40,759	3,4	3,10
36,13	19,40	47,95	0	33,279	3,3	3,10
36,15	47,95	1,81	0	40,759	3,4	3,10
36,16	1,81	30,58	0	33,279	3,3	3,10

Inflow	Vol (n)	Vol (n+1)	Vol (outflow pompa)	Vol (outflow pintu)	PERKIRAAN kedalaman hulu	Kedalaman Air hilir
36,17	30,58	59,47	0	33,279	3,3	3,1
35,71	59,47	57,15	0	35,946	3,3	3,07
35,26	57,15	25,49	0	38,428	3,3	3,03
34,81	25,49	40,78	0	33,279	3,2	3,00
34,36	40,78	24,88	0	35,946	3,2	2,97
33,90	24,88	60,10	0	30,380	3,1	2,93
33,45	60,10	61,80	0	33,279	3,1	2,9
31,62	61,80	5,98	0	37,207	3,1	2,85
29,80	5,98	68,66	0	23,532	2,9	2,80
27,98	68,66	60,21	0	28,821	2,9	2,75
26,15	60,21	86,40	0	23,532	2,8	2,70
24,33	86,40	163,27	0	16,640	2,7	2,65
22,50	163,27	152,97	0	23,532	2,7	2,6

Tabel 4.31
Analisa Penelusuran Banjir Pada Hilir Sungai Mentawa Dengan Pompa 200 L/Dtk

No	Jam ke	menit ke	Inflow	Vol (n)	Vol (n+1)	Vol (outflow pompa)	Vol (outflow pintu)	PERKIRAAN kedalaman hulu	Kedalaman Air hilir
1	1	0	15,41	0	34,06	12	0,00	1,90	1,9
2		10	18,47	34,06	11,93	12	8,68	1,96	1,93
3		20	21,53	11,93	10,16	12	9,70	2	1,97
4		30	24,59	10,16	136,04	12	0,00	2	2,00
5		40	27,65	136,04	155,28	12	13,72	2,1	2,03
6		50	30,71	155,28	35,49	12	30,69	2,4	2,07
7	2	60	33,77	35,49	15,48	12	23,77	2,3	2,1
8		10	34,57	15,48	3,44	12	23,77	2,3	2,10
9		20	35,36	3,44	69,01	12	16,81	2,2	2,10
10		30	36,16	69,01	142,55	12	16,81	2,2	2,10
11		40	36,96	142,55	55,98	12	33,62	2,5	2,10
12		50	37,76	55,98	22,42	12	29,11	2,4	2,10
13	3	60	38,56	22,42	50,27	12	23,77	2,3	2,1
14		10	38,28	50,27	56,33	12	25,68	2,3	2,07
15		20	38,01	56,33	41,92	12	27,45	2,3	2,03
16		30	37,73	41,92	8,13	12	29,11	2,3	2,00
17		40	37,46	8,13	5,97	12	25,68	2,2	1,97

No	Jam ke	menit ke	Inflow	Vol (n)	Vol (n+1)	Vol (outflow pompa)	Vol (outflow pintu)	PERKIRAAN kedalaman hulu	Kedalaman Air hilir
18		50	37,19	5,97	40,84	12	21,70	2,1	1,93
19	4	60	36,91	40,84	52,25	12	23,77	2,1	1,9
20		10	35,24	52,25	90,17	0	31,45	2,2	1,85
21		20	33,56	90,17	49,96	0	37,59	2,3	1,80
22		30	31,89	49,96	12,29	0	35,66	2,2	1,75
23		40	30,21	12,29	23,31	0	29,11	2	1,70
24		50	28,54	23,31	42,94	0	26,58	1,9	1,65
25	5	60	26,87	42,94	20,47	0	29,11	1,9	1,6

Tabel 4.32

Analisa Penelusuran Banjir Pada Hilir Sungai Pamuatan Dengan Pompa 20 L/Dtk

No	Jam ke	menit ke	Inflow	Vol (n)	Vol (n+1)	Vol (outflow pompa)	Vol (outflow pintu)	PERKIRAAN kedalaman hulu	Kedalaman Air hilir
1	1	0	15,41	0	142,06	1,2	0	2,90	2,9
2		10	18,86	142,06	222,55	1,2	9,61	2,95	2,93
3		20	22,30	222,55	390,63	1,2	4,30	2,97	2,97
4		30	25,75	390,63	165,52	1,2	47,06	3,4	3,00

No	Jam ke	menit ke	Inflow	Vol (n)	Vol (n+1)	Vol (outflow pompa)	Vol (outflow pintu)	PERKIRAAN kedalaman hulu	Kedalaman Air hilir
5		40	29,20	165,52	61,27	1,2	38,43	3,3	3,03
6		50	32,65	61,27	16,33	1,2	35,95	3,3	3,07
7	2	60	36,10	16,33	32,55	1,2	33,28	3,3	3,1
8		10	36,11	32,55	146,35	1,2	23,53	3,2	3,10
9		20	36,12	146,35	87,99	1,2	40,76	3,4	3,10
10		30	36,13	87,99	104,54	1,2	33,28	3,3	3,10
11		40	36,15	104,54	46,41	1,2	40,76	3,4	3,10
12		50	36,16	46,41	63,18	1,2	33,28	3,3	3,10
13	3	60	36,17	63,18	80,06	1,2	33,28	3,3	3,1
14		10	35,71	80,06	65,75	1,2	35,95	3,3	3,07
15		20	35,26	65,75	22,09	1,2	38,43	3,3	3,03
16		30	34,81	22,09	25,38	1,2	33,28	3,2	3,00
17		40	34,36	25,38	85,21	1,2	27,17	3,1	2,97
18		50	33,90	85,21	108,43	1,2	30,38	3,1	2,93
19	4	60	33,45	108,43	98,13	1,2	33,28	3,1	2,9
20		10	31,62	98,13	42,31	0	37,21	3,1	2,85

