



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

PENANGANAN GENANGAN DAERAH LAYANAN DRAINASE PERUMAHAN TAMBAK REJO INDAH KECAMATAN WARU KABUPATEN SIDOARJO

TANTI ARIDIPA

NRP 3114 030 002

RIFKY BASYSYAR RAMADHAN

NRP 3114 030 045

Dosen Pembimbing I

Ir. Didik Harijanto, CES

NIP. 19590329 198811 1 001

Dosen Pembimbing II

S. Kamilia Aziz, ST., MT.

NIP. 19771231 200604 2 001

PROGRAM DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

**PENANGANAN GENANGAN DAERAH
LAYANAN DRAINASE PERUMAHAN TAMBAK
REJO INDAH KECAMATAN WARU
KABUPATEN SIDOARJO**

TANTI ARIDIPA

NRP 3114 030 002

RIFKY BASYSYAR RAMADHAN

NRP 3114 030 045

Dosen Pembimbing I

Ir. Didik Harijanto, CES

NIP. 19590329 198811 1 001

Dosen Pembimbing II

S. Kamilia Aziz, ST., MT.

NIP. 19771231 200604 2 001

PROGRAM DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017



FINAL PROJECT - RC 145501

**MANAGE PUDDLE OF AREA SERVICE
DRAINAGE TAMBAK REJO INDAH RESIDENCE
SUBDISTRICT OF WARU REGENCY OF
SIDOARJO**

TANTI ARIDIPA

NRP 3114 030 002

RIFKY BASYSYAR RAMADHAN

NRP 3114 030 045

First Advisor

Ir. Didik Harijanto, CES

NIP. 19590329 198811 1 001

Second Advisor

S. Kamilia Aziz, ST., MT.

NIP. 19771231 200604 2 001

DIPLOMA THREE PROGRAM CIVIL ENGINEERING

DEPARTEMENT OF INFRASTRUCTURE CIVIL ENGINEERING

Vocational Faculty

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017

**PENANGANAN GENANGAN DAERAH LAYANAN
DRAINASE PERUMAHAN TAMBAK REJO INDAH
KECAMATAN WARU KABUPATEN SIDOARJO**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Ahli
Madya
Pada
Bidang Studi Bangunan Air
Program Studi D-III Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

TANTI ARIDIPA

Nrp. 3114 030 002

dan

RIFKY BASYSYAR RAMADHAN

Nrp. 3114 030 045

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Didik Harijanto, CES(Pembimbing I)
(NIP. 19590329 1988 1 1 001)

2. S. Kamilia Aziz, ST., MT. DEPARTEMEN(Pembimbing II)
(NIP. 19771231 200604 2 001)



**SURABAYA,
JULI 2017**



BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN
 PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :
 0377:3/IT2.VI.8.1/PP.06.00/2017

Tanggal : 13 Juli 2017

Judul Tugas Akhir Terapan	Penanganan Genangan Daerah Layanan Drainase Perumahan Tambak Rejo Indah Kec. Waru Kab. Sidoarjo		
Nama Mahasiswa 1	Tanti Aridipa	NRP	3114030002
Nama Mahasiswa 2	Rifky Basysyar R.	NRP	3114030045
Dosen Pembimbing 1	Ir. Didik Harijanto, CES NIP 19590329 198811 1 001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	S. Kamilia Aziz, ST. MT NIP 19771231 200604 2 001	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
.....	S. Kamilia Aziz, ST. MT NIP 19771231 200604 2 001
.....	Ir. Didik Harijanto, CES NIP 19590329 198811 1 001
1. perhitungan kawat tahanan 2. HCS penutup saluran	 Dr. Ir. Suharjo, MT NIP 19560119 198403 1 001
① Potongan cross section - denah kawat tahanan ② Gambar teknik perbaikan	 Tatas, ST. MT NIP 19800621 200501 1 002

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
S. Kamilia Aziz, ST. MT NIP 19771231 200604 2 001	Ir. Didik Harijanto, CES NIP 19590329 198811 1 001	Dr. Ir. Suharjo, MT NIP 19560119 198403 1 001	Tatas, ST. MT NIP 19800621 200501 1 002

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	Ir. Didik Harijanto, CES NIP 19590329 198811 1 001	S. Kamilia Aziz, ST. MT NIP 19771231 200604 2 001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947837 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Tanti Andipa 2 Rifky Basysyiar
 NRP : 1 3114030002 2 3114030045
 Judul Tugas Akhir : Perancangan genangan daerah layanan drainase
 perumahan Tambak Rejo Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo
 Dosen Pembimbing : - Ir. Didik Hariyanto, CES - S. Kamilia Aziz., ST., MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan			
1.	6-3-2017	- Revisi Cover - Penambahan Daftar Isi/Layout - Lanjutan	[Signature]				
		- Revisi latar belakang, rumusan masalah gambar luasan latar belakang, 1.8 tidak pakai			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- belajar uji statistik data					
		- Cari referensi Hidrologi yang benar			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Lanjutan					
2	22-3-2017	- Revisi Latar belakang perencanaan sisi umum → menyempit kawasan perumahan tambak rejo	[Signature]		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	23-3-2017	- Revisi latar belakang permasalahan. Banyak hijauan sampai Boezem 1b sari.	[Signature]		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	20-4-2017	- Revisi bab I, membenahi latar belakang	[Signature]				
5	5-6-2017	- revisi bab II, gambar gerakan, revisi bab II, revisi bab III	[Signature]		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Tanti Arikha 2 Rifky Basysjar R.
NRP : 1 314030002 2 3119030045
Judul Tugas Akhir : Penanganan Benangan Daerah Layanan Drainase Perumahan Tambak Rejo Indah kec. Wan Kab. Sidoarjo
Dosen Pembimbing : Ir. Didik Hariyanto, CES ; S. Kamila Aziz, S.T., MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
7	9/ Juni 2017	Lanjutkan HJ penanganan gundukan HJ terjati	<i>[Signature]</i>			
				B	C	K
8.	12/ Juni 2017	Revisi Tc. tf → ketubangan dengan selanjutnya, Revisi smirnov - kolmogorov - solusi boleh jalan rotasi y permahan	<i>[Signature]</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
9	15/ Juni 2017	Terbukan operasional kolam tampung air hujan HJ ada di seluruh ruang Hujan	<i>[Signature]</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

**PENANGANAN GENANGAN DAERAH LAYANAN
DRAINASE PERUMAHAN TAMBAK REJO INDAH
KECAMATAN WARU KABUPATEN SIDOARJO**

Nama Mahasiswa I : Tanti Aridipa (3114 030 002)
Nama Mahasiswa II : Rifky Basysyar R. (3114 030 045)
Jurusan : Departemen Infrastruktur
Teknik Sipil FV-ITS
Dosen Pembimbing I : Ir. Didik Harijanto, CES
Dosen Pembimbing II : S. Kamilia Aziz, ST., MT.

Abstrak

Sistem Perumahan Tambak Rejo mengalirkan air melalui saluran tersier dan saluran sekunder menuju saluran primer buntung. Saluran sekunder tidak hanya mengalirkan air dari Perumahan Tambak Rejo Indah saja, sebagian aliran berasal dari kawasan industri masuk ke saluran sekunder Perumahan Tambak Rejo Indah. Jika terjadi curah hujan yang cukup tinggi, genangan timbul di kawasan Perumahan Tambak Rejo Indah setinggi ± 40 cm selama 2-12 jam. Pada tahun 1990 saluran sekunder perumahan tambak rejo yang menuju saluran primer buntung dibangun bozem untuk membantu mengurangi genangan. Namun pada tahun 2012 genangan mulai terjadi kembali di kawasan Perumahan Tambak Rejo Indah.

Analisis pada penanganan genangan ini dibagi menjadi dua tahap yaitu analisis hidrologi dan analisis hidrolika. Pada analisis hidrologi, metode yang digunakan pada distribusi curah hujan yaitu dengan metode log Pearson III dan perhitungan waktu konsentrasi menggunakan rumus Kirpich formula, untuk menghitung intensitas hujan menggunakan Metode Mononobe. Sedangkan pada analisis

hidrolika yaitu dengan menghitung kapasitas saluran eksisting dan dibandingkan dengan debit banjir rencana, untuk mendapatkan debit banjir rencana menggunakan metode rasional.

Dari hasil analisis evaluasi ini menunjukkan bahwa genangan yang terjadi disebabkan sistem drainase yang tidak berfungsi dengan baik. Dikarenakan sebagian dimensi saluran tidak memadai menampung debit banjir rencana sehingga perlu dilakukan normalisasi, dan perencanaan kolam tampungan dengan dimensi 10 m x 10 m dengan kedalaman 1,3 m.

Kata kunci: Sistem drainase perumahan, Debit rencana, Kolam tampung

**MANAGE PUDDLE OF AREA SERVICE DRAINAGE
TAMBAK REJO INDAH RESIDENCE SUBDISTRICT OF
WARU REGENCY OF SIDOARJO**

Name of Student I : Tanti Aridipa (3114 030 002)
Name of Student II : Rifky Basysyar R. (3114 030 045)
Departement : Infrastructure Civil Engineering
FV-ITS
Advisor I : Ir. Didik Harijanto, CES
Advisor II : S. Kamilia Aziz, ST., MT.

Abstract

Tambak Rejo Residence System drains water through the tertiary and secondary channels to the main channel of the stump. The secondary channel not only drains the water from Tambak Rejo Indah Residence, some flow comes from the industrial estate to the secondary channel of Tambak Rejo Indah Residence. If there is high rainfall, the water puddle arises in the area of Tambak Rejo Indah Residence as high as ± 40 cm for 2-12 hours. In 1990 the secondary channel Tambak Rejo Indah leading to the main sewer was built bozem boil to help reduce puddles. But in 2012 the puddle pool began to occur again in the area of Tambak Rejo Indah Residence.

Calculation on manage puddle is divided into two stages, namely calculation of hydrology and hydraulic calculations. On calculation of hydrology, the methods used in the distribution of precipitation that is by the method of log Pearson III and the calculation of the time of concentration using the formula of Kirpich formula, to calculate the intensity of rain using the method "Mononobe". Whereas, in the calculation of hydraulics i.e. by

calculating the capacity of existing channels and compared with debit flood plan, to get debit flood plan using the rational hidrograph method.

From the results of this analysis indicate that puddle are occurring due to the drainage system not working anymore. As the majority of waterway dimensions are inadequate to contain the flood discharge so we need normalization, and the planned reservoir dimensions 10 m x 10 m with a depth of 1.3 m.

Keywords: Drainage system, Water flow plan, Reservoir Dimension

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “PENANGANAN GENANGAN DAERAH LAYANAN DRAINASE PERUMAHAN TAMBAK REJO INDAH KECAMATAN WARU KABUPATEN SIDOARJO” seperti yang diharapkan. Tugas akhir ini disusun penulis dalam rangka memenuhi salah satu syarat kelulusan Program Studi D-3 Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi ITS.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan penulis agar di masa yang akan datang menjadi lebih baik.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, dukungan dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat yang besar penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada :

1. Allah SWT yang memberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikan tugas akhir,
2. Orang tua dan seluruh keluarga yang selalu memberikan motivasi, dukungan dan doa sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan bai,.
3. Ir. Didik Harijanto,CES dan S. Kamilia Aziz,ST.,MT selaku dosen pembimbing yang dengan sepenuh hati membimbing dan membantu memberikan arahan dan

saran yang berharga dalam penyelesaian penulisan Tugas Akhir ini,

4. Teman-teman kelas Bangunan Air 2014, teman-teman kelas X, dan teman-teman satu asistensi bimbingan tugas akhir drainase,
5. Teman-teman seperjuangan #116 Departemen Teknik Infrastruktur Sipil,

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga dalam tugas akhir ini memberikan manfaat bagi semuanya.

Surabaya, Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Abstract	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Lokasi Studi.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Umum.....	7
2.2 Banjir Genangan/Lokal	7
2.3 Drainase.....	8
2.3.1 Jenis Sistem Drainase.....	9
2.3.2 Pola Jaringan Drainase	11
2.4 Penentuan Hujan DAS/Kawasan	12
2.5 Analisis Hidrologi	12
2.4.1 Siklus Hidrologi	14
2.4.2 Analisis curah hujan Rencana	16

2.4.2	Analisis Frekuensi	22
2.4.4	Jenis Distribusi Hujan.....	24
2.4.5	Pengujian Distribusi Data Hujan	36
2.4.6	Penentuan Hujan Rencana	39
2.4.7	Waktu Konsentrasi	40
2.4.8	Koefisien Penyebaran Hujan (β) dan Koefisien Pengaliran (C).....	41
2.4.9	Perhitungan Debit Banjir Rencana	44
2.5	Analisis Hidrolika.....	45
2.5.1	Kecepatan Aliran Air.....	45
2.5.2	Kekasaran Dinding Saluran	47
2.5.3	Analisis Dimensi Saluran	49
2.6	Analisis Kolam Tampungan	51
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		53
3.1	Tahap Persiapan.....	53
3.3	Pengumpulan Data.....	56
3.3.1	Ketersediaan Data.....	57
3.4	Analisis Data.....	57
3.4.1	Analisis Hidrologi	57
3.5.2	Analisis hidrolika.....	58
BAB IV ANALISIS DATA		61
4.1	Tinjauan Umum.....	61
4.2	Analisis Hidrologi.....	62
4.2.1	Perhitungan Curah Hujan Wilayah.....	62
4.3	Analisis Hidrolika.....	106

4.4	Membandingkan Debit Kapasitas Saluran dengan Debit Rencana	115
4.5	Analisis Kolam Tampung	120
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		134
5.1	Kesimpulan.....	134
5.2	Saran.....	135
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN-LAMPIRAN		
BIODATA PENULIS		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta lokasi studi Perumahan Tambak Rejo Indah.....	5
Gambar 1.2 Skema saluran Perumahan Tambak Rejo Indah Waru	6
Gambar 2.1 Siklus Hidrologi.....	16
Gambar 2.2 Pengukuran Tinggi Curah Hujan Metode Poligon Thiessen.....	20
Gambar 2.3 Pengukuran Tinggi Curah Hujan Metode Isohyet ...	22
Gambar 2.4 Penampang Persegi Empat	49
Gambar 2.5 Penampang Trapesium.....	49
Gambar 2.6 Hidrograf Rasional Kolam Tampung $T_d = T_c$	51
Gambar 2.7 Hidrograf Rasional Kolam Tampung $T_d > T_c$	51
Gambar 4.1 Lokasi Stasiun Hujan Terdekat Lokasi Studi	64
Gambar 4.2 Skema jaringan drainase Perumahan Tambak Rejo Indah	87
Gambar 4.3 Lokasi kolam tampung dan saluran tersier 6 Perumahan Tambak Rejo Indah	119
Gambar 4.4 Debit Inflow Hidrograf Rasional	122
Gambar 4.5 Kurva Routing Volume Kolam Tampung	124
Gambar 4.6 Denah kolam tampung	127

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat jenis distribusi	24
Tabel 2.2 Nilai Variabel Reduksi Gauss	26
Tabel 2.3 Nilai Variabel Reduksi Gumbel	28
Tabel 2.4 Nilai Y_n Dan σ_n Fungsi Jumlah Data.....	30
Tabel 2.5 Nilai k Distribusi Pearson Tipe III dan Log Pearson Tipe III.....	32
Tabel 2.6 PUH untuk perancangan Drainase Kota dan Bangunan yang dianjurkan	35
Tabel 2.7 Koefisien Penyebaran Hujan	42
Tabel 2.8 Tabel Koefisien Pengaliran (C)	42
Tabel 2.9 Tabel Kemiringan Saluran Versus Kecepatan Aliran .	45
Tabel 2.10 Tabel Kecepatan Aliran Yang Di izinkan Saluran ...	46
Tabel 2.11 Tabel Koefisien Kekasaran Manning	48
Bagan 3.1 Alur Penyelesaian Tugas Akhir.....	54
Tabel 4.1 Data Hujan Maksimum Rata-Rata 10 Tahun.....	63
Tabel 4.2 Tabel perhitungan Curah Hujan Maksimum Rata-rata 10 Tahun.....	66
Tabel 4.3 Perhitungan Parameter Statistik Curah Hujan Wilayah	67
Tabel 4.4 Perhitungan Parameter Statistik Logaritma Curah Hujan Wilayah.....	68
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Dispersi.....	70

Tabel 4.6 Parameter Pemilihan Jenis Distribusi Sebaran Curah Hujan	71
Tabel 4.7 Perhitungan Parameter Statistik Logaritma untuk menghitung distribusi curah hujan Log Pearson Tipe III	72
Tabel 4.8 faktor frekuensi dengan C_s -0.02585 hasil perhitungan interpolasi	73
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Besarnya Curah Hujan Dengan Periode Ulang Tertentu Metode Log Pearson Tipe III	74
Tabel 4.10 Nilai Chi Kuadrat Kritik.....	76
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Sebaran dengan Chi Kuadrat (Chi Square Test).....	78
Tabel 4.12 Luas daerah di bawah kurva distribusi normal	79
Tabel 4.13 Nilai Kritis D_0 untuk uji Smirnov-Kolmogorov	82
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Sebaran dengan <i>Smirnov-Kolmogorov</i>	83
Tabel 4.15 Hasil perhitungan T_0 untuk saluran tersier 1.....	88
Tabel 4.16 Hasil perhitungan T_f untuk saluran tersier 1	88
Tabel 4.17 Rekapitulasi perhitungan T_c saluran tersier 1	88
Tabel 4.18 Hasil perhitungan T_0 untuk saluran tersier 2.....	89
Tabel 4.19 Hasil perhitungan T_f untuk saluran tersier 2	89
Tabel 4.20 Rekapitulasi perhitungan T_c saluran tersier 2	89
Tabel 4.21 Hasil perhitungan T_0 untuk saluran tersier 3.....	90
Tabel 4.22 Hasil perhitungan T_f untuk saluran tersier 3	90
Tabel 4.23 Rekapitulasi perhitungan T_c saluran tersier 3	90

Tabel 4.24 Hasil perhitungan T_0 untuk saluran tersier 4	91
Tabel 4.25 Hasil perhitungan T_f untuk saluran tersier 4.....	91
Tabel 4.26 Rekapitulasi perhitungan T_c saluran tersier 4.....	91
Tabel 4.27 Hasil perhitungan T_0 untuk saluran tersier 5	92
Tabel 4.28 Hasil perhitungan T_f untuk saluran tersier 5.....	92
Tabel 4.29 Rekapitulasi perhitungan T_c saluran 5.....	92
Tabel 4.30 Hasil perhitungan T_0 untuk saluran tersier 6	93
Tabel 4.31 Hasil perhitungan T_f untuk saluran tersier 6.....	93
Tabel 4.32 Rekapitulasi perhitungan T_c saluran 6.....	94
Tabel 4.33 Hasil perhitungan T_0 untuk saluran tersier jalan raya nilam barat.....	95
Tabel 4.34 Hasil perhitungan T_f untuk saluran tersier jalan raya nilam barat.....	95
Tabel 4.35 Rekapitulasi perhitungan T_c saluran tersier jalan raya nilam barat.....	95
Tabel 4.36 Hasil perhitungan T_f untuk saluran sekunder perumahan tambak rejo indah	95
Tabel 4.37 Rekapitulasi perhitungan T_c saluran sekunder menuju saluran primer.....	96
Tabel 4.38 Hasil perhitungan T_0 untuk saluran sekunder jalan raya tambak sawah	96
Tabel 4.39 Hasil perhitungan T_f untuk saluran sekunder jalan raya tambak sawah	97

Tabel 4.40 Hasil perhitungan T_0 untuk saluran sekunder menuju saluran primer	97
Tabel 4.41 Hasil perhitungan T_f saluran sekunder menuju saluran primer	97
Tabel 4.42 Rekapitulasi perhitungan T_c saluran sekunder menuju saluran primer	98
Tabel 4.43 Hasil perhitungan Intensitas hujan saluran tersier ...	100
Tabel 4.44 Hasil perhitungan intensitas hujan rencana saluran sekunder.....	101
Tabel 4.45 Hasil perhitungan koefisien gabungan untuk saluran sekunder.....	103
Tabel 4.46 Hasil perhitungan Debit Rencana Periode Ulang 2 tahun pada saluran tersier	104
Tabel 4.47 Hasil perhitungan debit rencana periode ulang 5 tahun dan 10 tahun pada saluran sekunder	105
Tabel 4.48 Hasil perhitungan debit kapasitas dalam kondisi fullbank saluran tersier	110
Tabel 4.49 Hasil perhitungan debit kapasitas dalam kondisi normal saluran tersier	112
Tabel 4.50 Hasil perhitungan debit kapasitas dalam kondisi fullbank saluran sekunder.....	113
Tabel 4.51 Hasil perhitungan debit kapasitas dalam kondisi normal saluran sekunder.....	114

Tabel 4.52 Hasil evaluasi debit kapasitas dengan debit rencana (Q2) pada saluran tersier	115
Tabel 4.53 Hasil evaluasi debit kapasitas dengan debit rencana (Q5) pada saluran sekunder	117
Tabel 4.54 Hasil perhitungan routing kolam tampungan	123
Tabel 4.54 Hasil evaluasi debit kapasitas dengan debit rencana (Q2) pada saluran tersier 6 lanjutan.....	130
Tabel 4.55 Hasil perhitungan re-design saluran tersier 1, 3 dan saluran kuartier 4	130
Tabel 4.56 Hasil perhitungan re-design saluran tersier 6 sisi sebelah timur jalan raya nilam.....	131

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk dan industri yang semakin bertambah menimbulkan alih fungsi lahan menjadi kawasan pemukiman dan industri semakin luas, sehingga lahan terbuka yang menjadi daerah resapan berkurang. Dengan berkurangnya lahan resapan, mengakibatkan hanya sebagian air hujan terserap ke dalam tanah sehingga perlu dibangun sistem jaringan drainase agar air hujan yang melimpas dapat tertampung dan tidak menimbulkan genangan. Jika perubahan tata guna lahan tidak selaras dengan sistem jaringan drainase yang baik maka dapat terjadi genangan pada suatu kawasan. Hal ini terjadi di Perumahan Tambak Rejo Indah yang mengalami genangan pada beberapa tahun terakhir setinggi 20-40 cm dalam jangka waktu kurang lebih 2 –12 jam.

Perumahan Tambak Rejo Indah bagian dari Desa Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo yang berbatasan oleh beberapa area. Seperti pada gambar 1.1 Di sisi bagian barat sampai selatan perumahan, terdapat kawasan industri pabrik. Di utara berbatasan dengan jalan umum desa, sebelah timur berbatasan dengan saluran sekunder perumahan Tambak Rejo Indah dan wilayah pemukiman dekat saluran sekunder.

Sistem jaringan drainase pada Perumahan Tambak Rejo ini termasuk dalam sistem saluran primer Buntung. Perumahan Tambak Rejo mengalirkan air melalui saluran tersier dan saluran sekunder menuju saluran primer buntung. Saluran sekunder tidak hanya mengalirkan air dari Perumahan Tambak Rejo Indah saja, sebagian aliran berasal dari kawasan industri masuk ke saluran sekunder Perumahan Tambak Rejo Indah. Jika terjadi curah hujan yang cukup tinggi, genangan timbul di kawasan Perumahan Tambak Rejo Indah setinggi ± 40 cm selama 2-12 jam. Pada tahun 1990 saluran sekunder perumahan tambak rejo yang menuju saluran primer buntung dibangun bozem untuk membantu mengurangi genangan. Namun pada tahun 2012 genangan mulai terjadi kembali di kawasan Perumahan Tambak Rejo Indah.

Dengan kondisi sistem drainase Perumahan Tambak Rejo Indah yang sudah dijelaskan diatas, maka dilakukan evaluasi sistem drainase untuk mencari solusi yang tepat dalam menangani genangan di Perumahan Tambak Rejo Indah. Agar genangan dapat di minimalisir atau bahkan dihilangkan. Oleh karena itu, tugas akhir terapan ini diberi judul Penanganan Genangan Daerah Layanan Drainase Perumahan Tambak Rejo Indah Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan permasalahan yang terjadi di Perumahan Tambak Rejo Indah serta dampak yang ditimbulkan bagi lingkungan sekitar, maka permasalahan dalam kajian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Berapa debit banjir rencana periode ulang 2 tahun untuk saluran tersier dan debit banjir rencana periode ulang 5 tahun untuk saluran sekunder?
2. Bagaimana dimensi saluran eksisting yang ada pada sistem drainase Perumahan Tambak Rejo Indah?
3. Bagaimana yang harus dilakukan untuk menanggulangi genangan yang terjadi?

1.3 Tujuan

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung besarnya debit banjir rencana periode ulang 2 tahun untuk saluran tersier dan debit banjir rencana periode ulang 5 tahun untuk saluran sekunder.
2. Menghitung kapasitas dan dimensi saluran yang ada pada sistem drainase Perumahan Tambak Rejo Indah.
3. Mengusulkan penanggulangan genangan yang terjadi di Perumahan Tambak Rejo Indah.

1.4 Manfaat

1. Dapat mengetahui penyebab terjadinya genangan di kawasan Perumahan Tambak Rejo Indah dan memberikan usulan pemecahan masalah untuk mengatasi genangan yang terjadi.
2. Bagi penulis untuk tambahan ilmu dengan wawasan pemecahan masalah genangan yang terjadi pada Perumahan Tambak Rejo Indah.

1.5 Batasan Masalah.

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pengaruh sedimentasi tidak di perhitungkan.
2. Limbah rumah tangga tidak di perhitungkan
3. Tidak memperhitungkan anggaran biaya

1.6 Lokasi Studi

Lokasi Studi yang ditinjau adalah saluran yang berada di Perumahan Tambak Rejo Indah sampai Saluran Sekunder, Desa Tambak Rejo, Kecamatan Waru Kabupaten Sidoarjo. Lokasi studi dibatasi dengan batas-batas sebagai berikut

Sebelah Utara : Jalan desa tambak rejo

Sebelah Selatan : Kawasan Industri tambak sawah

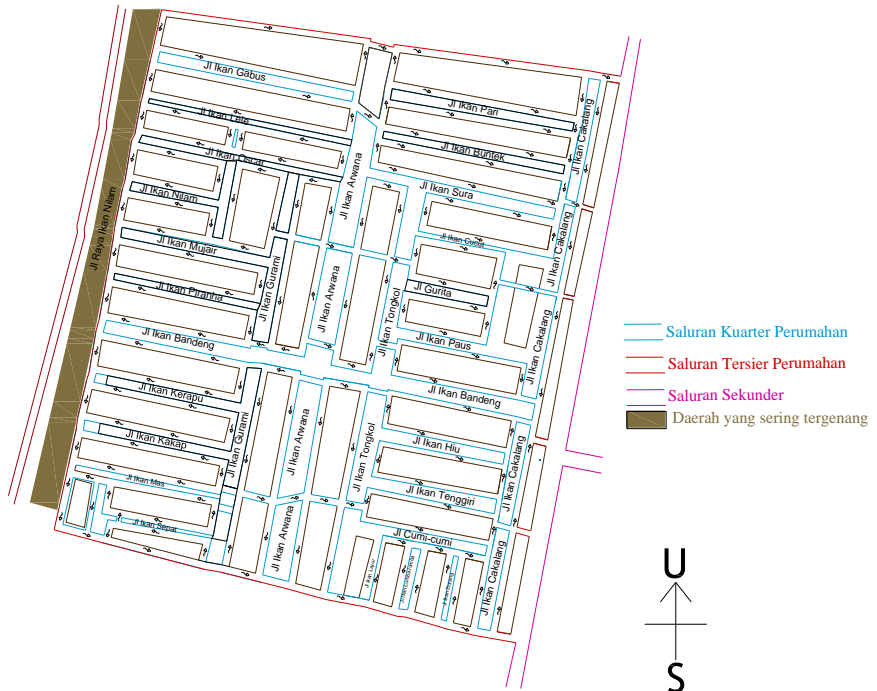
Sebelah Barat : Pemukiman padat

Sebelah Timur : Saluran Sekunder dan pemukiman padat



Sumber: Google Earth Pro

Gambar 1.1 Peta lokasi studi Perumahan Tambak Rejo Indah



Sumber: hasil penggambaran Autocad

Gambar 1.2 Skema saluran Perumahan Tambak Rejo Indah Waru

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tinjauan pustaka dalam Tugas Akhir ini berisi dasar-dasar teori yang akan digunakan dalam evaluasi jaringan drainase untuk mengatasi genangan pada wilayah yang ditinjau, yaitu Perumahan Tambak Rejo Indah, Waru Sidoarjo.

2.2 Banjir Genangan/Lokal

Banjir genangan adalah banjir yang disebabkan adanya genangan yang berasal dari hujan lokal. Air hujan lokal adalah air hujan yang terjadi pada daerah itu sendiri. Jika curah hujan cukup tinggi dan terus-menerus sehingga di daerah tangkapan hujan terjadi penjuhan atau air yang melebihi kapasitas-kapasitas saluran yang ada, maka air hujan lokal ini dapat menjadi limpasan permukaan inilah yang pada umumnya dapat mengakibatkan banjir

2.3 Drainase

Drainase merupakan suatu tindakan untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan, agar fungsi kawasan atau lahan tersebut tidak terganggu. Menurut Suripin (2004:7) drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas. Drainase yaitu suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. (Suhardjono, 1948:1). Drainase adalah prasarana umum yang dibutuhkan, terutama masyarakat perkotaan karena tanpa drainase, suatu daerah akan banjir karena tidak dapat mengalirkan limpasan air. Dengan adanya drainase cukup baik maka daerah perkotaan akan tetap kering dan kestabilan air tanah dapat terjaga. Definisi Drainase perkotaan yaitu ilmu drainase yang mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial-budaya yang ada di kawasan kota (Hasmar,

2012:1). Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi :

- a. Permukiman.
- b. Kawasan industri dan perdagangan
- c. Kampus dan sekolah.
- d. Rumah sakit dan fasilitas umum.
- e. Lapangan olahraga.
- f. Lapangan parkir.
- g. Instalasi militer, listrik, telekomunikasi.
- h. Pelabuhanudara.

(Hasmar, 2012:1)

2.3.1 Jenis Sistem Drainase

Sistem drainase terbagi menjadi 2 yaitu, Sistem drainase lokal dan sistem drainase utama. Sistem drainase lokal adalah saluran awal yang melayani suatu kawasan kota tertentu seperti komplek, areal pasar, perkantoran, areal industri dan komersial. Pengelolaan sistem drainase lokal menjadi tanggung jawab masyarakat, pengembang atau instansi lainnya. (Lampiran I Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/Prt/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan; Tata Cara Perencanaan Sistem Drainase Perkotaan). Selain itu dikenal juga dengan Sistem Drainase Mayor dan Sistem Drainase Mikro.

- **Sistem Drainase Mayor**

Sistem drainase mayor yaitu sistem saluran/badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (Catchment Area). Pada umumnya sistem drainase mayor ini disebut juga sebagai sistem saluran pembuangan utama (major system) atau drainase primer. Sistem jaringan ini menampung aliran yang berskala besar dan luas seperti saluran drainase primer, kanal-kanal atau sungai-sungai. Perencanaan drainase makro ini umumnya dipakai dengan periode ulang antara 5 sampai 10 tahun dan pengukuran topografi yang detail mutlak diperlukan dalam perencanaan sistem drainase ini.

- **Sistem Drainase Mikro**

Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Secara keseluruhan yang termasuk dalam sistem drainase mikro adalah saluran di sepanjang sisi jalan, saluran/selokan air hujan di sekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya dimana debit air yang dapat ditampungnya tidak terlalu besar. Pada umumnya drainase mikro ini direncanakan untuk hujan dengan masa ulang 2, 5 atau 10 tahun tergantung pada tata guna lahan yang ada. Sistem drainase untuk lingkungan permukiman lebih cenderung sebagai sistem drainase mikro.

2.3.2 Pola Jaringan Drainase

Sistem jaringan drainase merupakan gabungan dari beberapa bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga dapat difungsikan secara optimal. Pada sistem jaringan drainase terdiri dari saluran penerima, saluran pengumpul, saluran pembawa, saluran induk, dan badan air penerima. Berikut Jenis-jenis pola jaringan drainase:

- a Jaringan Drainase Siku, adalah jaringan drainase yang dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai. Sungai sebagai pembuang akhir berada di tengah kota,
- b Jaringan Drainase Pararel, adalah jaringan drainase yang saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan menyesuaikan,
- c Jaringan Drainase Grid Iron, adalah jaringan drainase untuk daerah dimana sungai terletak di pinggir kota, sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul,
- d Jaringan Drainase Alamiah, adalah jaringan drainase yang sama seperti pola siku, hanya beban sungai pada pola alamiah lebih besar,

- e Jaringan Drainase Radial, adalah jaringan drainase yang terletak pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah, dan
- f Jaringan Drainase Jaring-jaring, adalah jaringan drainase yang mempunyai saluran-saluran pembuang yang mengikuti arah jalan rayadan cocok untuk daerah dengan topografi datar.

2.4 Penentuan Hujan DAS/Kawasan

Dalam tugas akhir ini penentuan hujan kawasan dihitung dari data hujan dari beberapa stasiun penakar hujan yang ada di kawasan tersebut. Hal ini disebabkan karena tidak tersedianya data debit.

2.5 Analisis Hidrologi

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi (hydrologic phenomena). Data hidrologi merupakan bahan informasi yang sangat penting dalam pelaksanaan inventarisasi potensi sumber-sumber air, pemanfaatan dan pengelolaan sumber-sumber air yang tepat dan rehabilitasi sumber-sumber alam seperti air, tanah dan hutan yang telah rusak. Fenomena hidrologi seperti besarnya : curah hujan, temperatur, penguapan, lama penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran dan konsentrasi sedimen sungai akan selalu berubah

menurut waktu. Dengan demikian suatu nilai dari sebuah data hidrologi itu hanya dapat terjadi lagi pada waktu yang berlainan sesuai dengan fenomena pada saat pengukuran nilai itu dilaksanakan. Kumpulan data hidrologi dapat disusun dalam bentuk daftar atau tabel. Sering pula daftar atau tabel tersebut disertai dengan gambar-gambar yang biasa disebut diagram atau grafik, dan dapat disajikan dalam bentuk peta tematik, seperti peta curah hujan dan peta tinggi muka air.

Secara umum analisis hidrologi merupakan satu bagian analisis awal dalam perancangan bangunan-bangunan hidraulik. Pengertian yang terkandung di dalamnya adalah bahwa informasi dan besaran-besaran yang diperoleh dalam analisis hidrologi merupakan masukan penting dalam analisis selanjutnya. Bangunan hidraulik dalam bidang teknik sipil dapat berupa gorong-gorong, bendung, bangunan pelimpah, tanggul penahan banjir, dan sebagainya. Ukuran dan karakter bangunan-bangunan tersebut sangat tergantung dari tujuan pembangunan dan informasi yang diperoleh dari analisis hidrologi. Selain untuk perancangan digunakan untuk mencocokkan bangunan-bangunan hidraulik dengan debit rancangan karena semakin hari cuaca semakin tidak bisa di prediksi, sehingga bangunan hidraulik dapat di desain ulang.

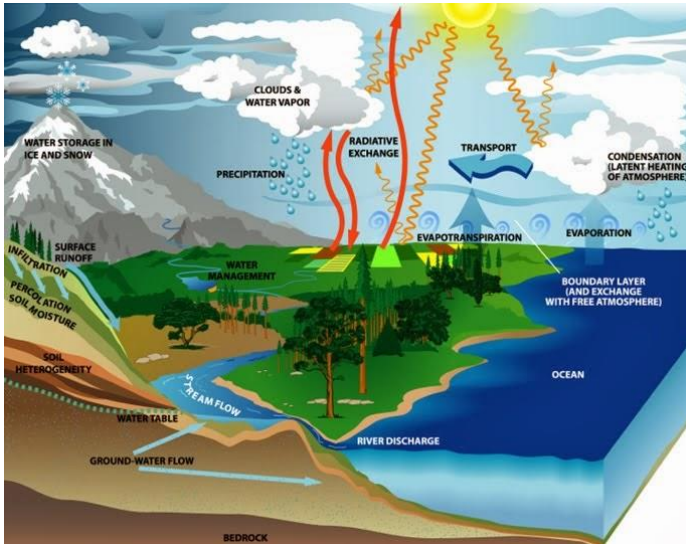
2.4.1 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses kontinyu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi. air di permukaan tanah, sungai, danau dan laut menguap ke udara. Uap air tersebut bergerak dan naik ke atmosfer yang disebut sebagai evaporasi, yang kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan. Selanjutnya titik-titik air tersebut jatuh sebagai hujan (persipitasi) ke permukaan laut atau daratan. Hujan yang jatuh sebagaian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan (intersepsi) dan selebihnya sampai permukaan tanah. Sebagian air hujan yang sampai ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi) dan sebagian lainnya mengalir di atas permukaan tanah (aliran permukaan atau *surface runoff*) mengisi cekungan tanah, danau, dan masuk ke sungai dan akhirnya mengalir ke laut. Air yang meresap sebagian mengalir di dalam tanah (perlokasi) mengisi air tanah yang kemudian keluar sebagai mata air atau mengalir ke sungai. Akhirnya aliran air di sungai akan sampai ke laut. Proses tersebut berlangsung secara terus-menerus.

- Evaporasi / transpirasi merupakan air yang berada di laut, di daratan, di sungai, di tanaman, dan sebagainya kemudian akan menguap ke angkasa (atmosfer) dan kemudian akan menjadi awan. Pada keadaan jenuh uap air (awan) itu akan

menjadi bintik-bintik air yang selanjutnya akan turun (precipitation) dalam bentuk hujan, salju dan es.

- Infiltrasi/ perkolasi ke dalam tanah merupakan air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju muka air tanah.
- Air Permukaan merupakan air bergerak di atas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau, makin landai lahan dan makin sedikit pori-pori tanah, maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan disekitar daerah aliran sungai menuju laut. Air permukaan, baik yang mengalir maupun yang tergenang (danau, waduk, rawa), dan sebagian air bawah permukaan akan terkumpul dan mengalir membentuk sungai dan berakhir ke laut. Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi yang membentuk sistem Daerah Aliran Sungai (DAS).



Sumber: *google*

Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

2.4.2 Analisis curah hujan Rencana

Presipitasi adalah turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi; dapat berupa hujan, hujan salju, kabut, embun, dan hujan es. Hujan berasal dari uap air di atmosfer, sehingga bentuk dan jumlahnya dipengaruhi oleh faktor klimatologi seperti angin, temperatur dan tekanan atmosfer. Uap air tersebut akan naik ke atmosfer sehingga mendingin dan terjadi kondensasi menjadi butiran air dan kristal-kristal es yang akhirnya jatuh sebagai hujan. Jumlah hujan yang jatuh di permukaan bumi dinyatakan dalam kedalaman air (biasanya mm). Hujan merupakan komponen yang

sangat penting bagi analisis hidrologi. Pengukuran hujan dilakukan selama 24 jam baik secara manual maupun otomatis, dengan cara ini berarti hujan diketahui adalah hujan total yang terjadi selama satu hari. Dalam analisis digunakan curah hujan rencana, curah hujan rencana adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan intensitas hujan adalah jumlah curah hujan dalam satuan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam mm/jam, mm/hari, mm/minggu, dan intensitas ini digunakan untuk menghitung debit rencana. Untuk menentukan curah hujan rencana diperlukan menentukan hujan rerata apabila terdapat lebih dari satu stasiun pengukuran hujan yang ditempatkan secara terpencar, sehingga hujan yang tercatat di masing-masing stasiun dapat tidak sama. Terdapat tiga metode, yaitu:

1. Metode rerata aritmatik (aljabar)

Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan biasanya adalah yang berada di dalam DAS; tetapi stasiun di luar DAS yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan.

Metode rerata aljabar memberikan hasil yang baik apabila :

- a Stasiun hujan tersebar secara merata di DAS,
- b Distribusi hujan relatif merata pada seluruh DAS

$$\bar{R} = \frac{R_1+R_2+R_3+\dots+R_n}{n} \quad (2.1)$$

di mana,

\bar{R} : curah hujan rerata kawasan

R_1, R_2, \dots, R_n : hujan di stasiun 1, 2, 3, ..., n

n : jumlah stasiun

(Triatmodjo, 2015)

Metode ini digunakan pada daerah datar, dengan stasiun hujan banyak dan sifat hujannya merata.

2. Metode Polygon Thiessen

Metode ini memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata. Hitungan curah hujan rerata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap stasiun.

Pembentukan poligon Thiessen adalah sebagai berikut.

- a Stasiun pencatat hujan digambarkan pada peta DAS yang ditinjau, termasuk stasiun hujan diluar DAS yang berdekatan,

- b Stasiun-stasiun tersebut dihubungkan dengan garis lurus (garis terputus) sehingga membentuk segitiga-segitiga, yang sebaiknya mempunyai sisi dengan panjang kira-kira panjang.
- c Menandai titik berat pada sisi-sisi segitiga lalu dibuat garis seperti pada gambar
- d Garis-garis berat tersebut membentuk poligon yang mengelilingi tiap stasiun. Tiap stasiun mewakili luasan yang dibentuk oleh poligon. Untuk stasiun yang berada di dekat batas DAS, garis batas DAS membentuk batas tertutup dari poligon
- e Luas tiap poligon diukur dan kemudian dikalikan dengan kedalaman hujan di stasiun yang berada di dalam poligon.
- f Jumlah dari hitungan pada butir e untuk semua stasiun dibagi dengan luas daerah yang ditinjau menghasilkan hujan rerata daerah tersebut, yang dalam bentuk matematik mempunyai bentuk berikut ini

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.2)$$

di mana,

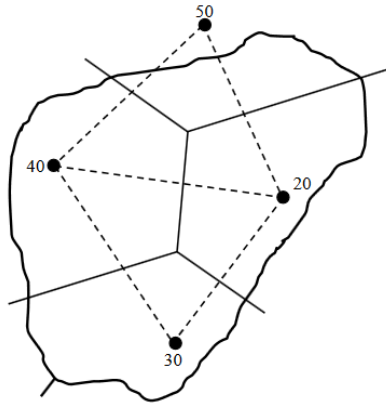
\bar{R} : curah hujan rerata kawasan

R_1, R_2, \dots, R_n : hujan di stasiun 1, 2, 3, ..., n

A_1, A_2, \dots, A_n : luas daerah yang mewakili stasiun 1, 2, 3, ..., n

(Triatmodjo, 2015)

Metode ini cocok untuk menentukan tinggi hujan rata-rata, apabila stasiun hujannya tidak banyak dan tinggi hujannya tidak merata.



Sumber: *Triatmodjo, 2015*

Gambar 2.2 Pengukuran Tinggi Curah Hujan Metode Poligon Thiessen

3. Metode Isohyet

Isohyet adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Metode isohyet, dianggap bahwa hujan pada suatu daerah di antara dua garis isohyet adalah merata dan sama dengan nilai rerata dari kedua garis isohyet tersebut.

- Lokasi stasiun hujan dan kedalaman hujan digambarkan pada peta daerah yang ditinjau.
- Dari nilai kedalaman hujan di stasiun yang berdampingan dibuat interpolasi dengan pertambahan nilai yang ditetapkan.

- c. Dibuat kurva yang menghubungkan titik-titik interpolasi yang mempunyai kedalaman hujan yang sama. Ketelitian tergantung pada pembuatan garis isohyet dan intervalnya.
- d. Diukur luas daerah antara dua isohyet yang berurutan dan kemudian dikalikan dengan nilai rerata dari nilai kedua garis isohyet.
- e. Jumlah dari hitungan pada butir d untuk seluruh garis isohyet dibagi dengan luas daerah yang ditinjau menghasilkan kedalaman hujan rerata daerah tersebut.

$$\bar{R} = \frac{A_1 \frac{I_1+I_2}{2} + A_2 \frac{I_2+I_3}{2} + \dots + A_n \frac{I_n+I_{(n+1)}}{2}}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.3)$$

di mana,

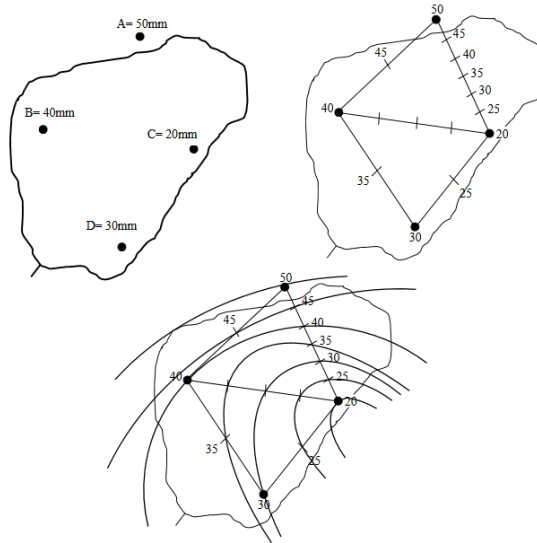
\bar{R} : curah hujan rerata kawasan

I_1, I_2, \dots, I_n : garis isohyet ke 1, 2, 3, ..., n, n+1

A_1, A_2, \dots, A_n : luas daerah yang dibatasi oleh garis isohyet ke 1 dan 2, 2 dan 3, . . . , n dan n+1

(Triatmodjo, 2015)

Metode isohyet ini merupakan cara paling teliti untuk menghitung kedalaman hujan rerata di suatu daerah, tetapi cara ini membutuhkan pekerjaan dan perhatian lebih banyak di banding dua metode sebelumnya.



Sumber: *Triatmodjo, 2015*

Gambar 2.3 Pengukuran Tinggi Curah Hujan Metode Isohyet

2.4.2 Analisis Frekuensi

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas. Besarnya kejadian ekstrim mempunyai hubungan terbalik dengan probabilitas kejadian, misalnya frekuensi kejadian debit banjir besar adalah lebih kecil dibanding dengan frekuensi debit-debit sedang atau kecil. Analisis frekuensi dapat diterapkan untuk data debit sungai atau data hujan. Data yang digunakan adalah data debit atau hujan maksimum tahunan, yaitu data terbesar yang

terjadi selama satu tahun, yang terukur selama beberapa tahun. Dalam perhitungan curah hujan rencana ini digunakan analisis frekuensi. ada beberapa jenis distribusi statistik yang dapat dipakai untuk menentukan besarnya curah hujan rencana, seperti distribusi Gumbel, Log Pearson III, dan Log Normal, dan beberapa cara lain. Pengujian tersebut melalui pengukuran dispersi. Adapun langkah-langkah melakukan pengukuran dispersi seperti berikut.

1. Harga rata-rata (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (2.4)$$

2. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.5)$$

3. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \quad (2.6)$$

4. Koefisien Kemencengan (Skewness) (Cs)

$$Cs = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1) \times (n-2) \times S^3} \quad (2.7)$$

5. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \times \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3) \times S^4} \quad (2.8)$$

Dari faktor-faktor tersebut dapat Menentukan distribusi mana yang bisa dipakai, seperti disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 2.1 Syarat jenis distribusi

Jenis Distribusi	Syarat
Normal	$Cs \approx 0$ $Ck = 0$
<i>Gumbel</i>	$Cs = 1.1396$ $Ck = 5.4002$
<i>Log Pearson</i>	$Cs \neq 0$
Log Normal	$Cs \approx 3Cv + Cv^2 = 0.3$

Sumber: Harto, 1993 dalam Ttriatmodjo, 2015

2.4.4 Jenis Distribusi Hujan

Penentuan jenis distribusi frekuensi diperlukan untuk mengetahui suatu rangkaian data yang cocok untuk suatu sebaran tertentu. Berikut jenis distribusi frekuensi untuk mengolah data hujan.

1. Distribusi Normal

Rumus yang digunakan :

$$X = \bar{X} + k \times S \quad (2.9)$$

di mana,

- X : perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan besar peluang tertentu atau pada periode ulang tertentu
- \bar{X} : curah hujan maksimum rata-rata per tahun (mm)
- S : deviasi standar nilai variat
- k : faktor frekuensi, merupakan fungsi dari pada peluang atau periode ulang dan tipe model matematik dari distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

Untuk memudahkan dalam perhitungan maka nilai k dalam rumus umumnya tidak dibaca dari tabel luas di bawah kurva normal, akan tetapi disusun tabel yang disebut dengan tabel nilai variabel reduksi Gauss (variabel reduced Gauss). Dari tabel tersebut dapat diketahui dengan lebih mudah hubungan antara T (periode ulang), P (peluang) dan k (variabel reduksi Gauss). (Soewarno,1995)

Tabel 2.2 Nilai Variabel Reduksi Gauss

Periode Ulang T (tahun)	Peluang	k
1,001	0,999	-3,05
1,005	0,995	-2,58
1,010	0,990	-2,33
1,050	0,950	-1,64
1,110	0,900	-1,28
1,250	0,800	-0,84
1,330	0,750	-0,67
1,430	0,700	-0,52
1,670	0,600	-0,25
2,000	0,500	0
2,500	0,400	0,25
3,330	0,300	0,52
4,000	0,250	0,67
5,000	0,200	0,84
10,000	0,100	1,28
20,000	0,050	1,64
50,000	0,020	2,05
100,000	0,010	2,33
200,000	0,005	2,58
500,000	0,002	2,88
1000,000	0,001	3,09

Sumber: *Bonnier, 1980 dalam Soewarno, 1995*

2. Distribusi Gumbel Tipe I

Distribusi Tipe I gumbel atau disebut juga dengan distribusi ekstrem tipe I (*extreme type I distribution*) umumnya digunakan untuk analisis data maksimum. Persamaan garis lurus model

Matematik Distribusi Gumbel tipe I yang ditentukan dengan menggunakan metode momen.

Rumus yang digunakan :

$$Y = a \times (X - X_0) \quad (2.10)$$

$$a = \frac{1,283}{\sigma} \quad (2.11)$$

$$X_0 = \mu - \frac{0,577}{a}, \text{ atau}$$

$$X_0 = \mu - 0,455\sigma \quad (2.12)$$

di mana,

μ : nilai rata-rata

σ : deviasi standar

Distribusi tipe 1 Gumbel, mempunyai koefisien kemencengan (*coefficient of skewness*) $C_s = 1,139$. Nilai Y, faktor reduksi Gumbel merupakan fungsi dari besarnya peluang atau periode seperti ditunjukkan pada tabel 2.3.

Tabel 2.3 Nilai Variabel Reduksi Gumbel

Periode Ulang T (tahun)	Peluang	Y
1,001	0,001	-1,930
1,005	0,005	-1,670
1,010	0,01	-1,530
1,050	0,05	-1,097
1,110	0,1	-0,834
1,250	0,2	-0,476
1,330	0,25	-0,326
1,430	0,30	-0,185
1,670	0,40	0,087
2,000	0,50	0,366
2,500	0,60	0,671
3,330	0,70	1,030
4,000	0,75	1,240
5,000	0,80	1,510
10,000	0,90	2,250
20,000	0,95	2,970
50,000	0,98	3,900
100,000	0,99	4,600
200,000	0,995	5,290
500,000	0,998	6,210
1000,000	0,999	6,900

Sumber: *Bonnier, 1980 dalam Soewarno, 1995*

Perhitungan persamaan garis lurus untuk distribusi Gumbel, menggunakan metode momen paling sering digunakan karena lebih sederhana dan kurang menyimpang. Persamaan garis lurus untuk distribusi frekuensi tipe I Gumbel dapat juga menggunakan persamaan distribusi frekuensi empiris sebagai berikut :

$$X_t = \bar{X} + \frac{S}{S_n} \times (Y - Y_n) \quad (2.13)$$

di mana,

X_t : perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang (T) (Tahun)

\bar{X} : curah hujan maksimum rata-rata

Y : nilai reduksi variat dari variabel yang di harapkan terjadi pada periode ulang tertentu (hubungan antara periode ulang T dengan Y dapat dilihat di tabel, atau dapat dihitung dengan rumus:

$$Y = -\ln \left[-\ln \frac{T-1}{T} \right] \quad (2.14)$$

Y_n : perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang (T) (Tahun)

S_n : deviasi standar dari reduksi variat (*standard deviation of the reduced variate*), nilainya tergantung dari jumlah data (n), dapat dilihat pada tabel 2.4

Tabel 2.4 Nilai Y_n Dan σ_n Fungsi Jumlah Data

n	y_n	σ_n	n	y_n	σ_n	n	y_n	σ_n
8	0,4843	0,9043	39	0,5430	1,1388	70	0,5548	1,1854
9	0,4902	0,9288	40	0,5436	1,1413	71	0,5550	1,1863
10	0,4952	0,9497	41	0,5442	1,1436	72	0,5552	1,1873
11	0,4996	0,9676	42	0,5448	1,1458	73	0,5555	1,1881
12	0,5053	0,9833	43	0,5453	1,1480	74	0,5557	1,1890
13	0,5070	0,9972	44	0,5258	1,1490	75	0,5559	1,1898
14	0,5100	1,0098	45	0,5463	1,1518	76	0,5561	1,1906
15	0,5128	1,0206	46	0,5468	1,1538	77	0,5563	1,1915
16	0,5157	1,0316	47	0,5473	1,1557	78	0,5565	1,1923
17	0,5181	1,0411	48	0,5474	1,1574	79	0,5567	1,1930
18	0,5202	1,0493	49	0,5481	1,1590	80	0,5569	1,1938
19	0,5220	1,0566	50	0,5485	1,1607	81	0,5570	1,1945
20	0,5235	1,0629	51	0,5489	1,1623	82	0,5572	1,1953
21	0,5252	1,0696	52	0,5493	1,1638	83	0,5574	1,1959
22	0,5268	1,0754	53	0,5497	1,1653	84	0,5576	1,1967
23	0,5283	1,0811	54	0,5501	1,1667	85	0,5578	1,1973
24	0,5296	1,0864	55	0,5504	1,1681	86	0,5580	1,1980
25	0,5309	1,0914	56	0,5508	1,1696	87	0,5581	1,1987
26	0,5320	1,0961	57	0,5511	1,1708	88	0,5583	1,1994
27	0,5332	1,1004	58	0,5515	1,1721	89	0,5585	1,2001
28	0,5343	1,1047	59	0,5518	1,1734	90	0,5586	1,2007
29	0,5353	1,1086	60	0,5521	1,1747	91	0,5587	1,2013
30	0,5362	1,1124	61	0,5524	1,1759	92	0,5589	1,2020
31	0,5371	1,1159	62	0,5527	1,1770	93	0,5591	1,2026
32	0,5380	1,1193	63	0,5530	1,1782	94	0,5592	1,2032
33	0,5403	1,1226	64	0,5533	1,1793	95	0,5593	1,2038
34	0,5410	1,1255	65	0,5535	1,1803	96	0,5595	1,2044
35	0,5418	1,1285	66	0,5538	1,1814	97	0,5596	1,2049
36	0,5424	1,1313	67	0,5540	1,1824	98	0,5598	1,2055
37	0,5388	1,1339	68	0,5543	1,1834	99	0,5599	1,2060
38	0,5396	1,1363	69	0,5545	1,1844	100	0,5600	1,2065

Sumber: *Triatmodjo, 2015*

3. Distribusi Log-Pearson Tipe III

Distribusi log-Pearson tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum dan minimum dengan nilai ekstrem.

$$Y_t = \bar{Y} + k \cdot S \quad (2.15)$$

di mana,

Y_t : nilai logaritmik dari x dengan periode ulang T

\bar{Y} : nilai rata-rata dari Y_i

S : standar deviasi dari Y_i

K : faktor frekuensi, yang merupakan fungsi dari probabilitas (atau periode ulang) dan koefisien kemencengan C_s yang terdapat pada tabel 2.5

Penggunaan metode log-Pearson III dilakukan dengan menggunakan langkah-langkah berikut ini.