No	Jam ke	menit ke	Inflow	Vol (n)	Vol (n+1)	Vol (outflow pompa)	Vol (outflow pintu)	PERKIRAAN kedalaman hulu	Kedalaman Air hilir
21		20	29,80	42,31	104,99	0	23,53	2,9	2,80
22		30	27,98	104,99	96,54	0	28,82	2,9	2,75
23		40	26,15	96,54	122,73	0	23,53	2,8	2,70
24		50	24,33	122,73	199,60	0	16,64	2,7	2,65
25	5	60	22,50	199,60	189,30	0	23,53	2,7	2,6

Tabel 4.33

Analisa Penelusuran Banjir Pada Hilir Sungai Pamuan Dengan Pompa 200 L/Dtk

No	Jam ke	menit ke	Inflow	Vol (n)	Vol (n+1)	Vol (outflow pompa)	Vol (outflow pintu)	PERKIRAAN kedalaman hulu	Kedalaman Air hilir
1	1	0	15,41	0	34,06	12	0,000	2,90	2,9
2		10	18,86	34,06	6,55	12	9,607	2,95	2,93
3		20	22,30	6,55	66,63	12	4,296	2,97	2,97
4		30	25,75	66,63	204,16	12	0,000	3	3,00
5		40	29,20	204,16	184,05	12	19,214	3,1	3,03
6		50	32,65	184,05	254,71	12	13,586	3,1	3,07
7	2	60	36,10	254,71	162,92	12	33,279	3,3	3,1

No	Jam ke	menit ke	Inflow	Vol (n)	Vol (n+1)	Vol (outflow pompa)	Vol (outflow pintu)	PERKIRAAN kedalaman hulu	Kedalaman Air hilir
8		10	36,11	162,92	168,72	12	23,532	3,2	3,10
9		20	36,12	168,72	174,63	12	23,532	3,2	3,10
10		30	36,13	174,63	180,66	12	23,532	3,2	3,10
11		40	36,15	180,66	14,52	12	40,759	3,4	3,10
12		50	36,16	14,52	20,77	12	23,532	3,2	3,10
13	3	60	36,17	20,77	262,44	12	0,000	3,1	3,1
14		10	35,71	262,44	227,86	12	27,172	3,2	3,07
15		20	35,26	227,86	76,20	12	38,428	3,3	3,03
16		30	34,81	76,20	304,28	12	0,000	3	3,00
17		40	34,36	304,28	391,97	12	13,586	3	2,97
18		50	33,90	391,97	307,20	12	30,380	3,1	2,93
19	4	60	33,45	307,20	188,90	12	33,279	3,1	2,9
20		10	31,62	188,90	133,07	0	37,207	3,1	2,85
21		20	29,80	133,07	195,75	0	23,532	2,9	2,80
22		30	27,98	195,75	187,30	0	28,821	2,9	2,75
23		40	26,15	187,30	213,50	0	23,532	2,8	2,70
24		50	24,33	213,50	290,37	0	16,640	2,7	2,65
25	5	60	22,50	290,37	280,07	0	23,532	2,7	2,6

4.7. Kondisi Saluran Drainase Eksisting

4.7.1. Peta Evaluasi Hasil Survei

Peta elevasi titik-titik penting dari setiap saluran drainase diperoleh dari :

1. Peta RBI, sebagai peta dasar dan acuan
2. Peta jaringan sistem drainase yang sudah ada
3. Hasil pengukuran langsung di lapangan

4.7.2. Kondisi Eksisting Saluran Drainase

Di Kota Sampit hampir seluruh jalan yang ada telah dilengkapi saluran drainase, terutama di jalan-jalan utama seperti Jl. A.Yani; Jl. Sudirman; dan Jl.H.M Arsyad. Kondisi fisik saluran drainase tersebut cukup baik, saluran-saluran tersebut sebagian besar mempunyai type saluran tertutup dan terbuat dari pasangan beton. Dimensi saluran terutama saluran di samping kanan-kiri jalan utama mempunyai dimensi lebar $\pm 1,5$ meter dan dengan kedalaman saluran $\pm 0,8$ meter.

Secara umum kondisi saluran di kota Sampit terutama di kanan-kiri jalan kurang terpelihara. Endapan-endapan berupa pasir, lumpur, tanah dan sampah dapat ditemui hampir di semua dasar saluran baik saluran drainase sekunder ataupun tersier. Endapan-endapan tersebut sangat mengganggu kelancaran pengaliran air di saluran drainase. Kondisi demikian menyebabkan aliran kurang lancar dan menyebabkan terjadinya genangan sementara di badan jalan pada saat hujan, karena aliran air *run off* terhambat oleh endapan-endapan tersebut.