- 1) Data hujan maksimum tahunan disusun dalam tabel,
- 2) Hitung nilai logaritma dari data curah hujan tersebut dengan transformasi,

$$Y_i = \log x \quad (2.16)$$

- 3) Hitung nilai rata-rata y_i ,

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n} \quad (2.17)$$

n = jumlah data

- 4) Hitung standar deviasi dari $\log X$,

$$\overline{\log x} = \sqrt{\frac{\sum(\log X - \overline{\log X})^2}{n-1}} \quad (2.18)$$

5) Koefisien kemencengan Cs dari nilai logaritma yi.

$$Cs = \frac{n \sum(\log X - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)(S \log X)^3} \quad (2.19)$$

Sehingga persamaan dapat ditulis

$$\log X = \overline{\log X} + k(S \log X) \quad (2.20)$$

Tabel 2.5 Nilai k Distribusi Pearson Tipe III dan Log Pearson Tipe III

Koef Kemen cengan (CS)	Interval kejadian (<i>Recurrence Interval</i> , tahun (periode ulang)						
	2	5	10	25	50	100	200
	Presentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)						
	50	20	10	4	2	1	0.5
3.0	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970
2.9	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.909
2.8	-0.384	0.460	1.210	2.275	3.114	3.973	4.847
2.7	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.093	3.932	4.783
2.6	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718
2.5	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652
2.4	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584
2.3	-0.341	0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515
2.2	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444
2.1	-0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298
1.9	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147
1.7	-0.268	0.660	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990
1.5	-0.240	0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.910

Tabel 2.5 Nilai k Distribusi Pearson Tipe III dan Log Pearson Tipe III
(Lanjutan)

Koef Kemen cengan (CS)	Interval kejadian (<i>Recurrence Interval</i> , tahun (periode ulang)						
	2	5	10	25	50	100	200
	Presentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)						
	50	20	10	4	2	1	0.5
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828
1.3	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661
1.1	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670
0.0	0	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576
-0.1	0.017	0.846	1.270	1.716	2.000	2.252	2.482
-0.2	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388
-0.3	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201
-0.5	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108
-0.6	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749
-1.0	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664
-1.1	0.180	0.848	1.107	1.324	1.435	1.518	1.581
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501

Tabel 2.5 Nilai k Distribusi Pearson Tipe III dan Log Pearson Tipe III
(Lanjutan)

Koef Kemen cengan (CS)	Interval kejadian (<i>Recurrence Interval</i> , tahun (periode ulang)						
	2	5	10	25	50	100	200
	Presentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)						
	50	20	10	4	2	1	0.5
-1.3	0.210	0.838	1.064	1.240	1.324	1.383	1.424
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351
-1.5	0.240	0.825	1.018	1.157	1.217	1.256	1.282
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216
-1.7	0.268	0.808	0.970	1.075	1.116	1.140	1.155
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097
-1.9	0.294	0.788	0.920	0.996	1.023	1.037	1.044
-2.0	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.995
-2.1	0.319	0.765	0.869	0.923	0.939	0.946	0.949
-2.2	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907
-2.3	0.341	0.739	0.819	0.855	0.864	0.867	0.869
-2.4	0.351	0.725	0.795	0.823	0.830	0.832	0.833
-2.5	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800
-2.6	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769
-2.7	0.376	0.681	0.724	0.738	0.740	0.740	0.741
-2.8	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714	0.714
-2.9	0.390	0.651	0.681	0.683	0.689	0.690	0.690
-3.0	0.396	0.636	0.666	0.666	0.667	0.667	0.667

Sumber: *Triatmodjo, 2015*

Dalam perhitungan analisis distribusi hujan ditentukan Periode Ulang Hujannya. Periode ulang hujan adalah periode (dalam tahun) dimana suatu hujan dengan tinggi intensitas yang sama kemungkinan dapat terulang kembali kejadian dalam periode waktu tertentu, misalnya 2, 5, 10, 25 tahun sekali.

Penetapan periode ulang hujan ini dipakai untuk menentukan besarnya kapasitas saluran air terhadap limpasan air hujan. Penetapan Periode Ulang Hujan (PUH) dipakai untuk menentukan besarnya kapasitas (kemampuan) suatu bangunan air. Penentuan pemakaian PUH yang dianjurkan dapat dilihat pada tabel 2.6.

Tabel 2.6 PUH untuk perancangan Drainase Kota dan Bangunan yang dianjurkan

No	Distribusi	PUH (tahun)
1.	Saluran Mikro pada daerah :	
	- Lahan rumah, taman, kebun, perkuburan lahan tak terbangun.	2
	- Komersial dan perkantoran	5
	- Perindustrian Ringan	5
	Menengah	10
	Berat	25
	Super berat/poteksi negara	50
2.	Saluran Tersier	
	- Risiko Kecil	2
	- Risiko Besar	5
3.	Saluran Sekunder	
	- Tanpa Risiko	2
	- Risiko Kecil	5
	- Risiko Besar	10
4.	Saluran Primer (Induk)	
	- Tanpa Risiko	5
	- Risiko Kecil	10
	- Risiko Besar	25
	Atau	
	- Luas CA (25-50) ha	5
	- Luas CA (50-100) ha	5-10

Tabel 2.6 PUH untuk perancangan Drainase Kota dan Bangunan yang dianjurkan (Lanjutan)

No	Distribusi	PUH (tahun)
	- Luas CA (100-1300) ha	10-25
	- Luas CA (1300-6500) ha	25-50
5.	Pengendali banjir makro	100
6.	Saluran tepian	
	- Jalan Raya biasa	5-10
	- Jalan Raya By Pass	10-25
	Free Ways	25-50

Sumber: *Masduki, dalam Firdaus; 2013*

2.4.5 Pengujian Distribusi Data Hujan

Pengujian kesesuaian dengan sebaran adalah untuk menguji apakah sebaran yang dipilih dalam pembuatan kurva cocok dengan sebaran empirisnya.

1. Uji Sebaran Chi Kuadrat

Uji Chi Kuadrat menggunakan nilai Chi-Kuadrat yang dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Chi - Kuadrat} = \sum_{t=1}^N \frac{(Of-Ef)^2}{Ef} \quad (2.21)$$

di mana,

Ef : banyaknya frekuensi yang diharapkan

Of : frekuensi yang terbaca pada kelas i

n : jumlah data

Prosedur perhitungan Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut:

- 1) Urutkan data pengamatan dari besar ke kecil,
- 2) Hitunglah jumlah kelas yang ada (K) = $1 + 3,322 \log n$. Dalam pembagian kelas disarankan agar setiap kelas terdapat minimal tiga buah pengamatan,
- 3) Hitung nilai $E_i = \left[\frac{\sum n}{\sum K} \right]$,
- 4) Hitunglah banyaknya O_f untuk masing-masing kelas,
- 5) Hitung nilai Chi-Kuadrat untuk setiap kelas kemudian hitung nilai total Chi-Kuadrat dari tabel untuk derajat nyata tertentu yang sering diambil sebesar 5% dengan parameter derajat kebebasan,

Rumus derajat kebebasan adalah:

$$DK = K - (R + 1) \quad (2.22)$$

di mana,

DK : derajat kebebasan

K : kelas

R : banyaknya keterikatan (biasanya diambil $R=2$ untuk distribusi normal dan binomial dan $R=1$ untuk distribusi *Poisson* dan *Gumbel*).

2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov, sering juga disebut kecocokan (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Prosedur perhitungan Smirnov-Kolmogorov adalah :

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

$$X_1 \quad P(X_1)$$

$$X_2 \quad P(X_2)$$

$$X_m \quad P(X_m)$$

$$X_n \quad P(X_n)$$

- 2) Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distriibusinya),

$$X_1 \quad P'(X_1)$$

$$X_2 \quad P'(X_2)$$

$$X_m \quad P'(X_m)$$

$$X_n \quad P'(X_n)$$

- 3) Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis,

$$D_{\text{maksimum}} = [P(X_m) - P'(X_m)] \quad (2.23)$$

- 4) Berdasarkan tabel nilai kritis (Smirnov-Kolmogorov test) tentukan harga D_0 .

Apabila D lebih kecil dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima,

apabila D_{maks} lebih besar dari D_o maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

2.4.6 Penentuan Hujan Rencana

Dalam analisis hujan-aliran untuk memperkirakan debit rencana diperlukan hujan rencana. Perencanaan bangunan air atau evaluasi kapasitas bangunan air didasarkan pada debit rencana yang diperoleh dari analisis hujan rencana dengan periode ulang tertentu. Pencatatan hujan biasanya dalam bentuk data hujan harian, jam-jaman atau menitan. Pencatatan dilakukan dengan interval waktu pendek supaya selama terjadinya hujan dapat diketahui. Dalam analisa debit rencana dengan masukan data hujan rencana dengan periode ulang tertentu diperoleh dari analisa frekuensi, biasanya parameter hujan seperti durasi dan pola distribusi yang tidak diketahui. Padahal parameter tersebut sangat diperlukan. Metode hujan rencana Mononobe dapat digunakan untuk menentukan hujan rencana seperti berikut.

Rumus Intensitas hujan Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.24)$$

Dengan,

I : intensitas hujan (mm/jam).

T : lamanya curah hujan (menit) atau (jam).

R_{24} : curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm).

Dalam rumus intensitas hujan Mononobe terdapat lamanya curah hujan (T) dalam menit atau jam. Lamanya curah hujan dapat menggunakan rumus waktu konsentrasi untuk mencari intensitas hujan yang terjadi pada saluran eksisting drainase. Rumus Intensitas hujan Mononobe digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan setiap waktu berdasarkan data curah hujan harian.

2.4.7 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh pada suatu daerah pengaliran sampai ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir setelah tanah menjadi jenuh dan depresi-depresi kecil terpenuhi. Salah satu metode memperkirakan waktu konsentrasi adalah rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1940) dapat ditulis sebagai berikut

Kirpich (1940) Formula

$$t_c = 0,0195 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,77} \quad (2.25)$$

di mana ,

t_c : *time of concentration* (waktu konsentrasi) dalam jam, L adalah panjang saluran utama dari hulu sampai penguras dalam km, dan S adalah kemiringan rata-rata saluran utama dalam m.

Waktu konsentrasi dapat juga dihitung dengan membedakannya menjadi dua komponen, yaitu (1) waktu yang diperlukan air untuk mengalir di permukaan lahan sampai saluran terdekat (t_0) dan (2) waktu perjalanan dari pertama masuk saluran sampai titik keluaran (t_f), sehingga

$$t_c = t_0 + t_f \quad (2.26)$$

di mana,

$$t_0 = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right] \text{ menit} \quad (2.27)$$

dan

$$t_f = \frac{L_s}{60 \cdot v} \text{ menit} \quad (2.28)$$

di mana,

n : koefisien kekasaran manning

S : Kemiringan Lahan

L : panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m)

L_s : panjang lintasan aliran didalam saluran/sungai (m)

v : kecepatan aliran didalam saluran (m/detik)

2.4.8 Koefisien Penyebaran Hujan (β) dan Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien penyebaran hujan merupakan koefisien untuk mengoreksi pengaruh penyebarab hujan yang tidak merata pada suatu daerah pengaliran (*catchment area*). Koefisien ini tergantung dari kondisi *catchment area*

Tabel 2.7 Koefisien Penyebaran Hujan

Luas Catchment Area (Km ²)	Koefisien β
0 – 4	1
5	0,995
10	0,980
15	0,955
20	0,920
25	0,875
30	0,820
50	0,500

Koefisien pengaliran adalah perbandingan besarnya aliran permukaan (bagian hujan yang membentuk limpasan) dengan hujan total.

Limpasan permukaan = Hujan Total – Kehilangan Air →

$$Q = Q_1 - Q_2$$

$$\text{Koefisien Pengaliran (C)} = \frac{Q}{Q_1}$$

Koefisien pengaliran tidak bervariasi dengan lamanya hujan, tetapi dipengaruhi oleh jenis tanah, kemiringan permukaan tanah, tata guna tanah, dan intensitas hujan. Berikut tabel 2.8 koefisien pengaliran

Tabel 2.8 Tabel Koefisien Pengaliran (C)

Tipe daerah aliran	C
Rerumputan	
Tanah pasir, datar, 2%	0,50-0,10
Tanah pasir, sedang, 2-7%	0,10-0,15

Tabel 2.8 Tabel Koefisien Pengaliran (C) (lanjutan)

Tipe daerah aliran	C
Tanah pasir, curam, 7%	0,15-0,20
Tanah gemuk, datar, 2%	0,13-0,17
Tanah gemuk, sedang, 2-7%	0,18-0,22
Tanah gemuk, curam, 7%	0,25-0,35
Perdagangan	
Daerah kota lama	0,75-0,95
Daerah pinggiran	0,50-0,70
Perumahan	
Daerah single family	0,30-0,50
Multi unit terpisah	0,40-0,60
Multi unit tertutup	0,60-0,75
Suburban	0,25-0,40
Daerah apartemen	0,50-0,70
Industri	
Daerah ringan	0,50-0,80
Daerah berat	0,60-0,90
Taman, kuburan	0,10-0,25
Tempat bermain	0,20-0,35
Halaman kereta api	0,20-0,40
Daerah tidak dikerjakan	0,10-0,30
Jalan	
Beraspal	0,70-0,95
Beton	0,80-0,95
Batu	0,70-0,85
Atap	0,75-0,95

Sumber: *Triatmodjo, 2015*

Kondisi tata guna lahan yang sebenarnya di lapangan sangatlah bervariasi, sehingga untuk menentukan koefisien pengaliran adalah koefisien pengaliran rata – rata atau koefisien pengaliran komposit kawasan. Perhitungan koefisien rata – rata \bar{C} :

$$\bar{C} = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A} = \frac{C_1 A_1 + C_2 A_2 + \dots + C_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (2.29)$$

di mana,

\bar{C} : koefisien pengaliran rata – rata

C_i : koefisien pengaliran bagian

A_i : luas bagian

2.4.9 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana digunakan untuk mengingat adanya hubungan antara hujan dan aliran drainase yang dimana besarnya aliran ditentukan dari besarnya hujan, intensitas hujan, luas daerah, lama waktu hujan dan ciri-ciri daerah alirannya. Debit rencana untuk daerah perkotaan pada umumnya direncanakan untuk pembuangan air secepatnya, agar mencegah terjadinya genangan air yang dapat mengganggu aktivitas, sehingga pengecekan debit rencana dibutuhkan dalam analisis kapasitas saluran drainase Perumahan Tambak Rejo Indah Desa Tambak Rejo Kecamatan Waru Kabupaten Sidoarjo. Metode perhitungan untuk menentukan banjir rencana yaitu Metode Debit Rasional.

$$Q = \frac{1}{3,60} \beta \bar{C} I_t A \quad (2.30)$$

Dengan,

Q : debit rencana (m^3/det)

β : koefisien penyebaran hujan

C : koefisien pengaliran (*run-off coefficient*)

I_t : Intensitas Hujan

A : luas daerah pengaliran (km^2)

2.5 Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika bertujuan untuk evaluasi kapasitas tampungan saluran dengan periode tertentu, sedangkan kondisi di lapangan adalah didasarkan pengamatan secara langsung di lapangan untuk mengetahui saluran yang ada mampu atau tidak untuk mengalirkan debit curah hujan dengan periode ulang tertentu..

2.5.1 Kecepatan Aliran Air

Kecepatan aliran air pada saluran, ditentukan berdasarkan :

- 1) Tabel kemiringan saluran versus kecepatan aliran.

Tabel 2.9 Tabel Kemiringan Saluran Versus Kecepatan Aliran

Kemiringan Saluran (%)	Kecepatan rata-rata (v) (m/dt)
<1	0,40
1-<2	0,60
2-<4	0,90
4-<6	1,20
6-<10	1,50
10-<15	2,40

Sumber: *Hasmar, 2012*

2) Berdasarkan Rumus Teoritis

Beberapa rumus teoritis digunakan untuk menghitung kecepatan aliran pada saluran terbuka sebagai berikut:

$$\text{Manning} \rightarrow v = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (2.31)$$

$$\text{Strickler} \rightarrow v = k \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (2.32)$$

$$\text{Chezy} \rightarrow v = C\sqrt{RI} \quad (2.33)$$

$$\rightarrow v = \frac{1}{n} \times R^{1/6} \quad (2.34)$$

di mana,

v : kecepatan aliran di saluran (m/detik)

n : koefisien kekasaran dinding, tergantung jenis, bahan, saluran

R : radius hidrolik (A/P)

i : kemiringan saluran

k : koefisien *Strickler*

C : koefisien *Chezy*

Tabel 2.10 Tabel Kecepatan Aliran Yang Di izinkan Saluran

Jenis bahan	Kecepatan Aliran Ijin (m/dt)
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,50
Lanau/alluvial	0,60
Kerikil halus	0,75
Lempung keras/kokoh	0,75

Tabel 2.10 Tabel Kecepatan Aliran Yang Di izinkan Saluran (lanjutan)

Jenis bahan	Kecepatan Aliran Ijin (m/dt)
Lempung padat	1,10
Kerikil kasar	1,20
Batu-batu besar	1,50
Beton-beton bertulang	1,50

Sumber: *Hasmar, 2012:21*

Kecepatan aliran rata – rata (v) untuk saluran drainase harus memenuhi batas – batas nilai tertentu, yakni diantara batas kecepatan aliran maksimum dan minimum, disesuaikan dengan bahan saluran (nilai c , n , atau k) dan angkutan sedimennya. Bila kecepatan aliran dibawah batas kecepatan minimum, maka pada saluran akan terjadi pengendapan dan pendangkalan oleh sedimen, tumbuhnya tanaman – tanaman pengganggu (rumput – rumput liar) di dasar saluran, sehingga mengganggu fungsi saluran. Sebaliknya, bila kecepatan aliran diatas batas kecepatan maksimum, akan terjadi erosi (penggerusan) pada dinding dan dasar saluran.

2.5.2 Kekasaran Dinding Saluran

Bahan saluran (dinding dan dasar) untuk saluran drainase pada umumnya direncanakan dengan atau tanpa perkuatan/perkerasaan. Misalnya: saluran dari tanah, saluran diberi perkuatan/diplengseng, saluran dari bahan beton, pasangan batu, kayu, kaca, dll. Masing – masing bahan saluran mempunyai

nilai kekasaran yang berbeda, misalnya bahan beton tidak sama dengan kekerasan dari bahan batu, bahan tanah, dll. Nilai kekasaran tersebut ditetapkan oleh Manning, Chezy, Strickler, dll. Sehingga untuk keperluan perhitungan evaluasi atau perencanaan ditetapkan salah satu dari ketentuan diatas, misalnya koefisien kekasaran Manning (n) yang terdapat pada tabel 2.11.

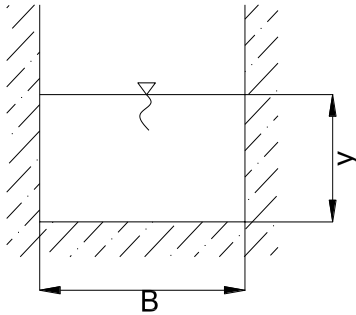
Tabel 2.11 Tabel Koefisien Kekasaran Manning

No	Bahan Saluran	n
1.	Pasangan batu bata dipleser halus	0,01-0,015
2.	Pasangan batu bata tidak dipleser	0,012-0,018
3.	Pasangan batu kali dihaluskan	0,017-0,03
4.	Pasangan batu kali tidak dihaluskan	0,023-0,035
5.	Beton dihaluskan (<i>finished</i>)	0,011-0,015
6.	Beton cetak tidak dihaluskan (<i>unfinished</i>)	0,014-0,02
7.	Beton pada galian beton yang rapi	0,017-0,02
8.	Beton pada galian beton yang tidak dirapikan	0,022-0,027
9.	Tanah galian yang rapi	0,016-0,02
10.	Tanah galian berbatu yang dirapikan	0,022-0,03
11.	Tanah galian berbatu yang sedikit ditumbuhi rumput	0,022-0,033
12.	Galian pada batuan keras	0,025-0,04

Sumber: Chow, Ven Te:1999

2.5.3 Analisis Dimensi Saluran

1) Penampang Segi Empat



Gambar 2.4 Penampang Persegi Empat

di mana,

b : lebar dasar saluran

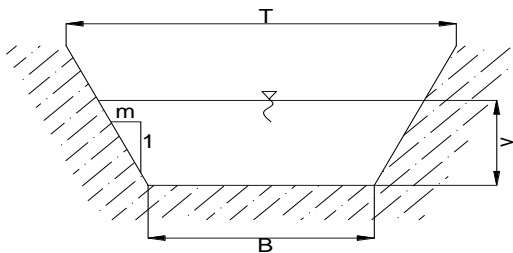
y : tinggi aliran

m : 0

A : luas basah $\rightarrow A = (b + m \cdot y)y = b \cdot y$

P : keliling basah $\rightarrow P = b + 2 \cdot y \cdot \sqrt{m^2 + 1} = b + 2y$

2) Penampang Trapesium



Gambar 2.5 Penampang Trapesium

di mana,

b : lebar dasar saluran

y : tinggi aliran

m : miring dinding saluran (talud), dinyatakan dalam
1:m (m = 0, ½, 1, 1 ½, 2)

A : luas basah $\rightarrow A = (b + m \cdot y)y$

P : keliling basah $\rightarrow P = b + 2 \cdot y \cdot \sqrt{m^2 + 1}$

T : lebar puncak

2.5.4 Debit Kapasitas Saluran

Setelah menghitung kecepatan aliran pada saluran drainase yang disesuaikan dengan penampang yang sudah dihitung luas basah dan keliling basah, selanjutnya dihitung debit kapasitas saluran, pengecekan saluran apakah mampu menampung debit dengan curah hujan rencana dengan periode tertentu.

$$Q = A \times v \quad (2.35)$$

Dengan,

Q : Debit kapasitas saluran (m^3/dt)

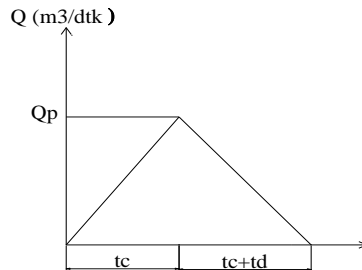
A : Luas penampang saluran (m^2)

v : Kecepatan aliran dalam saluran (m/dt)

2.5 Analisis Kolam Tampung

Volume yang didapat dialirkan ke kolam tampung sedangkan untuk analisis kolam tampung perhitungannya menggunakan cara hidrograf rasional.

1. Untuk $T_c = T_d$

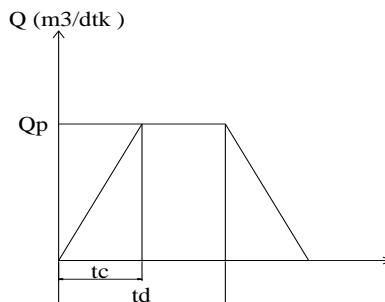


Sumber: *DPU Dirjen Cipta Karya, 2012*

Gambar 2.6 Hidrograf Rasional Kolam Tampung $T_d = T_c$

Untuk volume limpasan nilainya sama dengan luasan segitiga.