Semua saluran drainase di kota Sampit tersebut berhubungan langsung dengan sungai Mentaya melalui saluran primer utara (saluran Baamang), saluran primer selatan (saluran Mentawa), saluran Pamuatan dan saluran bekas Rel Inhutani III. Kondisi pasang surut muka air sungai Mentaya berpengaruh terhadap muka air di muara saluran primer tersebut, sehingga jika sungai Mentaya sedang pasang maka saluran drainase tersebut mengalami pembendungan. Proses ini terulang bertahun-tahun dan secara alami mengakibatkan

pendangkalan dasar sungai dan menjadikan aliran air ke sungai Mentaya menjadi tidak lancar.

Pada kondisi muka air di sungai Mentaya surut dan di saluran primer terjadi banjir, aliran air dari sungai primer ke sungai Mentaya tetap tidak dapat berjalan lancar akibat dari pendangkalan dan penyempitan muara sungai. Penyempitan terutama diakibatkan dari pertumbuhan permukiman yang tidak terkendali dan pembuangan sampah ke dalam sungai.

Permasalahan tersebut harus mendapat perhatian khusus dalam upaya penanganan banjir agar efektif dan berkelanjutan, serta berbasis partisipasi masyarakat.

4.7.3. Pemetaan Arah Aliran

Berdasarkan data arah aliran yang terdokumentasi dan pengamatan dilapangan maka dapat disusun peta arah aliran eksisting.

Tabel 4.34
Kondisi Eksisting Saluran Drainase Di Kanan-Kiri Ruas Jalan Di Kota Sampit.

No Sa.	Lokasi	Dimensi (cm)			Pasan gan	Tipe saluran	Kondisi Saluran	Panjang Saluran (m)	Jenis Saluran
		LA	LD	DL					
1	JL. H.M. Arsyad (utara)	170	110	70	Beton	Tertutup	Baik	875	Sekunder
2	JL. H.M. Arsyad (selatan)	170	140	70	Beton	Tertutup dan sebagian terbuka	Baik	2012	Sekunder
3	JL. Ahmad Yani	140	120	70	Beton	Tertutup	Baik	2625	Sekunder
4	JL. Iskandar	110	80	60	Beton	Tertutup	Baik	3500	Sekunder
5	JL. P. Antasari (bawah)	100	90	60	Beton	Tertutup	Sedang	525	Sekunder
6	JL. P. Antasari	160	130	70	Batu Kali	Terbuka	Sedang	437	Sekunder

No Sa.	Lokasi	Dimensi (cm)			Pasan gan	Tipe saluran	Kondisi Saluran	Panjang Saluran (m)	Jenis Saluran
		LA	LD	DL					
	(selatan)								
7	JL. Mangga	75	60	40	Papan Kayu	Terbuka	Baik	350	Sekunder
8	JL. R. Usman	120	90	50	Beton	Tertutup	Sedang	612	Sekunder
9	JL. M.T. Haryono	150	120	120	Beton	Tertutup	Baik	5600	Sekunder
10	JL. D.I. Panjaitan	105	80	54	Batu Kali	Terbuka	Sedang	3937	Sekunder
11	JL. Yos Sudarso	110	80	70	Batu Kali	Tertutup	Sedang	525	Sekunder
12	JL. S. Parman	150	100	70	Beton	Tertutup dan sebagian terbuka	Sedang	2275	Sekunder
13	JL. Kopi	50	35	60	Batu Kali	Terbuka	Sedang	2275	Sekunder
14	JL. Pelita	120	100	50	Batu Kali	Terbuka	Sedang	3062	Sekunder
15	JL. Juanda	70	50	40	Batu Kali	Terbuka	Sedang	5512	Sekunder
16	JL. H.M. Imran	170	150	90	Tanah	Terbuka	Sedang	2012	Tersier
17	JL. M. Arsyad	130	110	70	Tanah	Terbuka	Sedang	2887	Sekunder
18	JL. Sudirman	170	80	90	Beton	Terbuka	Baik	9712	Sekunder
19	JL. Cilik Riwut	120	90	90	Beton	Tertutup	Baik	7997	Sekunder
20	JL. Samekto	140	120	80	Tanah	Terbuka	Sedang	1312	Tersier
21	JL. Mukron Ali	140	120	90	Tanah	Terbuka	Sedang	3587	Sekunder
22	JL. Gunung Merapi	140	120	70	Tanah	Terbuka	Sedang	2187	Tersier
23	JL. Cristhoper Mihing	140	120	70	Batu Kali	Terbuka	Baik	2012	Tersier
24	Jl. Hasan Mansur	100	80	70	Batu Kali	Terbuka	Baik	1400	Tersier

No Sa.	Lokasi	Dimensi (cm)			Pasan gan	Tipe saluran	Kondisi Saluran	Panjang Saluran (m)	Jenis Saluran
		LA	LD	DL					
25	JL. Walter Garad	100	80	70	Batu Kali	Terbuka	Baik	2187	Sekunder
26	JL. Kartini	140	120	110	Beton dan Tanah	Terbuka	Sedang	752	Sekunder
27	JL. Sukabumi	140	120	60	Beton dan Tanah	Terbuka	Sedang	3937	Sekunder
28	JL. Taman Siswa	80	60	60	Sebagian Tanah	Terbuka	Sedang	1662	Tersier
29	JL. Cut Nyak Dien	220	200	70	Tanah	Terbuka	Sedang	875	Sekunder
30	JL. Gatot Subroto	240	20	70	Tanah	Terbuka	Sedang	525	Tersier
31	JL. Usman Harun	90	70	50	Beton	Tertutup	Jelek	350	Sekunder
32	Jl. Baamang	100	80	70	Tanah	Terbuka	Sedang	3762	Sekunder