2. Untuk $T_d > T_c$



Sumber: *DPU Dirjen Cipta Karya, 2012*

Gambar 2.7 Hidrograf Rasional Kolam Tampung $T_d > T_c$

Dimana:

Q : debit (m^3 / dt)

Tc : waktu konsentrasi

Td : asumsi lama hujan (lama air ditampung dalam kolam)

Qp : laju aliran (debit puncak) (m^3 / dt)

BAB III

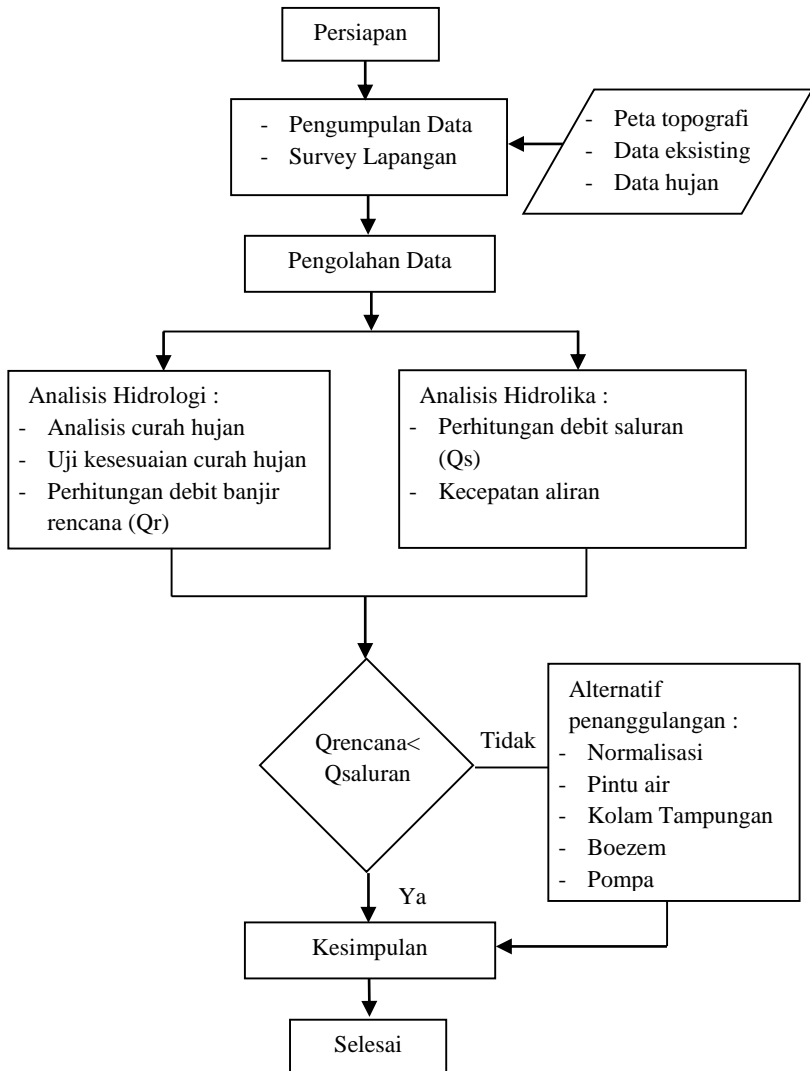
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahap Persiapan

Penanganan genangan yang terdapat di Perumahan Tambak Rejo Indah waru, perlu di perhatikan pada sistem drainase nya dan perlu dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu kegiatan persiapan data yang berhubungan dengan penanganan genangan. Untuk mengatur pelaksanaan analisis perlu adanya metodologi yang baik dan benar, karena metodologi merupakan acuan untuk menentukan langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam analisis. Dalam penulisan ini diperlukan penyusunan hal-hal yang akan dilakukan. Salah satunya dengan melakukan tahap-tahap sebagai berikut.

1. Menentukan kebutuhan data;
2. Studi pustaka terhadap landasan teori yang berkaitan dengan penanganan permasalahan tersebut;
3. Menentukan instansi-instansi terkait yang dapat dijadikan narasumber data;
4. Survey lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi wilayah

Dari tahap-tahap yang disebutkan di atas, diketahui langkah-langkah penyelesaian pekerjaan secara berurutan dan teratur agar didapatkan hasil yang optimal. Langkah-langkah pengerjaan Tugas Akhir ditunjukkan pada diagram alir Bagan



Bagan 3.1 Alur Penyelesaian Tugas Akhir

3.2 Metodologi Pengumpulan Data

Setelah melaksanakan tahap persiapan maka, selanjutnya adalah dengan mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan analisis kapasitas saluran sistem drainase di Perumahan Tambak Rejo Indah, Kelurahan Tambak Rejo, Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo. Metode pengambilan data yang dilakukan dengan cara melakukan pengamatan lapangan atau survey dan juga menghubungi instansi-instansi yang terkait. Menurut cara mendapatkan data yang digunakan terbagi menjadi 2 macam, yaitu:

1. Data Primer

Data yang diperoleh dengan cara mengadakan peninjauan atau survei langsung ke lapangan. Peninjauan langsung di lapangan dilakukan dengan beberapa pengamatan yang mencakup hal sebagai berikut :

- Kondisi saluran drainase Perumahan Tambak Rejo Indah;
- Kondisi topografi lapangan
- Melakukan pengukuran untuk mengetahui dimensi kondisi saluran eksisting;
- Mengetahui alur saluran

2. Data Sekunder

Data yang di peroleh dari instansi-instansi yang terkait dengan analisis kapasitas saluran drainase untuk penanganan

genangan di Perumahan Tambak Rejo Indah, termasuk data hidrologi, topografi, dan lain-lain.

3.3 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan proses pengumpulan data yang diperoleh baik data primer maupun data sekunder. Setelah itu data di akumulasi dan dilanjutkan dengan pengelompokan berdasarkan jenis data, kemudian dilanjutkan dengan analisis. Berikut langkah-langkah pengumpulan data :

a. Peninjauan Lapangan

Data-data yang di dapat antara lain :

1. Dimensi dan kondisi saluran eksisting perumahan Tambakrejo Indah;

b. Pengumpulan data teknis

Data-data yang di dapat antara lain :

1. Site Plan Perumahan Tambak Rejo Indah;
2. Data hujan 10 tahun terakhir
3. Peta topografi

c. Literatur

Data yang didapat berupa hasil studi pustaka dan karya terdahulu yang terkait dengan analisis kapasitas saluran.

3.3.1 Ketersediaan Data

Berikut tabel ketersediaan data-data yang dibutuhkan untuk perhitungan evaluasi saluran drainase Perumahan Tambak Rejo Indah .

Tabel 3.1 Ketersediaan Data

No	Data	Sudah/ Belum	Keterangan
1	Curah Hujan	Sudah	Stasiun Juanda
2	Tinggi Genangan	Sudah	Survey Lapangan
3	Tata Guna Lahan	-	-
4	Catchment Area	Sudah	Google Earth
5	Data Saluran Eksisting	Sudah	Survei Lapangan
7	Peta Sistem Saluran	Sudah	Survey Lapangan

3.4 Analisis Data

Sesudah mengumpulkan data primer dan sekunder lalu dilakukan tahapan menganalisis data dengan rumus dan tinjauan pustaka yang terdapat pada Bab 2 Tinjauan Pustaka.

3.4.1 Analisis Hidrologi

Sebelum melakukan analisis hidrologi, terlebih dahulu menentukan stasiun hujan, data hujan, dan luas daerah tangkapan. Dalam analisis hidrolgi akan membahas langkah untuk menentukan debit banjir rencana. Langkah-langkah untuk menentukan debit banjir rencana adalah menghitung curah hujan

rencana, melakukan uji kesesuaian dan menghitung debit banjir rencana. Data hidrologi yang dipergunakan antara lain adalah :

1 Perhitungan curah hujan rencana

Metode perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan

- Metode Normal
- Metode Log Pearson Tipe III
- Metode Log Normal
- Metode Gumbel

2 Melakukan uji kecocokan distribusi curah hujan rencana,

3 Menghitung analisa hujan rencana

4 Perhitungan debit banjir rencana, meliputi perhitungan waktu konsentrasi dan perhitungan C gabungan. Metode yang digunakan untuk perhitungan debit banjir rencana adalah Rasional.

3.5.2 Analisis hidrolika

Setelah didapatkan debit banjir rencana yang sudah dihitung dalam analisis hidrologi, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis kapasitas saluran eksisting baik tersier maupun sekunder. Langkah-langkah dalam menganalisis kapasitas saluran eksisting yaitu dengan mencari luas dimensi saluran, mencari kecepatan aliran saluran, dan mencari debit saluran. Hasil dari debit saluran

akan dibandingkan dengan debit banjir rencana. Berikut adalah langkah-langkah analisis hidrolika, antara lain:

1. Melakukan perhitungan debit saluran
Untuk mendapatkan debit saluran eksisting, maka terlebih dahulu melakukan perhitungan terhadap:
 - Dimensi saluran untuk mendapatkan luasaan;
 - Kecepatan aliran dalam saluran tersebut.
2. Membandingkan debit saluran yang didapat dengan debit banjir rencana

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB IV

ANALISIS DATA

4.1 Tinjauan Umum

Data yang dibutuhkan untuk mengevaluasi penyebab genangan di Perumahan Tambak Rejo Indah diantaranya adalah site plan perumahan, data hujan harian selama 10 tahun, data eksisting long dan cross saluran tersier sampai primer, dan topografi. Data-data ini di dapat dari instansi terkait yaitu; Dinas Pengairan Provinsi Jawa Timur, Dinas Pengairan Kabupaten Sidoarjo, dan didapat dari hasil survei lapangan.

Analisis data meliputi :

- Analisis hidrologi
- Analisis hidrolika

4.2 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi diperlukan untuk mengetahui debit akibat hujan untuk mengevaluasi penyebab genangan di daerah layanan drainase Perumahan Tambak Rejo Indah. Untuk mendapatkan debit akibat hujan lokal tahap-tahap perhitungannya, adalah :

- Perhitungan curah hujan wilayah
- Menentukan distribusi curah hujan
- Menghitung intensitas curah hujan
- Menghitung debit hujan

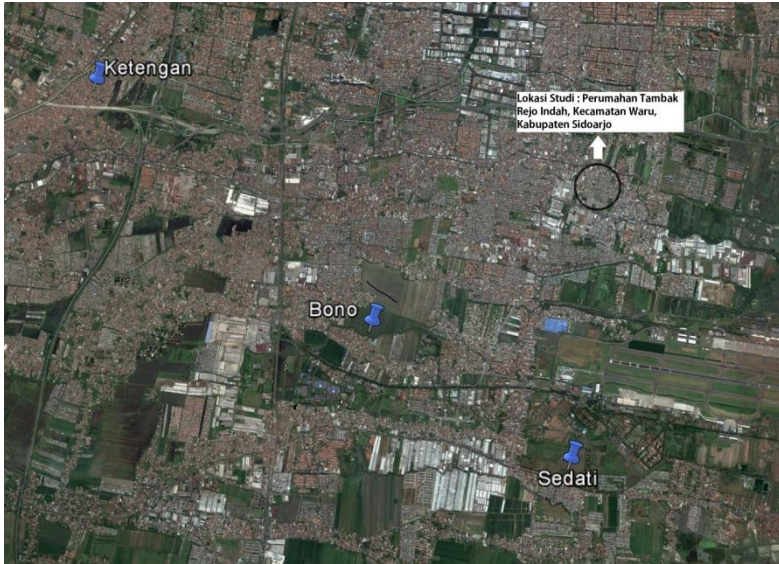
4.2.1 Perhitungan Curah Hujan Wilayah.

Terdapat tiga metode penentuan curah hujan wilayah, yaitu metode rerata Aritmatik Aljabar, metode Poligon Thiessen, dan metode Isohyet. Data yang dibutuhkan adalah peta stasiun hujan dan data hujan harian selama 10 tahun. Berikut data hujan yang dipakai dalam mengevaluasi daerah layanan drainase Perumahan Tambak Rejo Indah.

Tabel 4.1 Data Hujan Maksimum Rata-Rata 10 Tahun

TAHUN KE-	TAHUN	TANGGAL	STASIUN HUJAN		CH RATA- RATA MAKS PER TAHUN
			BONO CH (mm)	SEDATI CH (mm)	
1	2006	3-Feb	65	70	67.5
2	2007	3-Feb	30	72	51
3	2008	21-Mar	75	38	56.5
4	2009	25-Mei	75	80	77.5
5	2010	3-Des	170	98	134
6	2011	26-Mar	140	152	146
7	2012	27-Des	100	98	99
8	2013	6-Jun	80	73	76.5
9	2014	17-Jun	157	110	133.5
10	2015	19-Mar	100	95	97.5

Sumber: *hasil perhitungan*



Sumber : *Google Earth Pro*

Gambar 4.1 Lokasi Stasiun Hujan Terdekat Lokasi Studi

Pengambilan data stasiun hujan diambil dua stasiun terdekat lokasi studi, yaitu stasiun hujan Bono dengan koordinat garis lintang ($7^{\circ}22'26.52''S$) garis bujur ($112^{\circ}44'27.54''T$) dan stasiun hujan sedati dengan koordinat garis lintang ($7^{\circ}23'32.10''S$) garis bujur ($112^{\circ}46'2.88''T$). Lokasi stasiun hujan di lapangan pada gambar 4.1 terletak sejajar, maka perhitungan hujan rerata wilayah yang digunakan adalah metode hujan rerata aritmatik aljabar . Penggunaan metode hujan rerata aritmatik aljabar digunakan untuk daerah yang relatif datar dan curah hujan merata.

Pengambilan data hujan diambil rata-rata dari dua stasiun hujan maksimum tiap tahun, seperti yang terdapat pada tabel 4.1.

setelah memasukkan data hujan, dilakukan perhitungan hujan rerata wilayah dengan menggunakan metode Aritmatik Aljabar menggunakan persamaan 2.1 sebagai berikut.

$$\bar{R} = \frac{R_1+R_2+R_3+\dots+R_n}{n} \quad (2.1)$$

Dengan,

R rata-rata : curah hujan rerata kawasan

R_1, R_2, \dots, R_n : hujan di stasiun 1,2,3,...,n

n : jumlah stasiun

(Triatmmodjo,2015)

Contoh Perhitungan,

$$\bar{R}_{2006} = \frac{65+70}{2} = 67.5$$

Jadi, curah hujan rerata kawasan pada tahun 2006 sebesar 67.5 mm

Hasil perhitungan curah hujan rerata dengan menggunakan metode Aritmatik Aljabar ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Tabel perhitungan Curah Hujan Maksimum Rata-rata 10 Tahun

TAHUN KE-	TAHUN	TANGGAL	STASIUN HUJAN		CH RATA-RATA ALJABAR (mm)
			BONO CH (mm)	SEDATI CH (mm)	
1	2006	3-Feb	65	70	67.5
2	2007	3-Feb	30	72	51
3	2008	21-Mar	75	38	56.5
4	2009	25-Mei	75	80	77.5
5	2010	3-Des	170	98	134
6	2011	26-Mar	140	152	146
7	2012	27-Des	100	98	99
8	2013	6-Jun	80	73	76.5
9	2014	17-Jun	157	110	133.5
10	2015	19-Mar	100	95	97.5

Sumber: *hasil perhitungan*

4.2.2 Menentukan Distribusi Curah Hujan

A. Perhitungan Parameter Statistik

Perhitungan parameter statistik dilakukan sebelum perhitungan dispersi. Parameter statistik adalah

$$(X_i - \bar{X}), (X_i - \bar{X})^2, (X_i - \bar{X})^3, (X_i - \bar{X})^4$$

Dimana :

X_i : Besarnya curah hujan wilayah (mm)

\bar{X} : Rata-rata curah hujan wilayah (mm)

Hasil perhitungan parameter statistik ditunjukkan pada tabel 4.3 dan parameter statistik logaritma ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.3 Perhitungan Parameter Statistik Curah Hujan Wilayah

TAHUN	Curah Hujan (mm)	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
2006	67.5	-26.4	697.0	-18399.7	485753
2007	51.0	-42.9	1840.4	-78953.6	3387109
2008	56.5	-37.4	1398.8	-52313.6	1956530
2009	77.5	-16.4	269.0	-4410.9	72339
2010	134.0	40.1	1608.0	64481.2	2585696
2011	146.0	52.1	2714.4	141420.8	7368022
2012	99.0	5.1	26.0	132.7	677
2013	76.5	-17.4	302.8	-5268.0	91664
2014	133.5	39.6	1568.2	62099.1	2459126
2015	97.5	3.6	13.0	46.7	168
Jumlah	939.0	0.0	10437.4	108834.5	18407083
Rata-rata (\bar{X})	93.90				

Sumber: *hasil perhitungan*

Tabel 4.4 Perhitungan Parameter Statistik Logaritma Curah Hujan Wilayah

TAHUN	Curah Hujan (mm)	Log Xi	(LogXi- Log \bar{X})	(LogXi- Log \bar{X}) ²	(LogXi- Log \bar{X}) ³	(LogXi- Log \bar{X}) ⁴
2006	67.5	1.829	-0.11704	0.0137	-0.0016	0.0001877
2007	51.0	1.708	-0.23878	0.0570	-0.0136	0.0032506
2008	56.5	1.752	-0.19430	0.0378	-0.0073	0.0014252
2009	77.5	1.889	-0.05704	0.0033	-0.00019	0.0000106
2010	134.0	2.127	0.18076	0.0327	0.0059	0.0010676
2011	146.0	2.164	0.21801	0.0475	0.0104	0.0022588
2012	99.0	1.996	0.04929	0.0024	0.00012	0.0000059
2013	76.5	1.884	-0.06268	0.0039	-0.00025	0.0000154
2014	133.5	2.125	0.17913	0.0321	0.00575	0.0010297
2015	97.5	1.989	0.04266	0.0018	0.000078	0.0000033
Jumlah	939.00	19.463	0.000000	0.2322	-0.000771	0.0092548
Rata-rata (\bar{X})	93.90	1.946				

Sumber: *hasil perhitungan*

Setelah menghitung parameter statistik, yaitu dilakukan perhitungan dispersi.

Parameter statistik biasa:

- Simpangan baku (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{10437.4}{10 - 1}} = 34.055$$

- Koefisien variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{34.055}{93.90} = 0.363$$

- Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^3}{(n-1) \times (n-2) \times S^3} = \frac{10 \times 108834.5}{(10-1) \times (10-2) \times 34.055^3}$$

$$Cs = 0.3828$$

- Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \times \sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^4}{(n-1) \times (n-2) \times (n-3) \times S^4}$$

$$Ck = \frac{10^2 \times 18407083}{(10-1) \times (10-2) \times (10-3) \times 34.055^4}$$

$$Ck = 2.716$$

Parameter statistik logaritma:

- Simpangan baku (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log Xi - \log \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.2322}{10-1}} = 0.16$$

- Koefisien variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{0.16}{1.946} = 0.083$$

- Koefisien Skewness (Cs)

$$Cs = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (\log Xi - \log \bar{X})^3}{(n-1) \times (n-2) \times S^3}$$

$$C_s = \frac{10 \times -0.000771}{(10 - 1) \times (10 - 2) \times 0.16^3}$$

$$C_s = -0.0259$$

- Koefisien Kurtosis (Ck)

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

$$C_k = \frac{10^2 \times 0.00925479}{(10 - 1) \times (10 - 2) \times (10 - 3) \times 0.16^4}$$

$$C_k = 2.759$$

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Dispersi

	Normal		Logaritma
Cs =	0.3828	Cs =	-0.0259
Ck =	2.716	Ck =	2.759
Cv =	0.3628	Cv =	0.083

Sumber : *hasil perhitungan*

B. Analisis Jenis Sebaran

Dari perhitungan dispersi dapat menentukan jenis distribusi hujan yang sesuai dan dapat digunakan dengan membandingkan nilai Koefisien Skewness, Koefisien Variasi, dan Koefisien Kurtosis.

Tabel 4.6 Parameter Pemilihan Jenis Distribusi Sebaran Curah Hujan

No	Jenis Distribusi	Syarat	Hitungan	Keterangan
1	Distribusi Normal	$C_s = 0, C_k = 3$	$C_s = 0.3828,$ $C_k = 2.716$	-
2	Distribusi Log Normal	$C_s = 3C_v + C_v^3$	$C_s = -0.0285 \neq$ $0,00513$	-
3	Distribusi Gumbel Tipe 1	$C_s = 1,1396$	$C_s = 0.3828 \neq$ $1,1396$	-
		$C_k = 5,4002$	$C_k = 2.716 \neq$ $5,4002$	-
4	Distribusi Log Pearson Tipe III	$C_s \neq 0$	$C_s = -0.0259$	Dipilih

Dipilih distribusi log pearson karena nilai C_s memungkinkan, jika memakai gumbel tidak cocok karena nilai Koefisien Skewness dan Koefisien Kurtosis tidak mendekati nilai yang ditetapkan. Berikut perhitungan distribusi hujan Log Pearson Tipe III.

Tabel 4.7 Perhitungan Parameter Statistik Logaritma untuk menghitung distribusi curah hujan Log Pearson Tipe III

TAHUN	Curah Hujan (mm)	Log Xi	(LogXi-Log \bar{X})	(LogXi-Log \bar{X}) ²	(LogXi-Log \bar{X}) ³
2006	67.5	1.829	-0.11704	0.0137	-0.001603
2007	51.0	1.708	-0.23878	0.0570	-0.013614
2008	56.5	1.752	-0.19430	0.0378	-0.007335
2009	77.5	1.889	-0.05704	0.0033	-0.000186
2010	134.0	2.127	0.18076	0.0327	0.005906
2011	146.0	2.164	0.21801	0.0475	0.010361
2012	99.0	1.996	0.04929	0.0024	0.000120
2013	76.5	1.884	-0.06268	0.0039	-0.000246
2014	133.5	2.125	0.17913	0.0321	0.005748
2015	97.5	1.989	0.04266	0.0018	0.000078
Jumlah	939.00	19.463	0.000000	0.2322	-0.000771
Rata-rata (X)	93.90	1.946			

Sumber : hasil perhitungan

- $\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n} = \frac{19.463}{10} = 1.946$
- $S \log x = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \overline{\log X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.2322}{10-1}} = 0.161$
- $Cs = \frac{n \sum (\log X - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)(S \log X)^3} = \frac{10 \times -0.000771}{(10-1)(10-2)(0.161)^3}$
 $Cs = -0.02585$

Karena nilai Cs -0.02585 dan tidak terdapat di tabel 2.5 faktor frekuensi nilai k untuk distribusi log pearson tipe III, maka di hitung dengan cara interpolasi. Tabel 4.8 menunjukkan hasil

interpolasi $C_s = 0$ dengan $C_s = -0.1$ untuk menentukan faktor frekuensi.

Tabel 4.8 faktor frekuensi dengan $C_s -0.02585$ hasil perhitungan interpolasi

Periode Ulang	$C_s = -0.02585$
1.25	-0.840
2	0.004395
5	0.84303
10	1.2789
20	1.41527
25	1.48345

Sumber : hasil perhitungan

Faktor frekuensi tersebut digunakan dalam menghitung persamaan berikut:

$$\log X = \overline{\log X} + k(\overline{S \log X})$$

$\log X$: nilai logaritma dari x dengan periode ulang T

$\overline{\log X}$: nilai rata-rata $\log X_i$

$\overline{S \log X}$: standar deviasi log

k : faktor frekuensi, fungsi dari probabilitas (atau periode ulang) dan koefisien kemencengan (C_s) diberikan pada tabel 2.5 dan tabel 4.13.

- $\log X_2 = 1.946 + 0.004395 \cdot 0.161$
 $\log X_2 = 1.94705$
 $X_2 = 10^{1.94705} = 88.522$
- $\log X_5 = 1.946 + 0.84303 \cdot 0.161$

$$\log X_5 = 2.082$$

$$X_5 = 10^{2.0818} = 120.713$$

- $\log X_{10} = 1.946 + 1.2789 \cdot 0.161$

$$\log X_{10} = 2.1518$$

$$X_{10} = 10^{2.1518} = 141.828$$

- $\log X_{20} = 1.946 + 1.41527 \cdot 0.161$

$$\log X_{20} = 2.1737$$

$$X_{20} = 10^{2.1737} = 149.165$$

- $\log X_{25} = 1.946 + 1.4835 \cdot 0.161$

$$\log X_{25} = 2.1846$$

$$X_{25} = 10^{2.1846} = 141.828$$

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Besarnya Curah Hujan Dengan Periode Ulang Tertentu Metode Log Pearson Tipe III

No	Periode	Peluang	X
1	2	0.5	88.522214
2	5	0.2	120.71298
3	10	0.1	141.82806
4	20	0.05	149.16459
5	25	0.04	152.97397
6	50	0.02	187.93879

Sumber: *hasil perhitungan*

C. Pengujian kecocokan distribusi

Setelah menghitung distribusi data hujan, dilakukan pengujian kecocokan distribusi.

Uji Sebaran Chi Kuadrat (Chi Square Test)

Langkah-langkah perhitungan uji distribusi sebaran data curah hujan Chi Square Test

1. Hitung jumlah kelas (K)

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

(Soewarno, 1995)

Dimana : K = jumlah kelas

$$N = \text{jumlah data} = 10$$

Maka :

$$K = 1 + 3.322 \log n$$

$$K = 1 + 3.322 \log 10$$

$$K = 4,322 \approx 5$$

2. Hitung derajat kebebasan (DK)

$$DK = K - (R + 1)$$

(Soewarno, 1995)

Dimana : DK = Derajat Kebebasan

$$K = \text{jumlah kelas} = 5$$

$$R = \text{distribusi normal} = 2$$

Maka :

$$DK = 5 - (2 + 1)$$

$$DK = 2$$

3. Mencari harga Chi Kuadrat Kritik dilihat dari derajat kebebasan dan taraf signifikansi Chi-Kuadrat dengan melihat tabel berikut.

Tabel 4.10 Nilai Chi Kuadrat Kritis

DK	Distribusi X ²											
	0.99	0.95	0.9	0.8	0.7	0.5	0.3	0.2	0.2	0.05	0.01	0.0001
1	0	0.004	0.016	0.064	0.148	0.455	1.074	1.642	2.706	3.841	6.635	10.827
2	0.02	0.103	0.211	0.446	0.713	1.386	2.408	3.219	4.605	5.991	9.21	13.815

Sumber: *Triatmojo, 2015*

Untuk derajat kebebasan (DK) = 2

Signifikasi Chi Kuadrat = 5%

Dari tabel 4.10 didapat harga Chi Kuadrat Kritis = 5.991

Nilai yang diharapkan (Ei)

$$E_f = \left[\frac{\sum n}{\sum K} \right] = \left[\frac{10}{5} \right] = 2$$

4. Perhitungan batasan-batasan tiap kelas

$$\log R = \overline{\log R} + k(\overline{S \log R})$$

$$\log R = 1.946 + k \cdot (0.161)$$

$$C_s = -0.0259$$

- $P = 0.80 \sim T = \frac{1}{0.80} = 1.25 \text{ th}$

$$K = 0.84045$$

Nilai k diperoleh dari tabel 4.8.

$$\log R = 1.946 + (0.84045 \cdot 0.161)$$

$$= 1.8113$$

$$R = 64.7671$$

- $P = 0.60 \sim T = \frac{1}{0.60} = 1.67 \text{ th}$

$$K = 0.0044 + \left(\frac{0.843 - 0.0044}{5 - 2} \cdot (1.67 - 2) \right)$$

$$= -0.3707$$

karena periode ulang 1.67 tahun tidak diketahui maka data dicari dengan cara interpolasi dari tabel 4.8.

$$\log R = 1.946 + (-0.3707 \cdot 0.161)$$

$$= 1.9695$$

$$R = 77.0553$$

- $P = 0.60 \sim T = \frac{1}{0.40} = 2.5 \text{ th}$

$$K = 0.0044 + \left(\frac{0.843 - 0.0044}{5 - 2} \cdot (2.5 - 2) \right)$$

$$= 0.1442$$

karena periode ulang 2.5 tahun tidak diketahui maka data dicari dengan cara interpolasi dari tabel 4.8.

$$\log R = 1.946 + (0.1442 \cdot 0.161)$$

$$= 1.9695$$

$$R = 93.2186$$

- $P = 0.80 \sim T = \frac{1}{0.80} = 1.25 \text{ th}$

$$K = 0.843$$

Nilai k diperoleh dari tabel 4.8.

$$\log R = 1.946 + (0.843 \cdot 0.161)$$

$$= 2.0818$$

$$R = 120.713$$

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Sebaran dengan Chi Kuadrat (Chi Square Test)

Kemungkinan	Ei	Oi	(Oi-Ei)	(Oi-Ei) ² /Ei
$X \leq 64.7671$	2	2	0	0.00
$64.7671 < X \leq 77.0553$	2	2	0	0.00
$77.0553 < X \leq 93.2186$	2	3	-1	0.50
$93.2186 < X \leq 120.713$	2	2	0	0.00
$120.713 < X$	2	1	1	0.50
Jumlah	10	10		1.00

Sumber: *hasil perhitungan*

Pengujian data menggunakan metode chi-square didapatkan Chi-Kuadrat = 1.00 ; sedangkan Chi-Kuadrat Kritis = 5.99 dengan derajat kepercayaan $\alpha = 5\%$. Karena Chi-Kuadrat < dari Chi-Kuadrat Kritis maka data dapat diterima.