Sumber : Hasil Pengukuran dan Pengamatan

4.8. Tahapan Pengendalian Banjir

4.8.1. Evaluasi Kondisi Saluran Eksisting

Kondisi saluran drainase eksisting di Kota Sampit yang buruk menjadi salah satu penyebab terjadinya banjir atau genangan di kawasan tersebut. Terjadinya banjir di Kota Sampit dirasakan masyarakat sangat mengganggu dan dapat menimbulkan kerugian yang tergolong cukup besar. Besarnya kerugian tergantung besar dan lama genangan, akan tetapi yang paling menentukan besar kecilnya kerugian tersebut adalah nilai kegiatan (aktifitas) masyarakat yang ada di daerah tersebut.

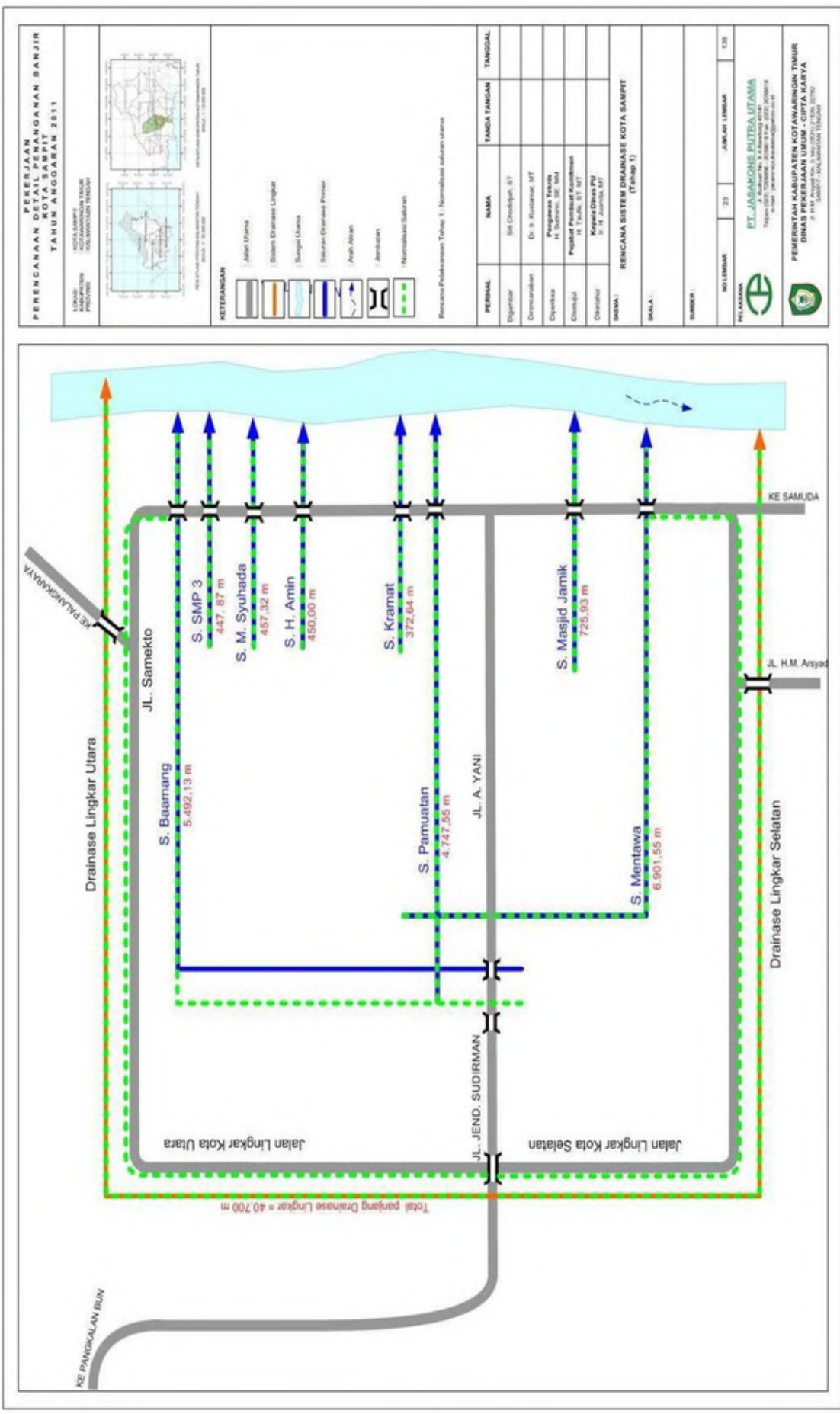
Sebelum terjadi semakin padatnya pemukiman dan makin berkembangnya fasilitas masyarakat, banjir bukan suatu masalah yang terlalu mengganggu. Namun, kini dengan perkembangan sosial

ekonomi yang lebih baik mempengaruhi ke pembangunan fasilitas guna memenuhi kebutuhan masyarakat. Oleh karena itu akan disajikan 3 tahapan penanganan saluran drainase yang mengiringi perkembangan fasilitas dan permukiman penduduk. Ketiga tahapan tersebut adalah sebagai berikut :