Uji Sebaran Smirnov-Kolmogorov

Langkah-langkah perhitungan uji distribusi sebaran data curah hujan Smirnov-Kolmogorov

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya),
2. Tentukan besarnya peluang (pt) dari masing-masing data tersebut dengan rumus $P = \frac{m}{n+1}$,

m : peringkat data

n : jumlah data

3. Mencari peluang teoritis dari luas daerah di bawah kurva distribusi normal. Sebelum mendapatkan peluang teoritis terlebih dahulu menghitung z , dengan rumus $\frac{X_i - \bar{X}}{\sigma}$

X_i : data ke- i

\bar{X} : rata-rata data

σ : Standar deviasi

Setelah mendapatkan nilai z lalu melihat tabel luas daerah di bawah kurva distribusi normal seperti yang terdapat pada tabel 4.12. Berikut untuk mencari nilai peluang teoritis.

Tabel 4.12 Luas daerah di bawah kurva distribusi normal

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	0.0006	0.0005	0.0005
-3.1	0.001	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	0.001	0.001
-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	0.002	0.0019
-2.7	0.0036	0.0034	0.0033	0.0032	0.003	0.003	0.0029	0.0028	0.0027	0.0026
-2.6	0.0047	0.0045	0.0044	0.0043	0.004	0.004	0.0039	0.0038	0.0037	0.0036
-2.5	0.0062	0.006	0.0059	0.0057	0.0055	0.0054	0.0052	0.0051	0.0049	0.0048
-2.4	0.0082	0.008	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
-2.2	0.0139	0.0136	0.0132	0.0129	0.0125	0.0122	0.0119	0.0116	0.0113	0.011
-2.1	0.0179	0.0174	0.017	0.0166	0.0162	0.0158	0.0154	0.015	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

Tabel 4.12 Luas daerah di bawah kurva distribusi normal (lanjutan)

t	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
-1.9	0.0287	0.0281	0.0274	0.0268	0.0262	0.0256	0.025	0.0244	0.029	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	0.0546	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	0.063	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	0.1151	0.1131	0.1112	0.1093	0.1075	0.1056	0.1038	0.102	0.1003	0.0985
-1.1	0.1357	0.1335	0.1314	0.1292	0.1271	0.1251	0.123	0.121	0.119	0.117
-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	0.166	0.1635	0.1611
-0.8	0.2119	0.209	0.2061	0.2033	0.2006	0.1977	0.1949	0.1922	0.1894	0.1867
-0.7	0.242	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	0.305	0.3015	0.2981	0.2946	0.2912	0.2877	0.2843	0.281	0.2776
-0.4	0.3446	0.3409	0.3372	0.3336	0.33	0.3264	0.3228	0.3192	0.3156	0.3121
-0.3	0.2831	0.3783	0.3745	0.3707	0.3669	0.3632	0.3594	0.3557	0.352	0.3843
-0.2	0.4207	0.4168	0.4129	0.409	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	0.5	0.496	0.492	0.488	0.484	0.4801	0.4761	0.4721	0.4681	0.4641
0	0.5	0.504	0.508	0.512	0.516	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	0.591	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	0.648	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.67	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.695	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.719	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	0.758	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.791	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	0.834	0.8365	0.8389

Tabel 4.12 Luas daerah di bawah kurva distribusi normal (lanjutan)

t	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
1	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	0.877	0.879	0.881	0.883
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.898	0.8997	0.9015
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	0.9257	0.9357	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	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9717	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.975	0.9756	0.9761	0.9767
2	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	0.983	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.985	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.989
2.3	0.9693	0.9896	0.9896	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.992	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.994	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	0.9959	0.996	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.997	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.998	0.9981
2.9	0.9971	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.999	0.999
3.1	0.999	0.9991	0.9991	0.9991	0.9991	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

Sumber: *Suripin, 2003*

Kami menggunakan derajat kepercayaan sebesar 5% (0.05) untuk mencari peluang teoritis dari tabel 4.12 diatas,

4. Setelah diketahui nilai kedua peluang tersebut, tentukan selisih terbesar antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D_{\text{maks}} = P(X_n) - P'(X_n),$$

5. Tentukan nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov test*) yang terdapat pada tabel 4.13 berikut.

Tabel 4.13 Nilai Kritis D_0 untuk uji Smirnov-Kolmogorov

N	Derajat Kepercayaan, α			
	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

Sumber : *Suripin, 2003*

Berikut tabel 4.14 hasil perhitungan uji kecocokan distribusi *Smirnov-Kolmogorov*.

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Sebaran dengan *Smirnov-Kolmogorov*

Tahun	Ranking	Data Curah Hujan (Xi) (mm)	Log (Xi)	P(x) P= m/(n+1)	P(x<) P(x<)= 1-P(x)	Ft/z (Xi- Xrata)/σ	Pt' P'(x<)= 1-Ft	P'(x<)	D P(x)-P'(x)
2011	1	146	2.164	0.091	0.909	1.357	0.089	0.912	0.002
2010	2	134	2.127	0.182	0.818	1.125	0.131	0.869	0.050
2014	3	133.5	2.125	0.273	0.727	1.115	0.134	0.867	0.139
2012	4	99	1.996	0.364	0.636	0.307	0.382	0.618	-0.018
2015	5	97.5	1.989	0.455	0.545	0.266	0.382	0.618	0.072
2009	6	77.5	1.889	0.545	0.455	-0.355	0.655	0.345	-0.110
2013	7	76.5	1.884	0.636	0.364	-0.390	0.655	0.345	-0.019
2006	8	67.5	1.829	0.727	0.273	-0.729	0.758	0.242	-0.031
2008	9	56.5	1.752	0.818	0.182	-1.210	0.887	0.113	-0.069
2007	10	51	1.708	0.909	0.091	-1.487	0.933	0.067	-0.024
Jumlah		939	19.463						
Rata-rata (X) =		93.9	1.946			Nilai Dmaks			0.139
Standar Deviasi (σ)		34.055	0.161						

Sumber : *hasil perhitungan*

Dari perhitungan pada tabel 4.14, menunjukkan nilai $D_{maks} = 0.151$, data pada peringkat $m = 3$. Dengan menggunakan tabel 4.13, untuk $N = 10$ dan derajat kepercayaan 5% maka diperoleh $D_o = 0.41$. Karena nilai D_{maks} lebih kecil dari nilai D_o ($D_{maks} = 0.139 < D_o = 0.41$) maka data dapat diterima.

Berdasarkan hasil analisis uji kecocokan chi-kuadrat dan *smirnov-kolmogorov* distribusi sebaran hujan **Log Pearson Tipe III** dipilih karena memenuhi syarat dalam analisis uji kecocokan sebaran.

4.2.3 Perhitungan Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh pada suatu daerah pengaliran sampai ke titik kontrol yang ditentukan. Waktu konsentrasi ini digunakan untuk menghitung intensitas hujan tiap saluran yang ditinjau. Menghitung waktu air mengalir dari saluran terjauh menuju saluran yang ditinjau menggunakan persamaan 2.25 sedangkan, menghitung lamanya air mengalir dari hulu sampai ke hilir pada saluran yang ditinjau menggunakan persamaan 2.28. Dibawah ini merupakan contoh perhitungan waktu konsentrasi aliran pada saluran tersier 1. Diketahui gambar skema saluran pada gambar 4.2.

- Titik Kontrol 1

Panjang saluran kuarter (L) : 232 m

Kemiringan saluran (S) : 0.0047

$$t_0 = 0,0195 \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,77} \quad (2.27)$$

$$t_0 = 0,0195 \left(\frac{232}{\sqrt{0.0047}} \right)^{0,77} = 10.191 \text{ menit}$$

Jadi, dibutuhkan waktu sebesar ± 10 menit dari hulu saluran kuarter menuju titik kontrol 1.

- Waktu aliran sepanjang titik 1 menuju 2 (ST1-ST2)

Panjang lintasan aliran (L) titik 1 menuju 2 : 30 m

Kecepatan air dalam saluran dari titik 1 : 1.58 m/dt
menuju titik 2

(menggunakan kecepatan fullbank yang sudah dihitung di analisis hidrolika)

$$t_f = \frac{L_s}{60 \cdot v} \quad (2.28)$$

$$t_f = \frac{30}{60 \times 1.79} = 0.32 \text{ menit}$$

Waktu aliran dari titik 1 menuju titik 2 adalah 0.32 menit

- Titik Kontrol 2

Panjang saluran kuarter (L_0) : 84 m

Kemiringan (S) : 0.003

$$t_0 = 0,0195 \left(\frac{84}{\sqrt{0.003}} \right)^{0,77} = 5.56 \text{ menit}$$

Jadi, dibutuhkan waktu sebesar ± 5 menit dari hulu saluran kuarter menuju titik kontrol 2.

Cara mencari waktu konsentrasi maksimum pada masing-masing titik kontrol.

Titik kontrol 1

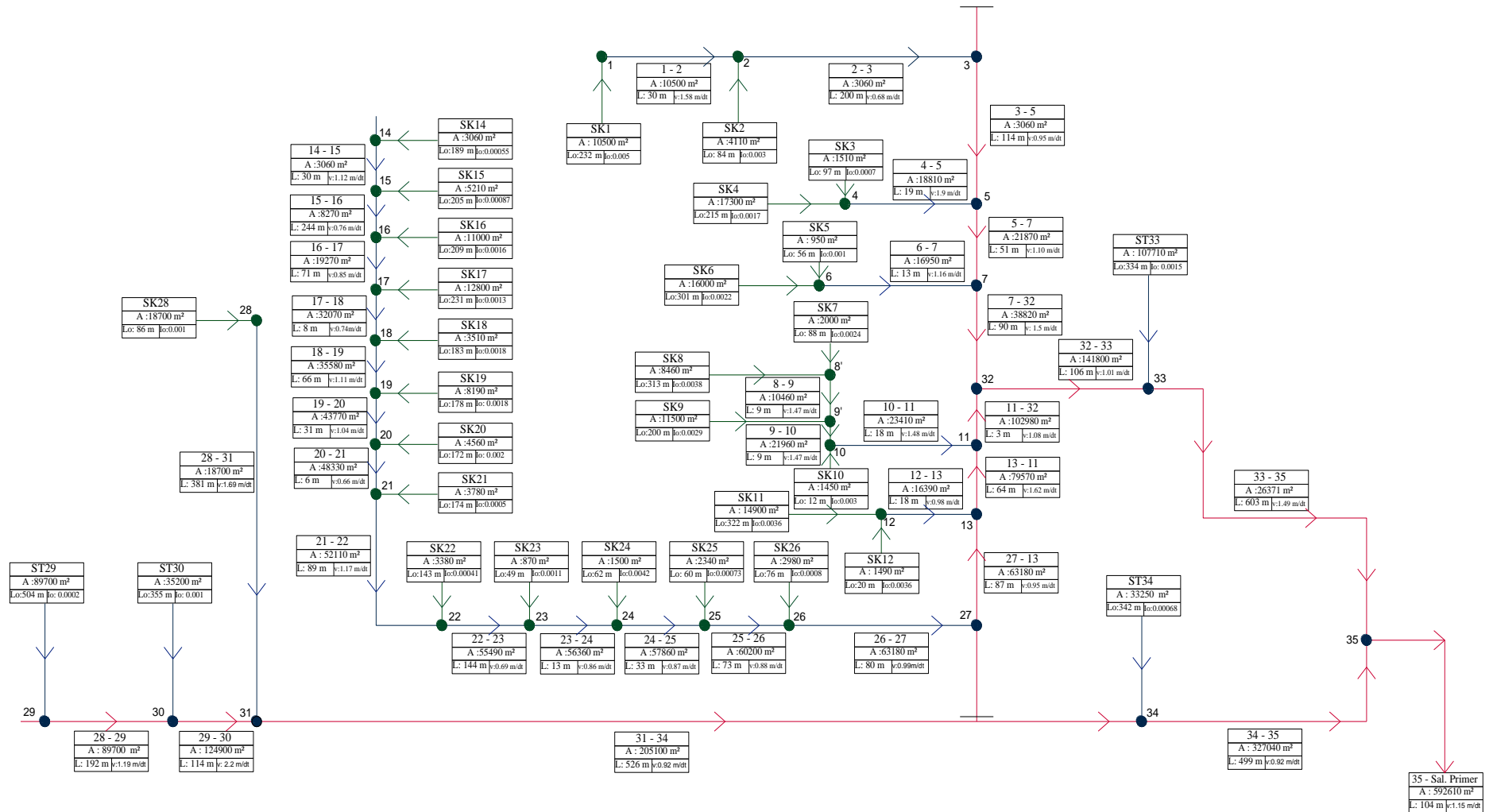
dari saluran kuarter 1 = 0.1699 jam \longrightarrow Tc maksimum 1 :
0.1699 jam

Titik kontrol 2

- dari saluran kuarter 2 = 0.0927 jam
- Tc maks 1 + Tf₁₋₂
= 0.1699 jam + 0.0053 jam = 0.1751 jam $\left. \begin{array}{l} \diagup \\ \diagdown \end{array} \right\}$ Tc maksimum 2
di titik kontrol 2
adalah 0.1751 jam

Menentukan waktu konsentrasi maksimum pada titik kontrol 2 dengan cara membandingkan dua T_c diambil nilai yang terbesar. Pada titik kontrol 2 adalah 0.1751 jam.

Waktu konsentrasi saluran sekunder dihitung dengan cara yang sama seperti di atas. Berikut tabel-tabel rekapitulasi hasil perhitungan waktu konsentrasi saluran tersier dan saluran sekunder.



Gambar 4.2 Skema jaringan drainase Perumahan Tambak Rejo Indah

Tabel 4.15 Hasil perhitungan T_0 untuk saluran tersier 1

Titik Kontrol	Lahan	L_0 (m) m	I_0	T_0 jam	T_f jam	T_c jam
1	SK1	232	0.0047	0.1699		0.1699
2	SK2	84	0.0030	0.0927		0.0927

Tabel 4.16 Hasil perhitungan T_f untuk saluran tersier 1

Titik Kontrol	L (m)	i	v (m/det)	T_f (jam)
1 - 2	30	0.0038	1.576	0.0053
2 - 3	200	0.0006	0.675	0.0823
3 - 5	114	0.0007	0.947	0.0334

Tabel 4.17 Rekapitulasi perhitungan T_c saluran tersier 1

Titik Kontrol	Lahan	T_0	T_f	T_c	Keterangan
1	SK1	0.1699		0.1699	T_c maks 1
2	T_c maks 1 SK2	0.1699 0.0927	0.0047	0.1745	T_c maks 2
3	T_c maks 2	0.1745	0.0823	0.2574	T_c maks 3
5	T_c maks 3	0.2574	0.0334	0.2909	T_c maks 4

Tabel 4.18 Hasil perhitungan T_0 untuk saluran tersier 2

Titik Kontrol	Lahan	L_0 (m) m	I_0	T_0 jam	T_f jam	T_c jam
4	SK3	97	0.0007	0.1783		0.1783
	SK4	215	0.0017	0.2391		0.2391

Tabel 4.19 Hasil perhitungan T_f untuk saluran tersier 2

Titik Kontrol	$\frac{L}{(m)}$	i	$\frac{v}{(m/det)}$	T_f (jam)
4 - 5	19	0.0029	1.447	0.0036
5 - 7	51	0.0019	1.108	0.0128

Tabel 4.20 Rekapitulasi perhitungan T_c saluran tersier 2

Titik Kontrol	Lahan	T_0	T_f	T_c	Keterangan
4	SK3	0.1783		0.1783	
	SK4	0.2391		0.2391	Tc maks 5
5	Tc maks 5	0.2391	0.0036	0.2419	
7	Tc maks 4			0.2909	Tc maks 6
	Tc maks 6	0.2909	0.012786	0.3037	Tc maks 7

Tabel 4.21 Hasil perhitungan T_0 untuk saluran tersier 3

Titik Kontrol	Lahan	L_0 (m) m	I_0	T_0 jam	T_f jam	T_c jam
6	SK5	56	0.0010	0.1045		0.1045
	SK6	301	0.0022	0.2790		0.2790

Tabel 4.22 Hasil perhitungan T_f untuk saluran tersier 3

Titik Kontrol	L (m)	i	v (m/det)	T_f (jam)
6 - 7	13	0.0025	1.156	0.0031
7 - 32	90	0.0035	1.495	0.0167

Tabel 4.23 Rekapitulasi perhitungan T_c saluran tersier 3

Titik Kontrol	Lahan	T_0	T_f	T_c	Keterangan
6	SK5	0.1045		0.1045	
	SK6	0.2790		0.2790	T_c maks 8
7	T_c maks 8	0.2790	0.0031	0.2821	
	T_c maks 7			0.3037	T_c maks 9
32	T_c maks 9	0.3037	0.0167	0.3204	T_c maks 10

Tabel 4.24 Hasil perhitungan T_0 untuk saluran tersier 4

Titik Kontrol	Lahan	L_0 (m) m	I_0	T_0 jam	T_f jam	T_c jam
8	SK7	88	0.0024	0.1041		0.1041
	SK8	313	0.0038	0.2330		0.2330
9	SK9	200	0.0029	0.1829		0.1829
10	SK10	75	0.0056	0.0663		0.0663

Tabel 4.25 Hasil perhitungan T_f untuk saluran tersier 4

Titik Kontrol	L (m)	i	v (m/det)	T_f (jam)
8 - 9	9	0.0031	1.468	0.0017
9 - 10	12	0.0031	1.244	0.0027
10 - 11	18	0.0019	1.483	0.0034
11 - 32	3	0.0017	0.982	0.0008

Tabel 4.26 Rekapitulasi perhitungan T_c saluran tersier 4

Titik Kontrol	Lahan	T_0	T_f	T_c	Keterangan
8	SK7	0.1041		0.1041	
	SK8	0.2330		0.2330	T_c maks 29
9	T_c maks 29	0.2330	0.001703	0.2348	T_c maks 30
	SK9	0.1829		0.1829	
10	T_c maks 30	0.2348	0.00268	0.2374	T_c maks 31
	SK10	0.0663		0.0663	
11	T_c maks 31	0.2374	0.0034	0.2408	
	T_c maks 28			0.6535	T_c maks 32
32	T_c maks 32	0.6596	0.000848	0.6544	T_c maks 33
	T_c maks 10			0.3204	

Tabel 4.27 Hasil perhitungan T_0 untuk saluran tersier 5

Titik Kontrol	Lahan	L_0 (m) m	I_0	T_0 jam	T_f jam	T_c jam
11	SK11	322	0.0036	0.2421		0.2421
12	SK12	20	0.0036	0.0285		0.0285

Tabel 4.28 Hasil perhitungan T_f untuk saluran tersier 5

Titik Kontrol	L (m)	i	v (m/det)	T_f (jam)
12 - 13	19	0.0014	0.981	0.0054
13 - 11	64	0.0025	1.239	0.0144

Tabel 4.29 Rekapitulasi perhitungan T_c saluran 5

Titik Kontrol	Lahan	T_0	T_f	T_c	Keterangan
12	SK11	0.2421		0.2421	T_c maks 26
	SK12	0.0285		0.0285	
13	T_c maks 26	0.2421	0.00538	0.2475	T_c maks 27
	T_c maks 25			0.6392	
11	T_c maks 27	0.6452	0.014354	0.6535	T_c maks 28

Tabel 4.30 Hasil perhitungan T_0 untuk saluran tersier 6

Titik Kontrol	Lahan	L_0 (m) m	I_0	T_0 jam	T_f jam	T_c jam
14	SK114	189	0.0006	0.3309		0.3309
14	SK14			0.3309		0.3309
15	SK15	205	0.0009	0.2949		0.2949
16	SK16	209	0.0016	0.2382		0.2382
17	SK17	231	0.00129	0.2785		0.2785
18	SK18	183	0.00181	0.2039		0.2039
19	SK19	178	0.00175	0.2022		0.2022
20	SK20	172	0.0021	0.1836		0.1836
21	SK21	174	0.00049	0.3235		0.3235
22	SK22	143	0.00041	0.3002		0.3002
23	SK23	49	0.00106	0.0909		0.0909
24	SK24	62	0.00424	0.0639		0.0639
25	SK25	60	0.00073	0.1224		0.1224
26	SK26	76	0.0008	0.1419		0.1419

Tabel 4.31 Hasil perhitungan T_f untuk saluran tersier 6

Titik Kontrol	L (m)	i	v (m/det)	T_f (jam)
14 - 15	30	0.0033	1.130	0.0074
15 - 16	244	0.0012	0.761	0.0891
16 - 17	71	0.0015	0.849	0.0232
17 - 18	8	0.0010	0.739	0.0030
18 - 19	66	0.0024	1.111	0.0165
19 - 20	31	0.0020	1.044	0.0082
20 - 21	6	0.0033	0.658	0.0025
21 - 22	89	0.0012	1.172	0.0211
22 - 23	144	0.0006	0.694	0.0576
23 - 24	13	0.0010	0.864	0.0042
24 - 25	33	0.0013	0.933	0.0098
25 - 26	73	0.0014	1.028	0.0197
26 - 27	80	0.0012	1.091	0.0204
27 - 13	87	0.0014	0.946	0.0255

Tabel 4.32 Rekapitulasi perhitungan T_c saluran 6

Titik Kontrol	Lahan	T_0	T_f	T_c	Keterangan
14	SK14	0.3309		0.3309	Tc maks 11
15	SK15	0.2949		0.2949	
	Tc maks 11	0.3309	0.0074	0.3382	Tc maks 12
16	SK16	0.2382		0.2382	
	Tc maks 12	0.3382	0.0891	0.4273	Tc maks 13
17	SK17	0.2785		0.2785	
	Tc maks 13	0.4273	0.0232	0.4505	Tc maks 14
18	SK18	0.2039		0.2039	
	Tc maks 14	0.4505	0.0030	0.4535	Tc maks 15
19	SK19	0.2022		0.2022	
	Tc maks 15	0.4535	0.0165	0.4701	Tc maks 16
20	SK20	0.1836		0.1836	
	Tc maks 16	0.4701	0.0082	0.4783	Tc maks 17
21	SK21	0.3235		0.3235	
	Tc maks 17	0.478303	0.0025	0.4808	Tc maks 18
22	SK22	0.3002		0.3002	
	Tc maks 18	0.4808	0.0211	0.5019	Tc maks 19
23	SK23	0.0909		0.0909	
	Tc maks 19	0.5019	0.0576	0.5595	Tc maks 20
24	SK24	0.0639		0.0639	
	Tc maks 20	0.5595	0.0042	0.5637	Tc maks 21
25	SK25	0.1224		0.1224	
	Tc maks 21	0.5637	0.0106	0.5743	Tc maks 22
26	SK26	0.1419		0.1419	
	Tc maks 22	0.5743	0.0230	0.5973	Tc maks 23
27	Tc maks 23	0.5973	0.0224	0.6197	Tc maks 24
13	Tc maks 24	0.6197	0.0255	0.6452	Tc maks 25

Tabel 4.33 Hasil perhitungan T_0 untuk saluran tersier jalan raya nilam barat

Titik Kontrol	Lahan	L_0 (m) m	I_0	T_0 jam	T_f jam	T_c jam
28	SK28	86	0.0010	0.1440		0.1440

Tabel 4.34 Hasil perhitungan T_f untuk saluran tersier jalan raya nilam barat

Titik Kontrol	$\frac{L}{(m)}$	i	$\frac{v}{(m/det)}$	T_f (jam)
28 - 31	381	0.0025	1.685	0.0628

Tabel 4.35 Rekapitulasi perhitungan T_c saluran tersier jalan raya nilam barat

Titik Kontrol	Lahan	T_0	T_f	T_c	Keterangan
28	28	0.1440		0.1440	T_c maks 34
31	T_c maks 34	0.1440	0.0628	0.2068	T_c maks 35

Tabel 4.36 Hasil perhitungan T_f untuk saluran sekunder perumahan tambak rejo indah

Titik Kontrol	$\frac{L}{(m)}$	i	$\frac{v}{(m/det)}$	T_f (jam)
27 - 13	87	0.0014	0.946	0.0255
13 - 11	64	0.0025	1.239	0.0144
11 - 32	3	0.0017	0.982	0.0008
3 - 5	114	0.0007	0.947	0.0334
5 - 7	51	0.0019	1.108	0.0128
7 - 32	90	0.0035	1.495	0.0167
32 - 33	106	0.0017	1.010	0.0291
33 - 35	603	0.0022	1.492	0.1122

Tabel 4.37 Rekapitulasi perhitungan T_c saluran sekunder menuju saluran primer

Titik Kontrol	Lahan	T_0	T_f	T_c	Keterangan
1	SK1	0.1699		0.1699	Tc maks 1
2	Tc maks 1	0.1699	0.0047	0.1745	Tc maks 2
	SK2	0.0927			
3	Tc maks 2	0.1745	0.0823	0.2574	Tc maks 3
	Tc maks 3	0.2574	0.0334	0.2909	Tc maks 4
5	Tc maks 5	0.2391	0.0036	0.2419	
	Tc maks 4			0.2909	Tc maks 6
	Tc maks 6	0.2909	0.0128	0.3037	Tc maks 7
7	Tc maks 8	0.2790	0.0031	0.2821	
	Tc maks 7			0.3037	Tc maks 9
32	Tc maks 9	0.3037	0.0167	0.3204	Tc maks 10
27	Tc maks 23	0.0204	0.6136	0.6340	Tc maks 24
	Tc maks 24	0.6136	0.0255	0.6392	Tc maks 25
13	Tc maks 26	0.2421	0.0054	0.2475	
	Tc maks 25			0.6392	Tc maks 27
	Tc maks 27	0.6392	0.0144	0.6535	Tc maks 28
11	Tc maks 31	0.2374	0.0034	0.2408	
	Tc maks 28			0.6535	Tc maks 32
32	Tc maks 32	0.6535	0.0008	0.6544	Tc maks 33
	Tc maks 10			0.3204	

Tabel 4.38 Hasil perhitungan T_0 untuk saluran sekunder jalan raya tambak sawah

Titik Kontrol	Lahan	L_0 (m) m	I_0	T_0 jam	T_f jam	T_c jam
29	SK29	504	0.0002	1.0310		1.0310
30	SK30	355	0.0010	0.4267		1.0310
31	SK31	381	0.0038	0.2687		1.0758
34	SK34	342	0.0007	0.4803		1.0902

Tabel 4.39 Hasil perhitungan T_f untuk saluran sekunder jalan raya tambak sawah

Titik Kontrol	L (m)	i	v (m/det)	T_f (jam)
29 - 30	192	0.0013	1.189	0.0448
30 - 31	114	0.0061	2.199	0.0144
31 - 34	526	0.0011	0.919	0.1589
34 - 35	499	0.0007	0.923	0.1502

Tabel 4.40 Hasil perhitungan T_0 untuk saluran sekunder menuju saluran primer

Titik Kontrol	Lahan	L_0 (m) m	I_0	T_0 jam	T_f jam	T_c jam
35						1.3993

Tabel 4.41 Hasil perhitungan T_f saluran sekunder menuju saluran primer

Titik Kontrol	L (m)	i	v (m/det)	T_f (jam)
35 - 36	104	0.0029	1.861	0.0155

Tabel 4.42 Rekapitulasi perhitungan T_c saluran sekunder menuju saluran primer

Titik Kontrol	Lahan	T_0	T_f	T_c	Keterangan
29	ST29	1.0310		1.0310	T_c maks 36
30	ST30	0.4267		0.4267	
	T_c maks 36	1.0310	0.0448	1.0758	T_c maks 37
31	T_c maks 35			0.2068	
	T_c maks 37	1.0758	0.0144	1.0902	T_c maks 38
34	ST34	0.4803		0.4803	
	T_c maks 38	1.0902	0.1589	1.2492	T_c maks 39
32	T_c maks 33			0.6544	
33	ST33	0.3481		0.3481	
	T_c maks 33	0.6544	0.0291	0.6835	T_c maks 40
35	T_c maks 39	1.2492	0.1502	1.3993	T_c maks 41
	T_c maks 40	0.6835	0.1122	0.7958	
36	T_c maks 41	1.3993	0.0155	1.4149	T_c maks 42

4.2.4 Perhitungan Intensitas Hujan Rencana

Setelah mengetahui distribusi sebaran hujan, selanjutnya yaitu menghitung intensitas hujan rencana untuk memperkirakan debit rencana. Perhitungan intensitas curah hujan rencana menggunakan rumus Mononobe. Rumus mononobe digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan dalam setiap waktu berdasarkan data curah hujan harian. (S. Sosrodarsono, K. Takeda, 2003).