4.8.2. Rencana Pengendalian Banjir Tahap I

Kegiatan yang dilakukan pada tahap I ini adalah upaya normalisasi sungai yang meliputi saluran drainase lingkaran, sungai Baamang, sungai M. Suhada, sungai H.Amin, sungai Keramat, sungai Pamuatan, sungai Masjid Jamik, dan sungai Mentawa. Selain upaya normalisasi sungai, juga dilakukan upaya peningkatan kapasitas saluran drainase lingkaran dan pengaliran aliran sungai Masjid Jami' ke sungai Mentawa. Rencana pengendalian banjir tahap I disampaikan dengan pertimbangan :

- Konstruksinya paling sedikit,
- Dalam perencanaan dan pembangunannya mengandalkan partisipasi masyarakat
- Anggaran biaya yang diperkirakan tergolong paling rendah



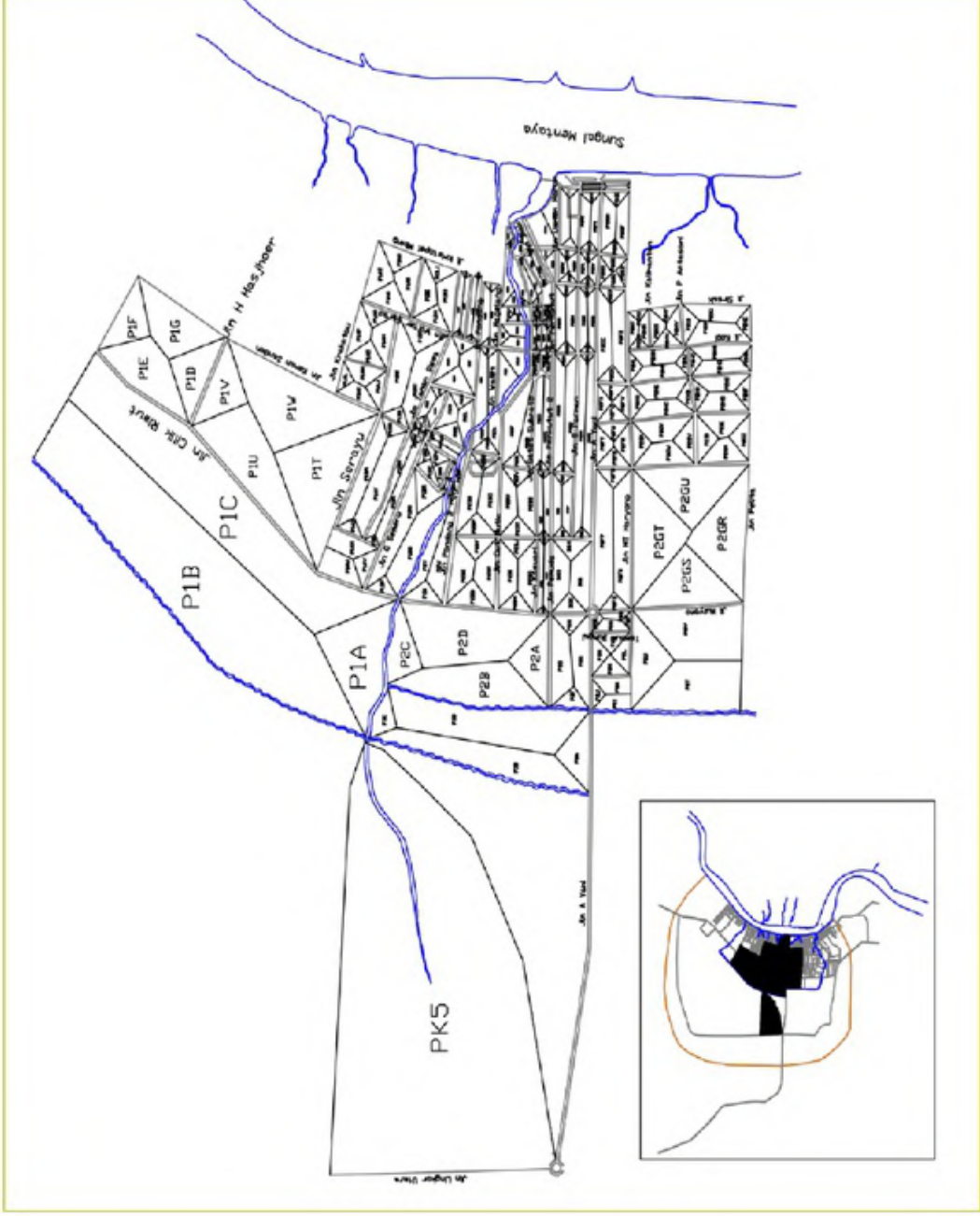
Gambar 4.6 Skema Rencana Sistem Drainase Kota Sampit (Tahap I)

4.8.3. Rencana Pengendalian Banjir Tahap II

Pada tahap II dilanjutkan dengan pemasangan pintu air dan pompa di saluran Pamuatan. Upaya pengendalian banjir tahap II dimaksudkan untuk menangani masalah banjir yang terjadi pada daerah layanan sungai Pamuatan. Dalam kawasan ini terdapat beberapa kawasan penting, antara lain lokasi perumahan bupati dan rumah sakit umum.

Untuk menjamin kelancaran keluarnya air dari sungai Pamuatan ke sungai Mentaya. Di bagian hilir atau muara dipasang pintu air dan pompa pengendali banjir. Dengan demikian diharapkan jika terjadi banjir dengan kala ulang lebih dari 10 tahun akan dapat ditekan dampaknya terutama berkaitan dengan pengaruh air balik dari sungai Mentaya. Pintu air yang dimaksud berupa pintu satu arah sehingga air dari sungai Pamuatan dapat mengalir ke Mentaya saat sungai Mentaya surut, sedangkan jika sungai Mentaya pasang air tidak dapat masuk ke sungai Pamuatan.

Pompa air dimaksudkan untuk meningkatkan kapasitas pengaliran pintu air, sehingga air pada kolam atau waduk sementara tidak sampai penuh dan meluap ke daerah sekitarnya. Kolam atau waduk sementara dalam hal ini memanfaatkan kondisi alur sungai yang melebar di bagian muaranya. Daerah layanan sungai Pamuatan seperti terlihat pada gambar berikut.



PERJALANAN PERENCANAAN DETAIL PERKAWASAN BANJIR KOTA SAMBUT TANAH AIR	
LEMBAGA KEMENTERIAN AGRARIA DAN PERUMAHAN KEMENTERIAN PERUMAHAN KEMENTERIAN PERUMAHAN	LOKASI KOTA SAMBUT KEMENTERIAN AGRARIA DAN PERUMAHAN
NO. SKED 01	NO. SKED 02
NO. SKED 03	NO. SKED 04
NO. SKED 05	NO. SKED 06
NO. SKED 07	NO. SKED 08
NO. SKED 09	NO. SKED 10
NO. SKED 11	NO. SKED 12
NO. SKED 13	NO. SKED 14
NO. SKED 15	NO. SKED 16
NO. SKED 17	NO. SKED 18
NO. SKED 19	NO. SKED 20
NO. SKED 21	NO. SKED 22
NO. SKED 23	NO. SKED 24
NO. SKED 25	NO. SKED 26
NO. SKED 27	NO. SKED 28
NO. SKED 29	NO. SKED 30
NO. SKED 31	NO. SKED 32
NO. SKED 33	NO. SKED 34
NO. SKED 35	NO. SKED 36
NO. SKED 37	NO. SKED 38
NO. SKED 39	NO. SKED 40
NO. SKED 41	NO. SKED 42
NO. SKED 43	NO. SKED 44
NO. SKED 45	NO. SKED 46
NO. SKED 47	NO. SKED 48
NO. SKED 49	NO. SKED 50
NO. SKED 51	NO. SKED 52
NO. SKED 53	NO. SKED 54
NO. SKED 55	NO. SKED 56
NO. SKED 57	NO. SKED 58
NO. SKED 59	NO. SKED 60
NO. SKED 61	NO. SKED 62
NO. SKED 63	NO. SKED 64
NO. SKED 65	NO. SKED 66
NO. SKED 67	NO. SKED 68
NO. SKED 69	NO. SKED 70
NO. SKED 71	NO. SKED 72
NO. SKED 73	NO. SKED 74
NO. SKED 75	NO. SKED 76
NO. SKED 77	NO. SKED 78
NO. SKED 79	NO. SKED 80
NO. SKED 81	NO. SKED 82
NO. SKED 83	NO. SKED 84
NO. SKED 85	NO. SKED 86
NO. SKED 87	NO. SKED 88
NO. SKED 89	NO. SKED 90
NO. SKED 91	NO. SKED 92
NO. SKED 93	NO. SKED 94
NO. SKED 95	NO. SKED 96
NO. SKED 97	NO. SKED 98
NO. SKED 99	NO. SKED 100