Persamaan 2.24 sebagai berikut.

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

Dengan,

I : intensitas hujan (mm/jam).

T : lamanya curah hujan (menit) atau (jam).

R_{24} : curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm).

Dalam rumus intensitas hujan Mononobe terdapat lamanya curah hujan (T) dalam menit atau jam. Menghitung intensitas hujan menggunakan periode ulang hujan 2 tahun sebesar 88,552 mm untuk saluran tersier, periode ulang hujan 5 tahun sebesar 120,7130 mm dan untuk saluran sekunder sesuai dengan periode ulang hujan saluran yang ditunjukkan pada tabel 2.6. Perhitungan intensitas hujan waktu lamanya hujan menggunakan waktu konsentrasi aliran saluran. Berikut contoh perhitungan intensitas hujan rencana periode ulang 2 tahun untuk saluran tersier 1 titik 1 menuju 2.

- Saluran Tersier 1

$$R_2 = 88,552 \text{ mm}$$

$$T_c = 0.1745 \text{ jam}$$

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (2.24)$$

$$I_2 = \frac{88.552}{24} \left(\frac{24}{0.1745} \right)^{\frac{2}{3}} = 98.272 \text{ mm/jam}$$

Jadi, intensitas hujan saluran tersier di titik 1 menuju 2 adalah sebesar 98.272 mm/jam. Di bawah ini adalah hasil perhitungan

intensitas hujan untuk saluran tersier terdapat pada tabel 4.43 sedangkan untuk saluran sekunder terdapat pada tabel 4.44.

Tabel 4.43 Hasil perhitungan Intensitas hujan saluran tersier

Nama Saluran	Jenis Saluran	Waktu Konsentrasi (T _c) (jam)	Intensitas Hujan Rencana
			R2 88.522 mm mm/jam
Saluran Tersier 1			
1 - 2	Tersier	0.1745	98.272
2 - 3	Tersier	0.2568	75.958
Saluran Tersier 2			
4 - 5	Tersier	0.2419	88.522
Saluran Tersier 3			
6 - 7	Tersier	0.2821	71.341
Saluran Tersier 4			
8 - 9	Kuarter	0.2348	80.645
9 - 10	Kuarter	0.2374	80.037
10 - 11	Tersier	0.2408	79.288
Saluran Tersier 5			
12 - 13	Tersier	0.2475	77.846
Saluran Tersier 6			
14 - 15	Tersier	0.3382	63.218
15 - 16	Tersier	0.4273	54.095
16 - 17	Tersier	0.4505	52.219
17 - 18	Tersier	0.4535	51.988
18 - 19	Tersier	0.4701	50.763
19 - 20	Tersier	0.4783	50.178
20 - 21	Tersier	0.4808	50.002
21 - 22	Tersier	0.5019	48.591
22 - 23	Tersier	0.5595	45.196
23 - 24	Tersier	0.5637	44.972
24 - 25	Tersier	0.5735	44.457
25 - 26	Tersier	0.5933	43.466
26 - 27	Tersier	0.6136	42.499
Saluran Tersier Jalan Raya Nilam Barat			
28 - 31	Tersier	0.2068	87.745

Tabel 4.44 Hasil perhitungan intensitas hujan rencana saluran sekunder

Nama Saluran	Jenis Saluran	Waktu Konsentrasi (Tc) (jam)	Intensitas Hujan Rencana R5 120.713 mm mm/jam
Saluran Sekunder dari Perumahan Tambak Rejo Indah			
3 - 5	Sekunder	0.2909	95.325
5 - 7	Sekunder	0.3037	92.630
7 - 32	Sekunder	0.3204	89.379
27 - 13	Sekunder	0.6392	56.399
13 - 11	Sekunder	0.6535	55.570
11 - 32	Sekunder	0.6544	55.522
32 - 33	Sekunder	0.6835	53.932
33 - 35	Sekunder	0.7958	48.733
Saluran Sekunder Jalan Raya Tambak Sawah			
29 - 30	Sekunder	1.0310	41.006
30 - 31	Sekunder	1.0758	39.859
31 - 34	Sekunder	1.0902	39.507
34 - 35	Sekunder	1.2492	36.080
Saluran Sekunder menuju saluran primer			
35 - 36	Sekunder	1.4149	33.205

4.2.5 Perhitungan Debit Rencana

Debit rencana dihitung menggunakan metode Rasional. Setelah menentukan intensitas hujan rencana, luas dan koefisien pengaliran pada masing-masing catchment selanjutnya di masukkan dalam persamaan 2.30. Pada persamaan 2.30 terdapat koefisien pengaliran (C), koefisien sebaran hujan (β), luas daerah tangkapan (A), dan intensitas hujan (I). Koefisien pengaliran untuk saluran sekunder adalah koefisien pengaliran gabungan,

sedangkan untuk saluran tersier karena meninjau kawasan Perumahan Tambak Rejo Indah maka menggunakan koefisien pengaliran untuk perumahan. Pada tabel 4.45 adalah hasil perhitungan koefisien pengaliran gabungan untuk saluran sekunder. Koefisien sebaran hujan berdasarkan tabel 2.7 pada saluran perumahan tambak rejo indah daerah tangkapan air hujan kurang dari 5 km² jadi, koefisien sebaran hujannya yaitu 1. Tabel 4.46 adalah hasil perhitungan debit rencana dengan metode Rasional periode ulang 2 tahun untuk saluran tersier dan tabel 4.47 hasil perhitungan debit rencana periode ulang 5 tahun untuk saluran sekunder. Contoh perhitungan debit rencana saluran tersier jalan raya nilam timur titik 1 menuju titik 2.

Tabel 4.45 Hasil perhitungan koefisien gabungan untuk saluran sekunder

Tata Guna Lahan	Luas Lahan (km ²)	Nilai C x A	Luas sub DAS (km ²)	Nama Sub DAS (tersier)	C gabungan
Saluran Sekunder Jalan Raya Tambak Sawah					
industri	0.0897	0.07176	0.0897	Sal jalan kavling perjuangan	0.8
industri	0.0352	0.02816	0.0352	Sal jalan kavling perjuangan III	0.8
perkampungan	0.0187	0.01309	0.0187	Sal jalan raya nilam barat	0.7
industri	0.0615	0.0492	0.0615	Saluran Sekunder pias B32-S3	0.8
perkampungan		0.020944	0.02992		
lahan kosong	0.11732	0.00399	0.0133	Sal K. Hasan Bajuri 2	0.718
industri		0.05928	0.0741		
perdagangan	0.00462	0.003234	0.00462	Saluran sekunder pias S3-S4	0.7
Saluran Sekunder dari perumahan tambak rejo indah					
perumahan	0.156	0.1014	0.156	Saluran tersier perumahan	0.65
perkampungan		0.047628	0.06804		
lahan kosong	0.09432	0.001674	0.00558	Sal K. Hasan Bajuri 1	0.676
perdagangan		0.01449	0.0207		
perdagangan	0.0142	0.00994	0.0142	Saluran sekunder pias S6-S4	0.7

- Saluran Tersier 1

Debit saluran tersier 1 dari titik 1 menuju titik 2

$$A = 0,0105 \text{ km}^2$$

$$C = 0,65$$

$$I = 98.272 \text{ mm/jam}$$

$$\begin{aligned} Q &= 0,278 \cdot \beta \cdot C \cdot I \cdot A \\ &= 0,278 \cdot 1 \cdot 0,65 \cdot 98,272 \cdot 0,0105 \\ &= 0,1863 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Tabel 4.46 Hasil perhitungan Debit Rencana Periode Ulang 2 tahun pada saluran tersier

Nama Saluran	Intensitas hujan rencana mm/jam I ₂	Koefisien Sebaran Hujan β	Koefisien Pengaliran C	Luas Tangkapan km ² A	Debit Rencana m ³ /dt Q ₂
Saluran Tersier 1					
1 - 2	98.272	1	0.65	0.0105	0.186
2 - 3	75.958	1	0.65	0.01461	0.200
Saluran Tersier 2					
4 - 5	88.522	1	0.65	0.01881	0.268
Saluran Tersier 3					
6 - 7	71.341	1	0.65	0.01695	0.218
Saluran Tersier 4					
8 - 9	80.645	1	0.65	0.01046	0.157
9 - 10	80.037	1	0.65	0.01295	0.187
10 - 11	79.288	1	0.65	0.02341	0.338
Saluran Tersier 5					
12 - 13	77.846	1	0.65	0.0165	0.230
Saluran Tersier 6					
14 - 15	63.218	1	0.65	0.0031	0.035
15 - 16	54.095	1	0.65	0.0083	0.081
16 - 17	52.219	1	0.65	0.0193	0.182
17 - 18	51.988	1	0.65	0.0321	0.301
18 - 19	50.763	1	0.65	0.0356	0.326
19 - 20	50.178	1	0.65	0.0438	0.397
20 - 21	50.002	1	0.65	0.0483	0.436
21 - 22	48.591	1	0.65	0.0521	0.457
22 - 23	45.196	1	0.65	0.0555	0.453
23 - 24	44.972	1	0.65	0.0564	0.458
24 - 25	44.457	1	0.65	0.0579	0.464
25 - 26	43.466	1	0.65	0.0602	0.472
26 - 27	42.499	1	0.65	0.0632	0.485
Saluran Tersier Jalan Raya Nilam Barat					
28 - 31	87.745	1	0.70	0.0187	0.319

Tabel 4.47 Hasil perhitungan debit rencana periode ulang 5 tahun dan 10 tahun pada saluran sekunder

Nama Saluran	β	Intensitas Hujan	C_{gab}	A (Km ²)	Debit Rencana
		Rencana (mm/jam) 5 Tahun			Qr 5 Tahun (m ³ /det)
Saluran sekunder dari Perumahan Tambak Rejo Indah					
3 - 5	1	95.325	0.65	0.00306	0.053
5 - 7	1	92.630	0.65	0.02187	0.366
7 - 32	1	89.379	0.65	0.03882	0.626
27 - 13	1	56.399	0.65	0.06318	0.643
13 - 11	1	55.570	0.65	0.07957	0.798
11 - 32	1	55.522	0.65	0.10298	1.032
32 - 33	1	53.932	0.65	0.1418	1.381
33 - 35	1	48.733	0.663	0.26371	2.368
Saluran sekunder Jalan Raya Tambak Sawah					
29 - 30	1	41.006	0.8	0.0897	0.817
30 - 31	1	39.859	0.8	0.1249	1.106
31 - 34	1	39.507	0.791	0.2051	1.780
34 - 35	1	36.080	0.763	0.32704	2.502
Saluran sekunder menuju saluran primer					
35 - 36	1	33.205	0.719	0.59261	3.929

4.3 Analisis Hidrolika

Setelah mendapatkan data eksisting saluran dari hasil survei lapangan, dilakukan analisis hidrolika untuk mengevaluasi kapasitas saluran dan mengetahui mampu atau tidaknya saluran untuk mengalirkan debit curah hujan dengan periode ulang tertentu. Dalam menghitung kapasitas saluran harus diketahui kecepatan aliran saluran tersebut. Kecepatan aliran khususnya saluran terbuka dapat dihitung menggunakan beberapa rumus salah satunya, yaitu: *Manning*. Dalam tugas akhir ini seluruh saluran tersier dan sekunder dihitung dengan menggunakan rumus kecepatan aliran saluran terbuka, yaitu *Manning*. Setelah mendapatkan data dimensi saluran maka dilakukan perhitungan dengan langkah-langkah sebagai berikut. Contoh perhitungan eksisting saluran tersier 1 titik 1 menuju titik 2 dan contoh perhitungan eksisting saluran sekunder titik S1 menuju titik S2.

- Contoh perhitungan eksisting, saluran tersier 1 titik 1 menuju 2.

Lebar saluran (B) : 0.55 meter

Tinggi saluran (H) : 0.94 meter

Tinggi Air (h) : 0.69 meter

Kemiringan Saluran (i) : 0.0049

Panjang Saluran (L) dari titik 1-2 : 30 m

Persamaan 2.31

$$v = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

Luas dan keliling penampang saluran jika fullbank

$$A = b \times H$$

$$A = 0.55 \text{ m} \times 0.94 \text{ m} = 0.517 \text{ m}^2$$

$$P = b + (2 \times H)$$

$$P = 0.55 \text{ m} + (2 \times 0.94 \text{ m}) = 2.43 \text{ m}$$

Luas dan keliling penampang saluran jika normal

$$A = b \times h$$

$$A = 0.55 \text{ m} \times 0.69 \text{ m} = 0.3795 \text{ m}^2$$

$$P = b + (2 \times h)$$

$$P = 0.55 \text{ m} + (2 \times 0.69 \text{ m}) = 1.93 \text{ m}$$

Jari-jari hidrolis saluran jika *fullbank*

$$R = A/p$$

$$R = 0.517 \text{ m}^2 / 2.43 \text{ m} = 0.2128 \text{ m}$$

Jari-jari hidrolis saluran jika normal

$$R = A/p$$

$$R = 0.3795 \text{ m}^2 / 1.93 \text{ m} = 0.197 \text{ m}$$

Koefisien manning diambil 0.014 untuk saluran tersier, karena rata-rata saluran tersier terbuat dari pasangan batu bata tidak diplester.

Kecepatan aliran saluran jika *fullbank*

$$v = \frac{1}{0.014} \times 0.2128 \text{ m}^{2/3} \times 0.0049^{1/2}$$

$$v = 1.58 \text{ m/dt}$$

Kecepatan aliran saluran jika normal

$$v = \frac{1}{0.014} \times 0.197 \text{ m}^{2/3} \times 0.0049^{1/2}$$

$$v = 1.5 \text{ m/dt}$$

Debit kapasitas saluran jika *fullbank*

$$Q = A \times v$$

$$Q = 0.517 \text{ m}^2 \times 1.58 \text{ m/dt}$$

$$Q = 0.5675 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Debit kapasitas saluran jika normal

$$Q = A \times v$$

$$Q = 0.3795 \text{ m}^2 \times 1.5 \text{ m/dt}$$

$$Q = 0.25 \text{ m}^3/\text{dt}$$

- Contoh perhitungan eksisting, saluran sekunder Jalan Raya Tambak Sawah titik 29 menuju titik 30

Karena data di didapat dari hasil survei langsung digambarkan pada aplikasi autocad, maka luas penampang diketahui dengan menu area yang terdapat di autocad.

Luas penampang saluran *fullbank* : 5.81 m²

Keliling basah penampang saluran *fullbank* : 6.574 m

Luas penampang saluran normal : 2.053 m²

Keliling basah penampang saluran normal	: 4.46 m
Kemiringan Saluran (i)	: 0.0013
Panjang Saluran yang ditinjau (L)	: 192 m

$$v = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \quad (2.31)$$

Jari-jari hidrolis saluran jika *fullbank*

$$R = A/p$$

$$R = 5.81 \text{ m}^2 / 6.574 \text{ m} = 0.8838 \text{ m}$$

Jari-jari hidrolis saluran jika normal

$$R = A/p$$

$$R = 2.053 \text{ m}^2 / 4.46 \text{ m} = 0.4603 \text{ m}$$

Koefisien manning diambil 0.028 untuk saluran sekunder, karena rata-rata saluran sekunder terbuat dari pasangan batu kali tidak diplester.

Kecepatan aliran saluran jika *fullbank*

$$v = \frac{1}{0.028} \times 0.8838 \text{ m}^{2/3} \times 0.0013^{1/2}$$

$$v = 1.19 \text{ m/dt}$$

Kecepatan aliran saluran jika normal

$$v = \frac{1}{0.028} \times 0.4603 \text{ m}^{2/3} \times 0.0013^{1/2}$$

$$v = 0.77 \text{ m/dt}$$

Debit kapasitas saluran jika *fullbank*

$$Q = A \times v$$

$$Q = 5.81 \text{ m}^2 \times 1.19 \text{ m/dt}$$

$$Q = 6.909 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Debit kapasitas saluran jika normal

$$Q = A \times v$$

$$Q = 2.053 \text{ m}^2 \times 0.77 \text{ m/dt}$$

$$Q = 1.58 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Pada tabel 4.48 adalah hasil perhitungan analisis kapasitas eksisting saluran tersier Perumahan Tambak Rejo Indah dalam kondisi *fullbank* dan tabel 4.49 dalam kondisi normal. Tabel 4.50 adalah hasil perhitungan analisis kapasitas eksisting saluran sekunder kondisi *fullbank* dan tabel 4.51 dalam kondisi normal.

Tabel 4.48 Hasil perhitungan debit kapasitas dalam kondisi *fullbank* saluran tersier

Nama Saluran	Dimensi					v m/dt	Q <i>fullbank</i> m ³ /dt
	B m	H m	A m ²	P m	R m		
Saluran Tersier 1							
1 - 2	0.55	0.94	0.517	2.43	0.213	1.576	0.815
2 - 3	0.6	0.98	0.588	2.56	0.23	0.675	0.397
Saluran Tersier 2							
4 - 5	0.65	0.8	0.52	2.25	0.231	1.447	0.753
Saluran Tersier 3							
6 - 7	0.5	0.67	0.335	1.84	0.182	1.156	0.387
Saluran Tersier 4							
8 - 9	0.6	0.86	0.516	2.32	0.222	1.468	0.757
9 - 10	0.45	0.8	0.36	2.05	0.176	1.244	0.448
10 - 11	0.93	1.06	0.986	3.05	0.323	1.483	1.462

Tabel 4.48 Hasil perhitungan debit kapasitas dalam kondisi *fullbank* saluran tersier (lanjutan)

Nama Saluran	Dimensi					v m/dt	Q <i>fullbank</i> m ³ /dt
	B m	H m	A m ²	P m	R m		
Saluran Tersier 5							
12 - 13	0.65	0.68	0.442	2.01	0.22	0.981	0.434
Saluran Tersier 6							
14 - 15	0.4	0.52	0.208	1.44	0.144	1.130	0.235
15 - 16	0.49	0.59	0.289	1.67	0.173	0.761	0.220
16 - 17	0.48	0.62	0.298	1.72	0.173	0.849	0.253
17 - 18	0.48	0.85	0.408	2.18	0.187	0.739	0.302
18 - 19	0.48	0.72	0.346	1.92	0.18	1.111	0.384
19 - 20	0.48	0.8	0.384	2.08	0.185	1.044	0.401
20 - 21	0.48	0.72	0.346	1.92	0.18	0.658	0.228
21 - 22	0.93	1.2	1.116	3.33	0.335	1.172	1.308
22 - 23	0.65	1.1	0.715	2.85	0.251	0.694	0.496
23 - 24	0.65	0.87	0.566	2.39	0.237	0.864	0.489
24 - 25	0.55	1.14	0.627	2.83	0.222	0.933	0.585
25 - 26	0.65	0.9	0.585	2.45	0.239	1.028	0.601
26 - 27	0.82	1.15	0.943	3.12	0.302	1.091	1.029
Saluran Tersier Jalan Raya Nilam Barat							
28 - 31	0.93	1.05	0.977	3.03	0.322	1.685	1.645

Tabel 4.49 Hasil perhitungan debit kapasitas dalam kondisi normal saluran tersier

Nama Saluran	Dimensi					v m/dt	Q normal m ³ /dt
	B m	H m	A m ²	P m	R m		
Saluran Tersier 1							
1 - 2	0.55	0.69	0.38	1.93	0.197	1.495	0.568
2 - 3	0.6	0.68	0.408	1.96	0.208	0.632	0.258
Saluran Tersier 2							
4 - 5	0.65	0.55	0.358	1.75	0.204	0.984	0.352
Saluran Tersier 3							
6 - 7	0.5	0.42	0.21	1.34	0.157	1.046	0.220
Saluran Tersier 4							
8 - 9	0.6	0.66	0.396	1.92	0.206	1.396	0.553
9 - 10	0.45	0.6	0.27	1.65	0.164	1.187	0.320
10 - 11	0.93	0.66	0.614	2.25	0.273	1.325	0.813
Saluran Tersier 5							
12 - 13	0.65	0.33	0.215	1.31	0.164	0.806	0.173
Saluran Tersier 6							
14 - 15	0.4	0.32	0.128	1.04	0.123	1.015	0.130
15 - 16	0.49	0.44	0.216	1.37	0.157	0.714	0.154
16 - 17	0.48	0.47	0.226	1.42	0.159	0.802	0.181
17 - 18	0.48	0.7	0.336	1.88	0.179	0.717	0.241
18 - 19	0.48	0.57	0.274	1.62	0.169	1.064	0.291
19 - 20	0.48	0.6	0.288	1.68	0.171	0.994	0.286
20 - 21	0.48	0.47	0.226	1.42	0.159	0.625	0.141
21 - 22	0.93	0.6	0.558	2.13	0.262	0.995	0.555
22 - 23	0.65	0.75	0.488	2.15	0.227	0.649	0.316
23 - 24	0.65	0.62	0.403	1.89	0.213	0.806	0.325
24 - 25	0.55	0.84	0.462	2.23	0.207	0.892	0.412
25 - 26	0.65	0.65	0.423	1.95	0.217	0.963	0.407
26 - 27	0.82	0.8	0.656	2.42	0.271	1.015	0.666
Saluran Tersier Jalan Raya Nilam Barat							
28 - 31	0.93	0.85	0.791	2.63	0.301	1.608	1.271

Tabel 4.50 Hasil perhitungan debit kapasitas dalam kondisi *fullbank* saluran sekunder

Nama Saluran	Dimensi			v m/dt	Q _{fullbank} m ³ /dt
	A m ²	P m	R m		
Saluran Sekunder dari Perumahan Tambak Rejo Indah					
3 - 5	1.860	1.770	1.051	0.947	1.761
5 - 7	2.750	4.619	0.595	1.108	3.047
7 - 32	2.750	4.619	0.595	1.495	4.112
27 - 13	2.750	4.619	0.595	0.946	2.603
13 - 11	2.660	4.605	0.578	1.615	4.297
11 - 32	2.500	4.520	0.553	1.076	2.690
32 - 33	2.437	4.357	0.559	1.010	2.462
33 - 35	5.588	6.561	0.852	1.492	8.338
Saluran Sekunder Jalan Raya Tambak Sawah					
29 - 30	5.810	6.574	0.884	1.189	6.909
30 - 31	7.524	7.599	0.99	2.762	16.542
31- 34	3.432	5.146	0.667	0.919	3.155
34 - 35	7.392	7.520	0.983	0.923	6.823
Saluran Sekunder menuju saluran primer					
35 - 36	6.276	6.582	0.953	1.861	11.682

Tabel 4.51 Hasil perhitungan debit kapasitas dalam kondisi normal saluran sekunder

Nama Saluran	Dimensi			v m/dt	Q normal m ³ /dt
	A m ²	P m	R m		
Saluran Sekunder dari Perumahan Tambak Rejo Indah					
3 - 5	0.355	0.455	0.780	0.776	0.276
5 - 7	0.916	3.003	0.305	0.709	0.650
7 - 32	0.916	3.003	0.305	0.957	0.877
27 - 13	0.916	3.003	0.305	0.606	0.555
13 - 11	0.833	2.986	0.279	0.762	0.635
11 - 32	0.766	2.770	0.277	0.619	0.474
32 - 33	0.848	2.752	0.308	0.679	0.576
33 - 35	1.628	4.628	0.352	0.828	1.348
Saluran Sekunder Jalan Raya Tambak Sawah					
29 - 30	2.053	4.46	0.4603	0.770	1.580
30 - 31	2.484	4.61	0.5385	1.465	3.639
31- 34	1.245	3.20	0.3889	0.642	0.799
34 - 35	2.55	4.66	0.5478	0.625	1.594
Saluran Sekunder menuju saluran primer					
35 - 36	0.808	4.25	0.1903	0.636	0.514

4.4 Membandingkan Debit Kapasitas Saluran dengan Debit Rencana

Setelah menghitung debit kapasitas saluran dan debit rencana maka membandingkan apakah debit kapasitas saluran mampu menampung debit rencana dari periode ulang hujan yang ditentukan. Berikut ini adalah hasil membandingkan debit kapasitas dengan debit rencana yang di tunjukkan pada tabel. Pada tabel 4.52 adalah hasil membandingkan debit rencana periode ulang 2 tahun pada saluran tersier, sedangkan pada tabel 4.53 adalah hasil membandingkan debit periode ulang 5 tahun pada saluran sekunder.