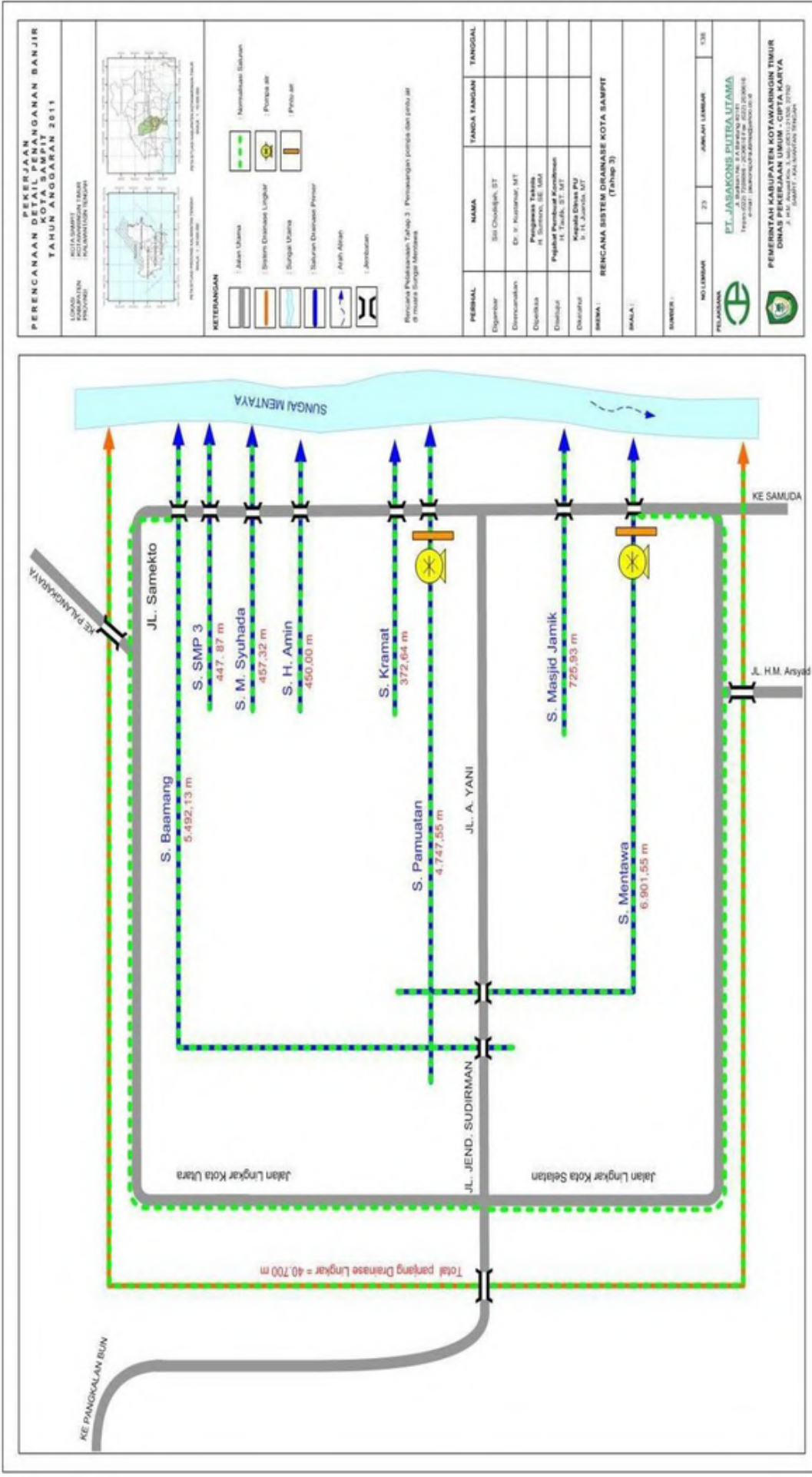
Gambar 4.8 Peta Layanan Drainase Sungai Pamuatan

4.8.4. Rencana Pengendalian Banjir Tahap III

Pada tahap III dilanjutkan dengan pemasangan pintu air dan pompa di saluran Mentawa. Upaya pengendalian banjir tahap III dimaksudkan untuk menangani masalah banjir yang terjadi pada daerah layanan sungai Mentawa. Tahapan ini dipilih dengan pertimbangan melayani drainase di luar kawasan perkotaan agar tidak membebani drainase dalam kota.

Untuk menjamin kelancaran keluarnya air dari sungai Mentawa ke sungai Mentaya. Di bagian hilir atau muara dipasang pintu air dan pompa pengendali banjir. Dengan demikian diharapkan jika terjadi banjir dengan kala ulang lebih dari 10 tahun akan dapat ditekan dampaknya terutama berkaitan dengan pengaruh air balik dari sungai Mentaya. Pintu air yang dimaksud berupa pintu satu arah sehingga air dari sungai Mentawa dapat mengalir ke Mentaya saat sungai Mentaya surut, sedangkan jika sungai Mentaya pasang air tidak dapat masuk ke sungai Mentawa.

Pompa air dimaksudkan untuk meningkatkan kapasitas pengaliran pintu air, sehingga air pada kolam atau waduk sementara tidak sampai penuh dan meluap ke daerah sekitarnya. Kolam atau waduk sementara dalam hal ini memanfaatkan kondisi alur sungai yang melebar di bagian muaranya. Daerah layanan sungai Mentawa seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 4.9 Skema Rencana Sistem Drainase Kota Sampit (Tahap III)

4.9. Lokasi Genangan

Lokasi genangan diidentifikasi berdasarkan 2 informasi yaitu :

1. Lokasi genangan hasil pemetaan yang tidak dilakukan
2. Lokasi potensi genangan yang diperoleh dari data perbandingan antara debit banjir dengan kapasitas saluran.

Pada prinsipnya lokasi genangan dapat dipetakan dengan dua jalan, yaitu:

1. Pengukuran langsung kawasan yang sering terjadi genangan
2. Identifikasi saluran yg sering meluap akibat kapasitasnya tidak mampu mengalirkan debit rencana secara teoritis dengan tinjauan hidrolis.

Dalam studi ini pada awalnya direncanakan untuk menggabung 2 metode tersebut sehingga menghasilkan peta genangan yang lebih akurat. Namun demikian konsep tersebut tidak dapat diterapkan di lapangan. Hal ini disebabkan banyaknya saluran yang tertutup rapat dengan beban yang cukup tebal sehingga sulit dilaksanakan pengukuran. Oleh karena itu pemetaan daerah genangan dilakukan dengan metode yang pertama. Kebijakan ini juga didukung bahwa kondisi sebagian besar saluran di tengah kota telah tertimbun sedimen dan arus air sangat lamban. Lokasi genangan pada peta diperlihatkan pada gambar berikut.