Tabel 4.52 Hasil evaluasi debit kapasitas dengan debit rencana (Q₂) pada saluran tersier

Nama Saluran	Debit Q ₂ m ³ /dt	Q _{fullbank} m ³ /dt	Q _{normal} m ³ /dt	(Q _{fullbank} - Q _{normal}) m ³ /dt	Kesimpulan
Saluran Tersier 1					
1 - 2	0.186	0.815	0.568	0.247	TIDAK MELUBER
2 - 3	0.200	0.397	0.258	0.139	MELUBER
Saluran Tersier 2					
4 - 5	0.268	0.753	0.352	0.401	TIDAK MELUBER
Saluran Tersier 3					
6 - 7	0.218	0.387	0.220	0.168	MELUBER
Saluran Tersier 4					
8 - 9	0.157	0.757	0.553	0.205	TIDAK MELUBER
9 - 10	0.187	0.448	0.320	0.127	MELUBER
10 - 11	0.338	1.462	0.813	0.649	TIDAK MELUBER
Saluran Tersier 5					
12 - 13	0.230	0.434	0.173	0.261	TIDAK MELUBER

Tabel 4.52 Hasil evaluasi debit kapasitas dengan debit rencana (Q2) pada saluran tersier (lanjutan)

Nama Saluran	Debit Q2 m ³ /dt	Qfullbank m ³ /dt	Qnormal m ³ /dt	(Qfullbank- Qnormal) m ³ /dt	Kesimpulan
Saluran Tersier 6					
14 - 15	0.035	0.235	0.130	0.105	TIDAK MELUBER
15 - 16	0.081	0.220	0.154	0.066	MELUBER
16 - 17	0.182	0.253	0.181	0.072	MELUBER
17 - 18	0.301	0.302	0.241	0.061	MELUBER
18 - 19	0.326	0.384	0.291	0.093	MELUBER
19 - 20	0.397	0.401	0.286	0.115	MELUBER
20 - 21	0.436	0.228	0.141	0.087	MELUBER
21 - 22	0.457	1.308	0.555	0.753	TIDAK MELUBER
22 - 23	0.453	0.496	0.316	0.180	MELUBER
23 - 24	0.458	0.489	0.325	0.164	MELUBER
24 - 25	0.464	0.585	0.412	0.139	MELUBER
25 - 26	0.470	0.601	0.407	0.194	MELUBER
26 - 27	0.482	1.029	0.666	0.363	MELUBER
Saluran Tersier Jalan Raya Nilam Barat					
28 - 31	0.319	1.645	1.271	0.374	TIDAK MELUBER

Tabel 4.53 Hasil evaluasi debit kapasitas dengan debit rencana (Q5) pada saluran sekunder

Nama Saluran	Debit Q5 m ³ /dt	Qfullbank m ³ /dt	Qnormal m ³ /dt	(Qfullbank- Qnormal) m ³ /dt	Kesimpulan untuk Qr 5 tahun
Saluran Sekunder dari Perumahan Tambak Rejo Indah					
3 - 5	0.053	1.761	0.276	1.486	TIDAK MELUBER
5 - 7	0.366	3.047	0.650	2.397	TIDAK MELUBER
7 - 32	0.626	4.112	0.877	3.235	TIDAK MELUBER
27 - 13	0.643	2.603	0.555	2.048	TIDAK MELUBER
13 - 11	0.798	4.297	0.635	3.662	TIDAK MELUBER
11 - 32	1.032	2.690	0.474	2.216	TIDAK MELUBER
32 - 33	1.381	2.462	0.576	1.886	TIDAK MELUBER
33 - 35	2.3684	8.338	1.348	6.991	TIDAK MELUBER
Saluran Sekunder Jalan Raya Tambak Sawah					
29 - 30	0.817	6.909	1.580	5.329	TIDAK MELUBER
30 - 31	1.106	16.542	3.639	12.903	TIDAK MELUBER
31- 34	1.780	3.155	0.799	2.356	TIDAK MELUBER
34 - 35	2.502	6.823	1.594	5.229	TIDAK MELUBER
Saluran Sekunder menuju saluran primer					
35 - 36	3.929	11.682	0.514	11.168	TIDAK MELUBER

Setelah membandingkan debit kapasitas dengan debit rencana maka dapat mengetahui di titik mana saja saluran yang meluber. Hasil yang terdapat pada tabel 4.53 menunjukkan saluran tersier yang meluber adalah saluran tersier 6 yang lokasinya berada di sisi sebelah timur jalan raya ikan nilam dan saluran tersier 6 lanjutan seperti yang tergambar pada gambar. Saluran tersier 6 sepanjang sisi sebelah timur jalan raya ikan nilam membawa air dari sepanjang jalan raya nilam lalu berbelok menuju saluran sekunder yang berada di sebelah timur perumahan. Saluran tersier 6 lanjutan sisi sebelah timur jalan raya ikan nilam menerima debit

tersebut dan debit dari saluran kuarter sehingga mengalami *fullbank capacity* yang menyebabkan saluran meluber.

Solusi yang disarankan dalam penanganan genangan untuk saluran tersier 6 tersebut adalah dengan membangun kolam tampungan di ujung saluran tersier 6 sisi sebelah timur Jalan Raya Ikan Nilam. Pada gambar 4.3 adalah lokasi rencana penempatan kolam tampung, dengan memanfaatkan lahan terbuka di area lapangan jalan ikan sepat. Kolam tampungan ini berfungsi untuk menampung kelebihan debit dari saluran tersier 6 sepanjang sisi sebelah timur jalan raya ikan nilam. Kolam tampungan dialirkan dengan mengandalkan gaya gravitasi dilengkapi dengan pintu air, supaya dapat mengontrol debit yang akan dialirkan menuju saluran lanjutan tersier 6 lanjutan sehingga, saluran tersier 6 lanjutan tidak mengalami *fullbank capacity*. Pada sub bab 4.5 adalah perhitungan perencanaan kolam tampungan.



Gambar 4.3 Lokasi kolam tampung dan saluran tersier 6 Perumahan Tambak Rejo Indah

4.5 Analisis Kolam Tampung

Pada kawasan perumahan tambak rejo indah, akan direncanakan sebuah kolam tampung. Sebagian debit air dari saluran tersier 6 sepanjang jalan raya nilam ditampung terlebih dahulu sebelum dialirkan menuju saluran tersier 6 menuju saluran sekunder sesuai dengan debit yang diijinkan.

Perhitungan dimensi kolam tampung dihitung menggunakan debit hidrograf rasional, diketahui data debit puncak inflow sebesar $0,457 \text{ m}^3/\text{dt}$ dengan waktu aliran puncak selama 30 menit.

Diketahui :

Panjang saluran tersier 6 sisi sebelah timur sepanjang jalan raya nilam (L) adalah 456 meter

Q inflow puncak : $0.457 \text{ m}^3/\text{detik}$

Q outflow rencana : $0.15 \text{ m}^3/\text{detik}$

Waktu aliran puncak (T_c) : 30 menit

Waktu pengaliran sepanjang saluran :

$$T_d : \frac{L}{60 \times v} = \frac{456 \text{ m}}{60 \times 0.79 \text{ m/dt}} = 9.6 \text{ menit}$$

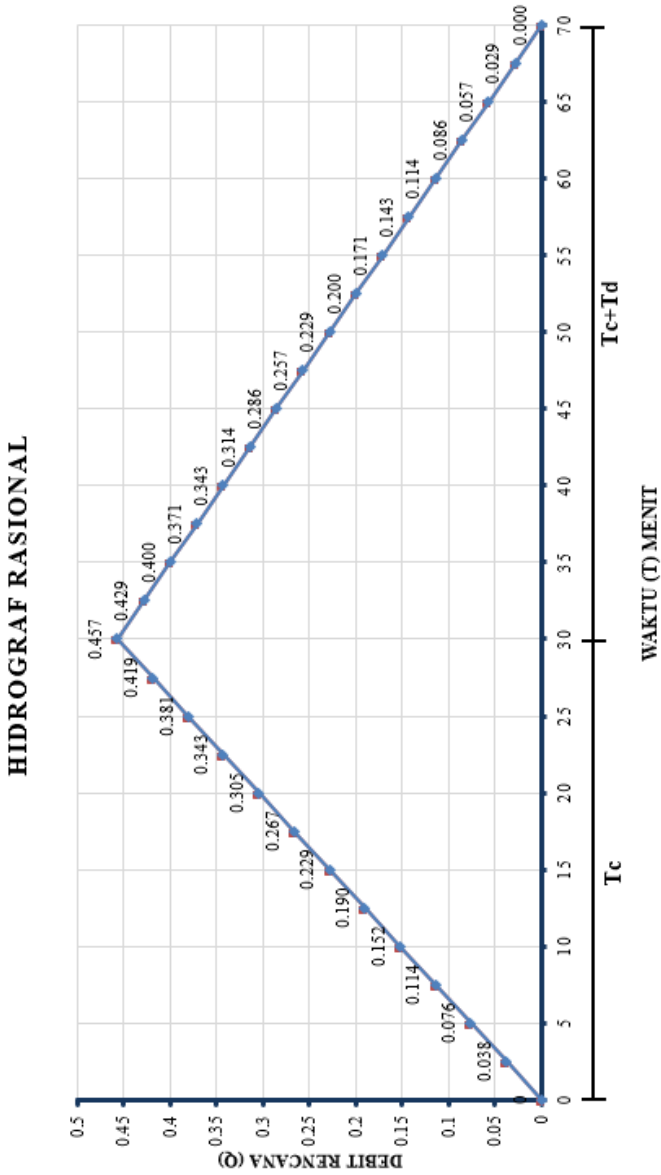
$$T_c + T_d = 30 \text{ menit} + 10 \text{ menit} = 40 \text{ menit}$$

Gambar 4.4 adalah penggambaran debit inflow dengan menggunakan hidrograf rasional. Setelah menggambar debit inflow lalu menghitung volume inflow dan outflow untuk mencari

volume kolam tampungan. Pada tabel 4.54 adalah hasil perhitungan debit inflow dan outflow menjadi volume inflow dan outflow. Untuk mengetahui volume tampungan yaitu: dipilih selisih volume inflow dengan outflow paling besar dapat dilihat pada gambar 4.5.

$$\begin{aligned} \text{Volume kolam tampungan} & : \text{Volume inflow kumulatif} - \\ & \text{Volume outflow kumulatif} \\ \text{Volume kolam tampungan} & : 362.17 \text{ m}^3 - 303.75 \text{ m}^3 \\ & : 58.42 \text{ m}^3 \approx 60 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dengan volume 60 m^3 direncanakan kedalaman 1.3 meter, sehingga luas kolam tampung yaitu sebesar 46 m^2 . Dengan luas tersebut dapat direncanakan dimensi kolam tampung sebesar 9 meter x 5.2 meter. Akan tetapi, penulis merencanakan dimensi kolam tampung sebesar 10 meter x 10 meter untuk mengoptimalkan fungsi kolam tampung tidak hanya menampung debit rencana sepanjang saluran tersier 6 sisi timur jalan raya nilam, juga menampung curah hujan untuk kolam tampung itu sendiri.

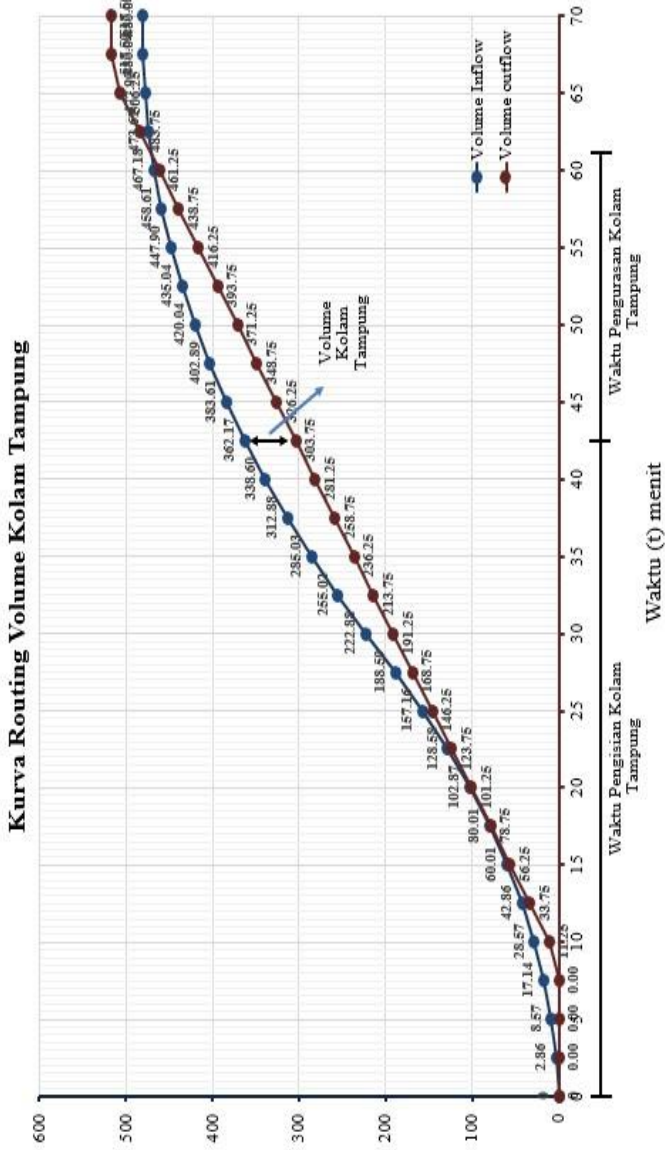


Sumber : Hasil perhitungan excel

Gambar 4.4 Debit Inflow Hidrograf Rasional

Tabel 4.54 Hasil perhitungan routing kolam tampungan

Waktu (T)		Debit Inflow	Volume Inflow	Volume Inflow Kumulatif	Debit Outflow	Volume Inflow	Volume Outflow Kumulatif
detik	menit	m ³ /detik	m ³	m ³	m ³ /detik	m ³	m ³
0	0	0	0	0.00	0	0	0.00
150	2.5	0.038	2.86	2.86	0.00	0	0.00
300	5	0.076	5.71	8.57	0.00	0	0.00
450	7.5	0.114	8.57	17.14	0.00	0	0.00
600	10	0.152	11.43	28.57	0.15	11.25	11.25
750	12.5	0.190	14.29	42.86	0.15	22.5	33.75
900	15	0.229	17.14	60.01	0.15	22.5	56.25
1050	17.5	0.267	20.00	80.01	0.15	22.5	78.75
1200	20	0.305	22.86	102.87	0.15	22.5	101.25
1350	22.5	0.343	25.72	128.58	0.15	22.5	123.75
1500	25	0.381	28.57	157.16	0.15	22.5	146.25
1650	27.5	0.419	31.43	188.59	0.15	22.5	168.75
1800	30	0.457	34.29	222.88	0.15	22.5	191.25
1950	32.5	0.429	32.15	255.02	0.15	22.5	213.75
2100	35	0.400	30.00	285.03	0.15	22.5	236.25
2250	37.5	0.371	27.86	312.88	0.15	22.5	258.75
2400	40	0.343	25.72	338.60	0.15	22.5	281.25
2550	42.5	0.314	23.57	362.17	0.15	22.5	303.75
2700	45	0.286	21.43	383.61	0.15	22.5	326.25
2850	47.5	0.257	19.29	402.89	0.15	22.5	348.75
3000	50	0.229	17.14	420.04	0.15	22.5	371.25
3150	52.5	0.200	15.00	435.04	0.15	22.5	393.75
3300	55	0.171	12.86	447.90	0.15	22.5	416.25
3450	57.5	0.143	10.72	458.61	0.15	22.5	438.75
3600	60	0.114	8.57	467.18	0.15	22.5	461.25
3750	62.5	0.086	6.43	473.61	0.15	22.5	483.75
3900	65	0.057	4.29	477.90	0.15	22.5	506.25
4050	67.5	0.029	2.14	480.04	0.15	11.25	517.50
4200	70	0.000	0.00	480.04	0.00	0	517.50



Sumber : Hasil perhitungan excel

Gambar 4.5 Kurva Routing Volume Kolan Tampung

1. Perhitungan dimensi pintu air

$$h = 1.1$$

$$l = 0.65$$

$$Q = \frac{1}{2} \times \gamma_{air} \times h^2$$

$$Q = \frac{1}{2} \times 1 \times 1.1^2$$

$$= 0.605 \text{ m}$$

Diasumsikan tebal pelat = 10 mm = (0.01 m)

Menghitung tebal pinu = $\frac{M}{W} < \text{mutu baja}$

$$= \frac{\frac{1}{8} \times q \times L^2}{\frac{1}{6} \times h \times t^2} < 1800 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\frac{\frac{1}{8} \times 0.605 \times 0.5^2}{\frac{1}{6} \times 1.1 \times 0.01^2} < 1800 \text{ Kg/cm}^2$$

$$0.0189 \text{ Tm} / 0.00183 \text{ m}^3 < 1800 \text{ Kg/cm}^2$$

$$10.33 \text{ T/m}^2 < 1800 \text{ Kg/cm}^2$$

$$1033 \text{ Kg/cm}^2 < 1800 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (Ok)}$$

2. Perhitungan Bukaannya Pintu untuk saluran tersier 6 sisi timur
Jalan Raya Nilam

Dimensi Pintu Angkat

$$B \text{ rencana} = 0.65 \text{ m}$$

$$Z \text{ rencana} = 0.35 \text{ m}$$

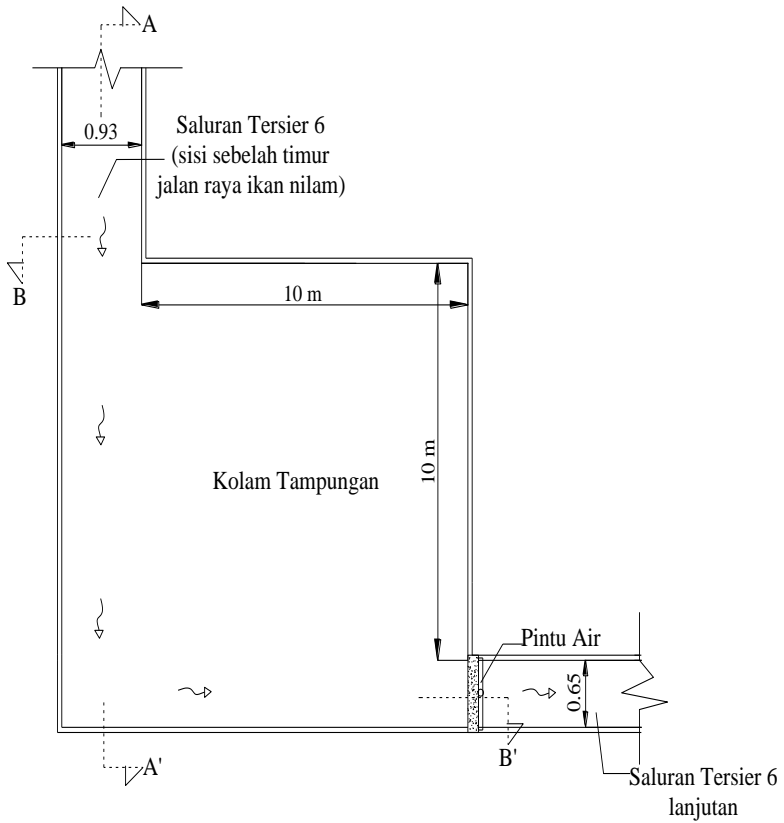
$$Q = \mu a b \sqrt{2 g z}$$

$$0.15 = 0.8 \times a \times 0.65 \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.35}$$

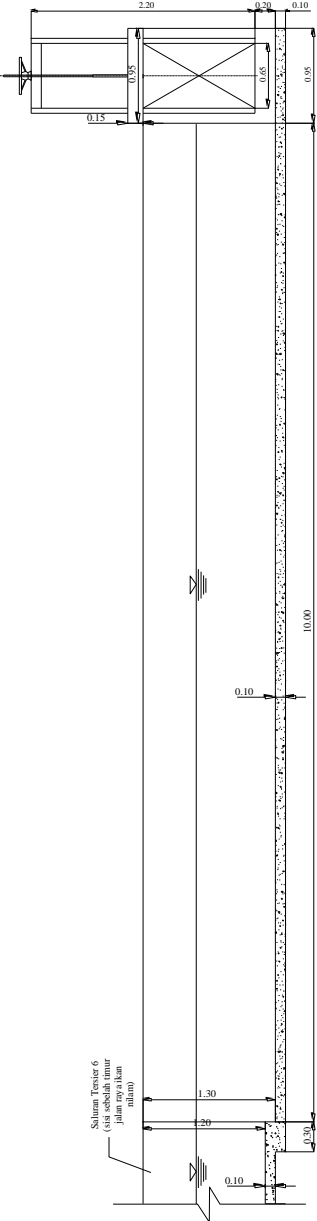
$$a = 0.11 \text{ m}$$

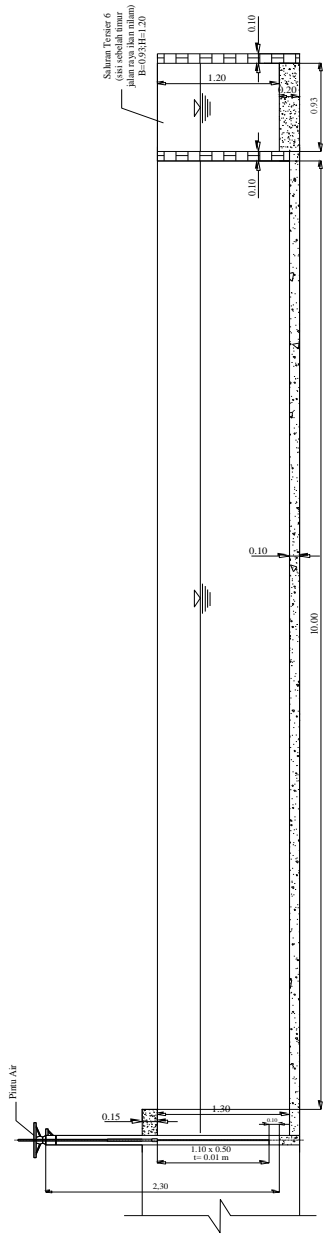
Jadi pintu dibuka dengan bukaan = 0.11 m = 11 cm

Selain membuat kolam tampungan solusi lain yang digunakan dalam menangani masalah genangan di Perumahan Tambak Rejo Indah adalah dengan cara menormalisasi saluran, yaitu dengan cara memperdalam saluran. Rata-rata saluran di Perumahan Tambak Rejo Indah terjadi pengangkalan akibat sedimen yang di biarkan mengendap terlalu lama, sehingga debit kapasitas saluran menjadi berkurang



Gambar 4.6 Denah kolam tampung





Tabel 4.55 Hasil evaluasi debit kapasitas dengan debit rencana (Q2) pada saluran tersier 6 lanjutan

Nama Saluran	Debit Q2 m ³ /dt	Qfullbank m ³ /dt	Qnormal m ³ /dt	(Qfullbank- Qnormal) m ³ /dt	Kesimpulan
Kolam Tampung	0.338				
Q saluran ijin	0.119				
ST22-ST23	0.147	0.496	0.316	0.180	TIDAK MELUBER
ST23-ST24	0.154	0.489	0.325	0.164	TIDAK MELUBER
ST24-ST25	0.165	0.585	0.412	0.173	TIDAK MELUBER
ST25-ST26	0.182	0.601	0.407	0.194	TIDAK MELUBER
ST26-ST27	0.204	1.029	0.666	0.363	TIDAK MELUBER

Tabel 4.57 Hasil perhitungan re-design saluran tersier 6 sisi sebelah timur jalan raya nilam

Saluran	Jarak	Elevasi Dasar Saluran	Tinggi Saluran	Lebar Dasar Saluran (B)	Luas Penampang Basah	Keliling Basah (P)	Jari-jari Hidrolis	Kemiringan saluran	Kecepatan	Q	
	m		m	m	m ²	m	m		m/dt	m ³ /dt	
Saluran tersier 6											
14	68	5.600	4.800	0.8	0.4	0.320	2.000	0.160	0.00140	0.787	0.252
15	68	5.505	4.705	0.8	0.6	0.480	2.200	0.218	0.00088	0.769	0.369
16	68	5.445	4.645	0.8	0.6	0.480	2.200	0.218	0.00088	0.769	0.369
17	68	5.385	4.585	0.8	0.6	0.480	2.200	0.218	0.00088	0.769	0.369
18	68	5.325	4.425	0.9	0.6	0.540	2.400	0.225	0.00088	0.769	0.369
19	68	5.265	4.365	0.9	0.6	0.540	2.400	0.225	0.00088	0.785	0.424
20	68	5.205	4.305	0.9	0.6	0.540	2.400	0.225	0.00088	0.785	0.424
21	68	5.145	3.950	1.2	0.93	1.116	3.33	0.335	0.00088	0.785	0.424
									0.785	0.876	

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari uraian secara umum dan perhitungan secara teknis pada bab-bab sebelumnya dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari hasil perhitungan curah hujan rencana diperoleh periode ulang 2 tahun sebesar 88.522 mm untuk menghitung debit rencana pada saluran tersier dan periode ulang 5 tahun sebesar 120.713 mm untuk menghitung debit rencana pada saluran sekunder,
2. Pada perhitungan analisa hidrologi dan hidrolika, kapasitas eksisting saluran sekunder mampu menampung debit rencana periode ulang 5 tahun, sedangkan pada saluran tersier terdapat 14 ruas saluran yang tidak mampu menampung debit rencana periode ulang 2 tahun.
3. Dari hasil evaluasi maka perlu dilakukan normalisasi saluran yaitu membersihkan sedimen-sedimen yang berada di saluran. Selain normalisasi juga akan dilakukan perencanaan fasilitas drainase berupa kolam tampung yang dilengkapi dengan pintu air.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan pada tugas akhir ini, dibawah ini terdapat beberapa saran yang bisa dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk mencegah terjadinya genangan pada kawasan Perumahan Tambak Rejo Indah Kecamatan Waru Kabupaten Sidoarjo, yaitu:

- a. Perlu adanya normalisasi saluran, dan merawat saluran agar berfungsi dengan optimal
- b. Air hujan dari luar kawasan perumahan agar tidak masuk kawasan perumahan, perlu dialirkan melalui saluran pembuang sendiri.
- c. Selain merencanakan kolam tampungan, disarankan juga pembuatan *shortcut* saluran di saluran tersier 6 yang berada sisi timur Jalan Raya Ikan Nilam menuju saluran sekunder pabrik Jalan Raya Tambak Sawah.