RINGKASAN

Sistem drainase merupakan sarana kontrol kelebihan air untuk menjaga kesehatan lingkungan. Toleransi kelebihan air sangat dipengaruhi oleh jenis penggunaan kawasan. Dalam kawasan pertanian, tinggi limpasan permukaan diberi toleransi hingga 20 cm. Sedangkan dalam kawasan permukiman, toleransi tinggi genangan maksimal 5 cm. Sebaliknya, pada jalan raya untuk kendaraan kecepatan tinggi, serta kawasan lapangan terbang tidak diijinkan adanya genangan.

Kawasan perkotaan di Indonesia pada umumnya terbentuk melalui perubahan dari lahan pertanian, menjadi kawasan selain pertanian (urban). Perubahan berdampak pada batas administratif dan metode pengelolaan, namun secara hidrologis masih menjadi satu. Hal ini seringkali kurang mendapat pemahaman dan perhatian, sehingga timbul masalah.

Masalah banjir atau genangan timbul karena terjadinya perubahan batas toleransi terjadinya genangan, perubahan karakter dari sistem saluran yang semula berfungsi penyalur air irigasi (saluran irigasi), menjadi penyalur kelebihan air (saluran drainase). Pada sistem irigasi, saluran harus membagi air dari sumbernya hingga ke petak-petak tujuan, sehingga dimensi saluran berangsur berubah dari yang besar menjadi kecil. Sebaliknya, saluran drainase berfungsi menyalurkan kelebihan air dari tangkapan hujan yang terakumulasi setelah terjadi pertemuan saluran, sehingga dimensi saluran semakin besar ke arah hilir.

Perubahan karakter saluran tersebut, tentu harus dikoreksi manakala kawasan pertanian berubah menjadi kawasan urban agar saluran dapat berfungsi dengan baik. Dalam koreksi dimensi, yang harus diperhatikan ialah: perubahan koefisien pengaliran, perubahan daerah tangkapan hujan, batasan elevasi dasar dan muka air dalam saluran, dan ketersediaan spasial lahan. Semua perubahan, harus dipastikan sesuai dengan rencana tata ruang wilayah (RTRW).

Mana kala terbuka ruang untuk mendapatkan dimensi saluran terbaik, maka: perlu diupayakan tercapainya tampang ekonomis, dan

kemiringan dasar saluran yang sesuai dengan batasan kecepatan aliran, penggunaan material dasar dan dinding saluran yang tepat, serta kesiapan budaya masyarakat. Pilihan penggunaan saluran tertutup (bukan walaupun dengan jenis aliran terbuka), harus memperhitungkan kemudahan dalam memeliharanya.

Perencanaan yang disertai dengan skala prioritas dan sistem informasi spasial, akan mempermudah dalam pelaksanaan pembangunan dan operasional pemeliharanya.

Penyusun

DAFTAR PUSTAKA

1. Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Kabupaten Sumba Tengah. 2017. **PENYUSUNAN MASTERPLAN DRAINASE KOTA WAIBAKUL KABUPATEN SUMBA TENGAH TAHUN ANGGARAN 2017**. Tidak Diterbitkan.
2. Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang Kabupaten Malang. 2012. **RANCANGAN MASTERPLAN DRAINASE KAWASAN KOTA KEPANJEN TAHUN 2012-2032**. Tidak Diterbitkan.
3. Dinas PUPR-Cipta Karya, Kabupaten Kotawaringin Timur. 2011. **PERENCANAAN DETAIL PENANGANAN BANJIR KOTA SAMPIT**. Tidak diterbitkan.
4. Sosrodarsono. Suyono & Kensaku Takeda. 1989. **Bendungan Type Urugan**. Jakarta: Pradnya Paramita.
5. Kustamar, Yulianti, E. **Model Hidrologi DAS ITN-1**, *Jurnal Pusair*, PULITBANG PU Bandung. Vol.5 No.9, pp. 1-15. November 2009.
6. Kustamar, Bambang Parianom, Gaguk Sukowiyono, dan Tutik Armiami. 2010. **Konservasi Sumber Daya Air Berbasis Partisipasi Masyarakat Di Kota Batu Jawa Timur**. *Jurnal Dinamika Teknik Sipil*. ISSN: 1411-8904; Vol. 10, No.2.
7. Kustamar, Silvester Sari Sai, Erni Yulianti, dan Sunik. 2010. **Model Hidrologi DAS ITN 2, Sebuah Konsep Model Distribusi Untuk Memprediksi Debit Banjir Tanpa Menggunakan Kalibrasi**. *Jurnal Dinamika Teknik Sipil*. ISSN: 1411-8904; Vol. 10, No.3.
8. Kustamar, Lilya DSW, Nugroho S. 2011. **Pengembangan Model Hidrologi Cekungan Sungai Untuk Memprediksi Banjir Tanpa Menggunakan Kalibrasi**. *Jurnal Dinamika Teknik Sipil*. Vol 10 No 2.

sistem drainase perkotaan pada kawasan pertanian urban dan pesisir

ORIGINALITY REPORT

23%

SIMILARITY INDEX

23%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

www.scribd.com

Internet Source

23%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%