DAFTAR PUSTAKA

- Allafa89. "**Drainase**". <<http://bahanreferensi.blogspot.co.id/2010/05/drainase.html>> (diakses tanggal 27 Desember 2016)
- Dirjen Cipta Karya. 2012. **Buku Panduan Sistem Drainase Mandiri Bebas Masyarakat Yang Berwawasan Lingkungan: Tata Cara Pembuatan Kolam Retensi Dan Polder Dengan Saluran-Saluran Utama**. Departemen Pekerjaan Umum
- Firdaus, Ahmad. (2013). "**Perancangan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan Pada Jalan Dr. Setiabudi, Sepanjang 2,9 Km di Kota Bandung**". *Tugas Akhir*. Politeknik Negeri Bandung
- Hasmar, H.A Halim. (2012). **Drainasi Terapan**. UII Press. Yogyakarta
- Soewarno. (1995). **Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data Jilid 1**. Nova. Bandung
- Sosrodarsono,S; Takeda, K. (2003). **Hidrologi untuk Pengairan**. PT Pradnya Paramita. Jakarta
- Suripin. (2004). **Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan**. Andi Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. (2015). **Hidrologi Terapan**. Beta Offset. Yogyakarta.



JUDUL TUGAS AKHIR

PENANGANAN GENANGAN DAERAH
LAYANAN DRAINASE
PERUMAHAN TAMBAK REJO INDAH
KECAMATAN WARU KABUPATEN
SIDOARJO

JUDUL GAMBAR

Skema Jaringan Drainase
Perumahan Tambak Rejo Indah
sampai Saluran Primer

SKALA

NAMA MAHASISWA/NRP

Tanti Aridipa
(3114 030 002)
Rifky Basysyar R.
(3114 030 045)

DOSEN PEMBIMBING

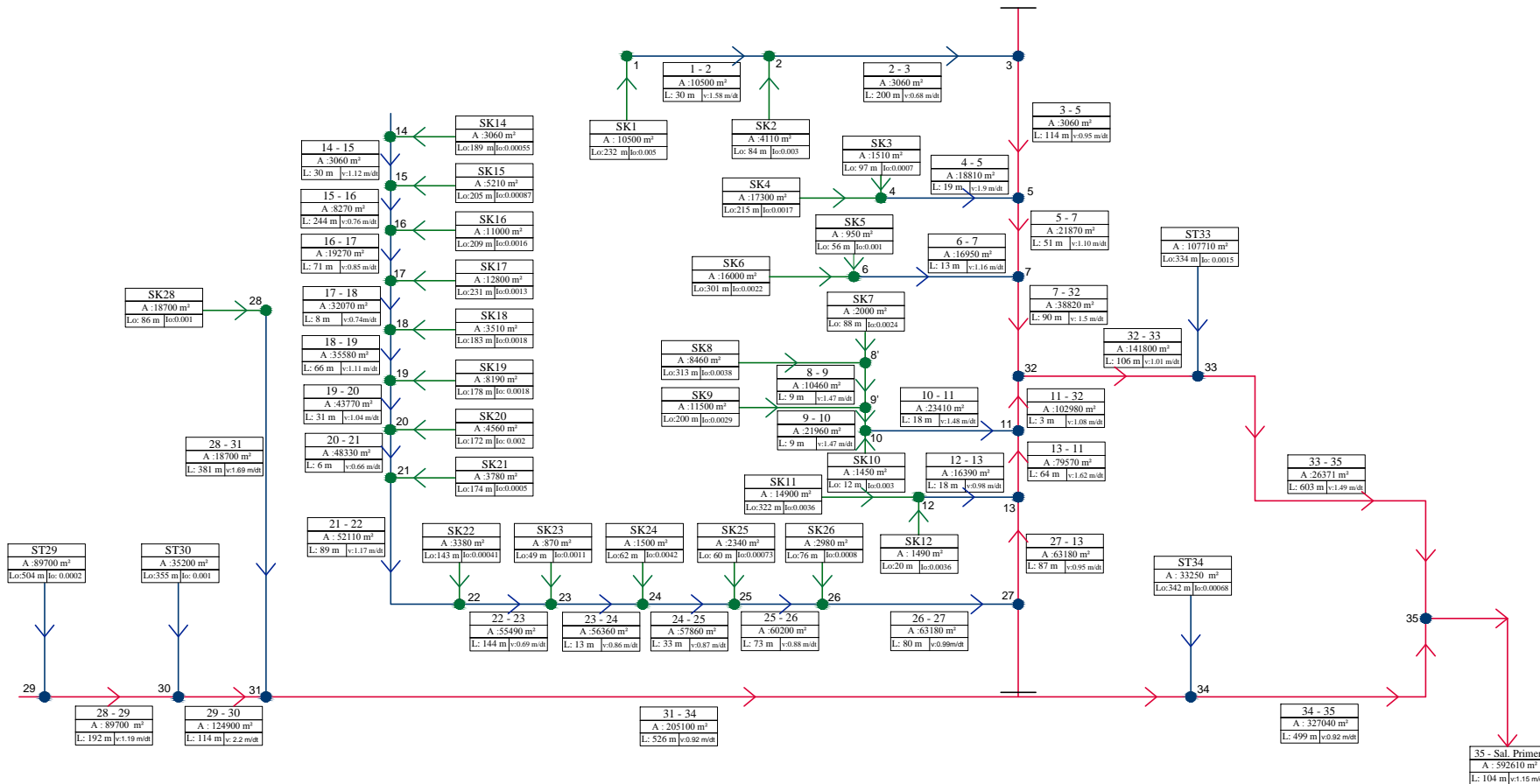
Ir. Didik Harijanto,CES
S. Kamilia Aziz.,ST,MT

KETERANGAN

- Saluran sekunder
- Saluran tersier
- Saluran kuartier

NO GAMBAR | JML GAMBAR

1 | 10





DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR
SIPIL
PROGRAM DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PENANGANAN GENANGAN DAERAH
LAYANAN DRAINASE
PERUMAHAN TAMBAK REJO INDAH
KECAMATAN WARU KABUPATEN
SIDOARJO

JUDUL GAMBAR

Lokasi Kolam Tampungan

SKALA

NAMA MAHASISWA/NRP

Tanti Aridipa
(3114 030 002)
Rifky Basysyar R.
(3114 030 045)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Didik Harijanto, CES

S. Kamilia Aziz., ST, MT

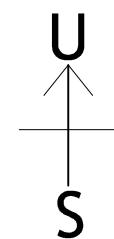
KETERANGAN

NO GAMBAR

2

JML GAMBAR

10





DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR
SIPIL
PROGRAM DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PENANGANAN GENANGAN DAERAH
LAYANAN DRAINASE
PERUMAHAN TAMBAK REJO INDAH
KECAMATAN WARU KABUPATEN
SIDOARJO

JUDUL GAMBAR

Peta jaringan drainase
perumahan tambak rejo indah

SKALA

NAMA MAHASISWA/NRP

Tanti Aridipa
(3114 030 002)
Rifky Basysyar R.
(3114 030 045)

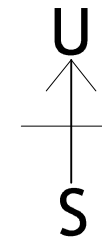
DOSEN PEMBIMBING

Ir. Didik Harijanto,CES
S. Kamilia Aziz.,ST,MT

KETERANGAN

NO GAMBAR | JML GAMBAR

3 | 10





JUDUL TUGAS AKHIR

PENANGANAN GENANGAN DAERAH
LAYANAN DRAINASE
PERUMAHAN TAMBAK REJO INDAH
KECAMATAN WARU KABUPATEN
SIDOARJO

JUDUL GAMBAR

Skema Jaringan Drainase
Perumahan Tambak Rejo Indah
sampai Saluran Primer

SKALA

NAMA MAHASISWA/NRP

Tanti Aridipa
(3114 030 002)
Rifky Basysyar R.
(3114 030 045)

DOSEN PEMBIMBING

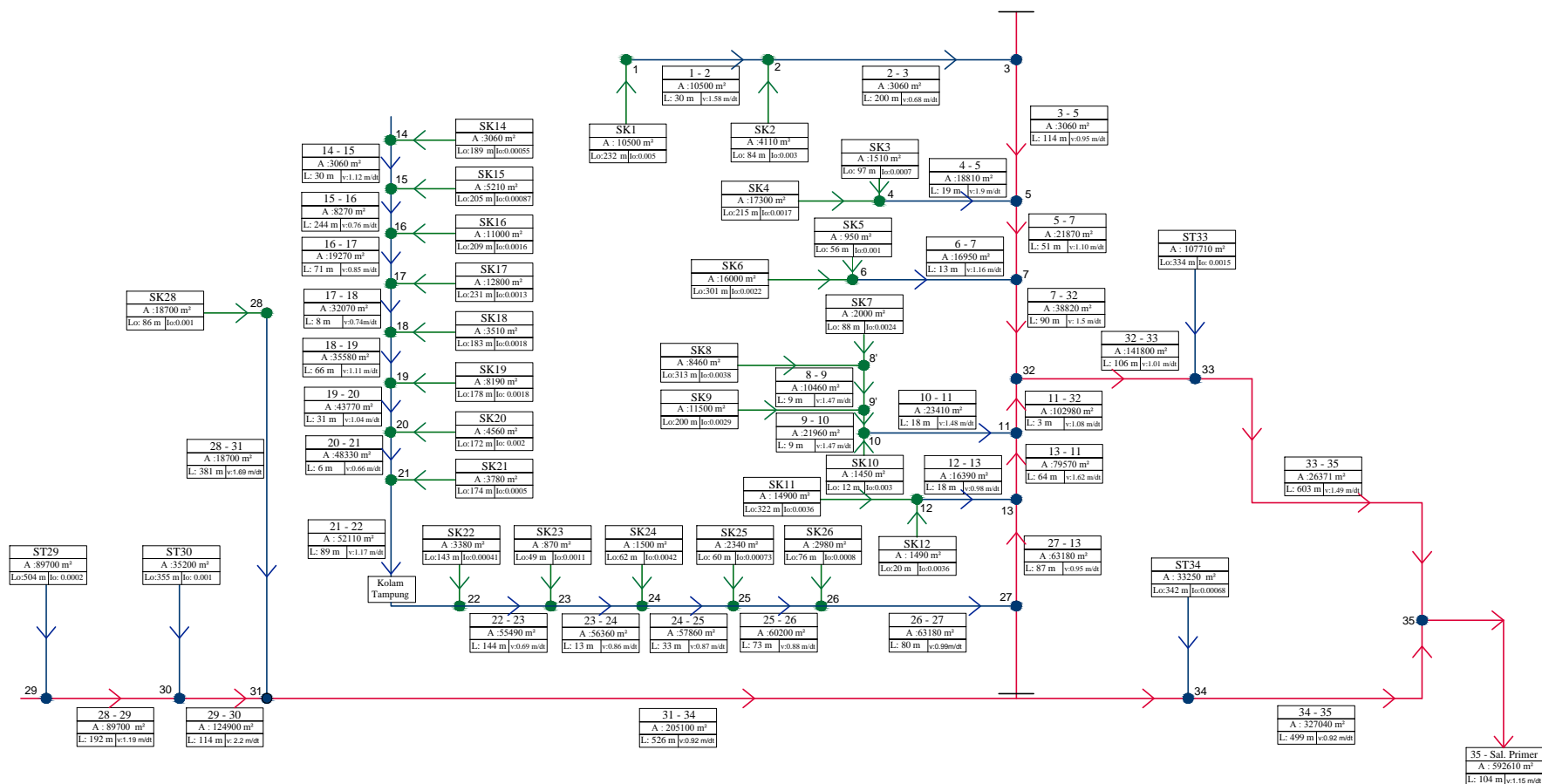
Ir. Didik Harijanto,CES
S. Kamilia Aziz,,ST,MT

KETERANGAN

- Saluran sekunder
- Saluran tersier
- Saluran kuartier

NO GAMBAR | JML GAMBAR

4 | 10





DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR
SIPIIL
PROGRAM DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PENANGANAN GENANGAN DAERAH
LAYANAN DRAINASE
PERUMAHAN TAMBAK REJO INDAH
KECAMATAN WARU KABUPATEN
SIDOARJO

JUDUL GAMBAR

Potongan Memanjang Rencana
Desain Saluran Tersier 6 Sisi
Timur Jalan Raya Nilam

SKALA

1 : 15

NAMA MAHASISWA/NRP

Tanti Aridipa
(3114 030 002)
Rifky Basysyar R.
(3114 030 045)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Didik Harijanto,CES
S. Kamilia Aziz.,ST,MT

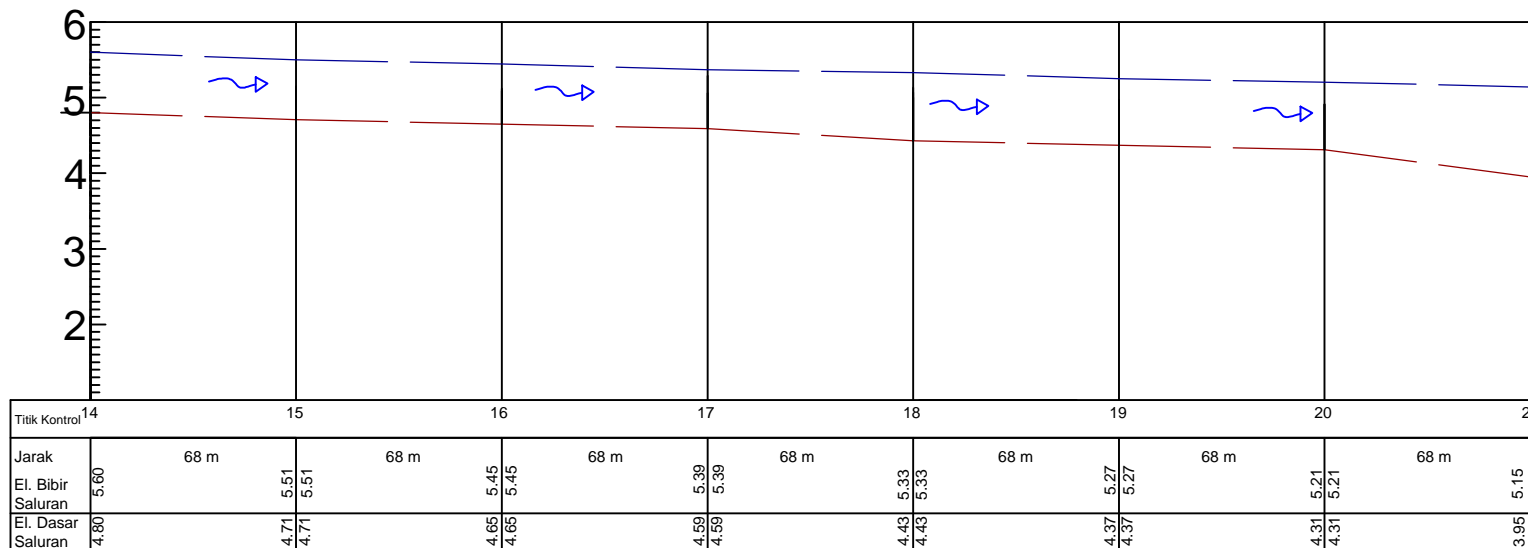
KETERANGAN

NO GAMBAR

6

JML GAMBAR

10





DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR
SIPIL
PROGRAM DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PENANGANAN GENANGAN DAERAH
LAYANAN DRAINASE
PERUMAHAN TAMBAK REJO INDAH
KECAMATAN WARU KABUPATEN
SIDOARJO

JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang Rencana
Desain Saluran Tersier 6 sisi
Timur Jalan Raya Nilam

SKALA

1: 25

NAMA MAHASISWA/NRP

Tanti Aridipa
(3114 030 002)
Rifky Basysyar R.
(3114 030 045)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Didik Harijanto,CES
S. Kamilia Aziz.,ST,MT

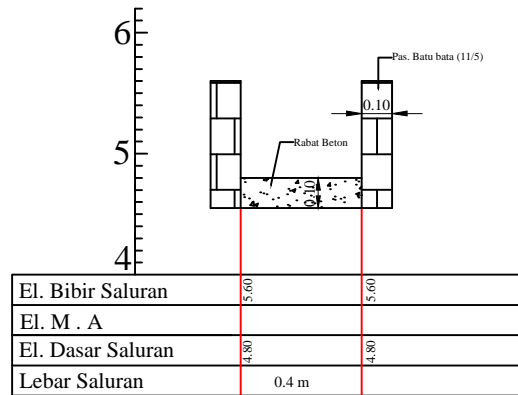
KETERANGAN

NO GAMBAR

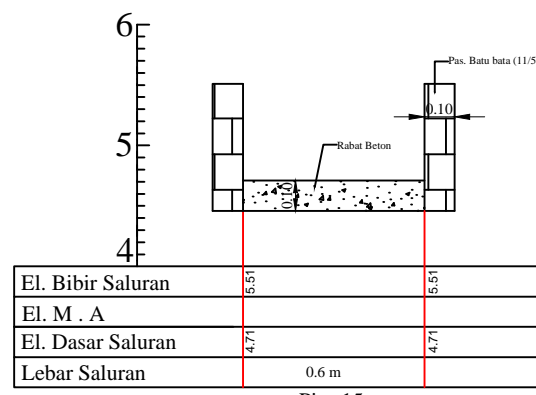
JML GAMBAR

7

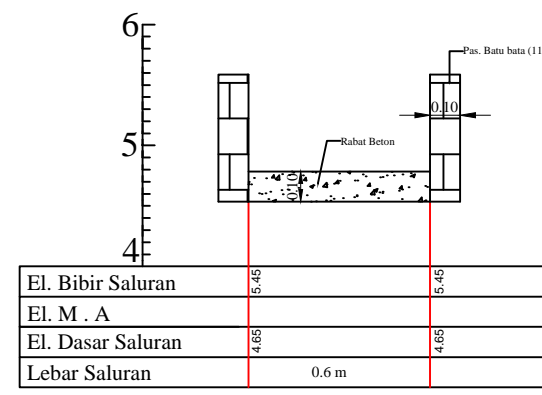
10



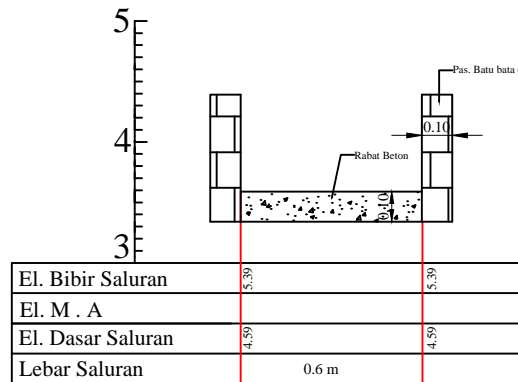
Pias 14



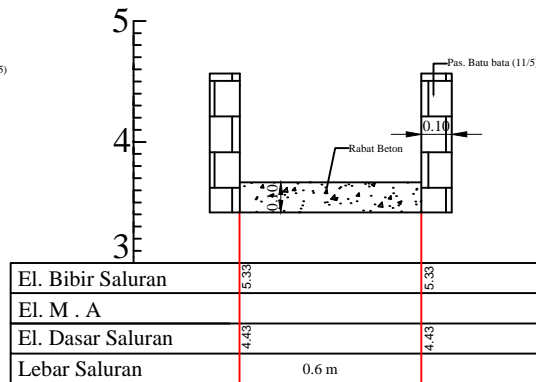
Pias 15



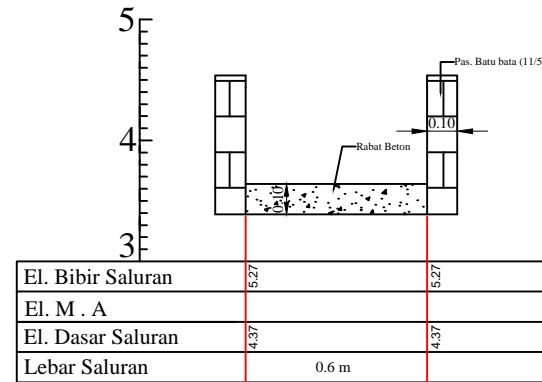
Pias 16



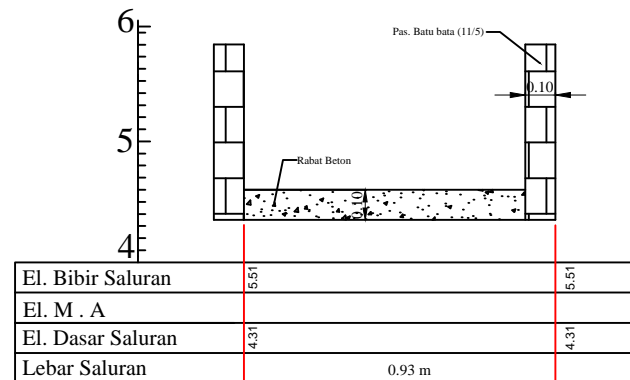
Pias 17



Pias 18



Pias 19



Pias 20



DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR
SIPIL
PROGRAM DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PENANGANAN GENANGAN DAERAH
LAYANAN DRAINASE
PERUMAHAN TAMBAK REJO INDAH
KECAMATAN WARU KABUPATEN
SIDOARJO

JUDUL GAMBAR

Denah Kolam Tampung

SKALA

1: 20

NAMA MAHASISWA/NRP

Tanti Aridipa
(3114 030 002)
Rifky Basysyar R.
(3114 030 045)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Didik Harijanto, CES

S. Kamilia Aziz., ST, MT

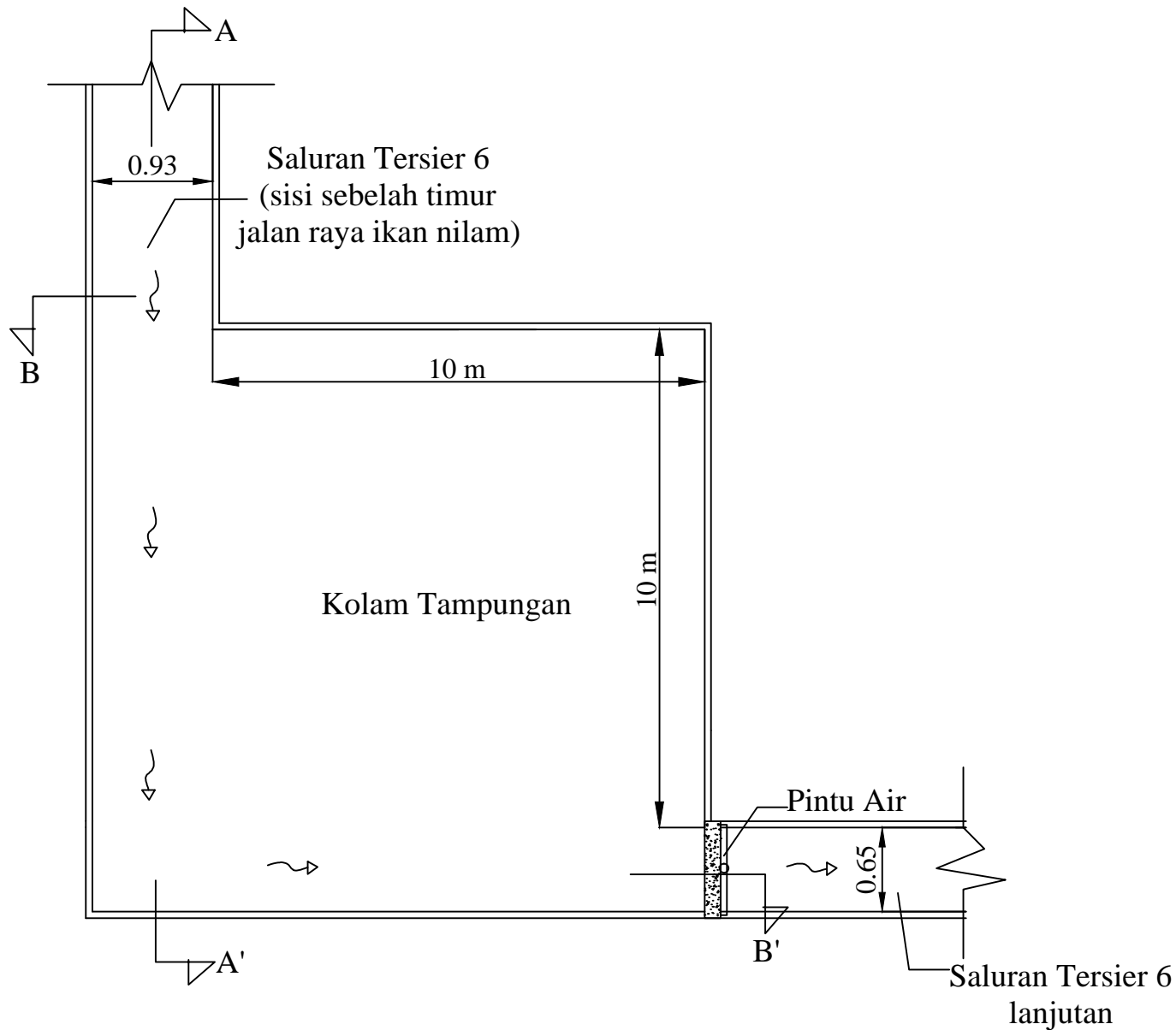
KETERANGAN

NO GAMBAR

8

JML GAMBAR

10





DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR
SIPIL
PROGRAM DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PENANGANAN GENANGAN DAERAH
LAYANAN DRAINASE
PERUMAHAN TAMBAK REJO INDAH
KECAMATAN WARU KABUPATEN
SIDOARJO

JUDUL GAMBAR

Gambar Potongan Kolam
Tampung

SKALA

1: 55

NAMA MAHASISWA/NRP

Tanti Aridipa
(3114 030 002)
Rifky Basysyar R.
(3114 030 045)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Didik Harijanto,CES
S. Kamilia Aziz.,ST,MT

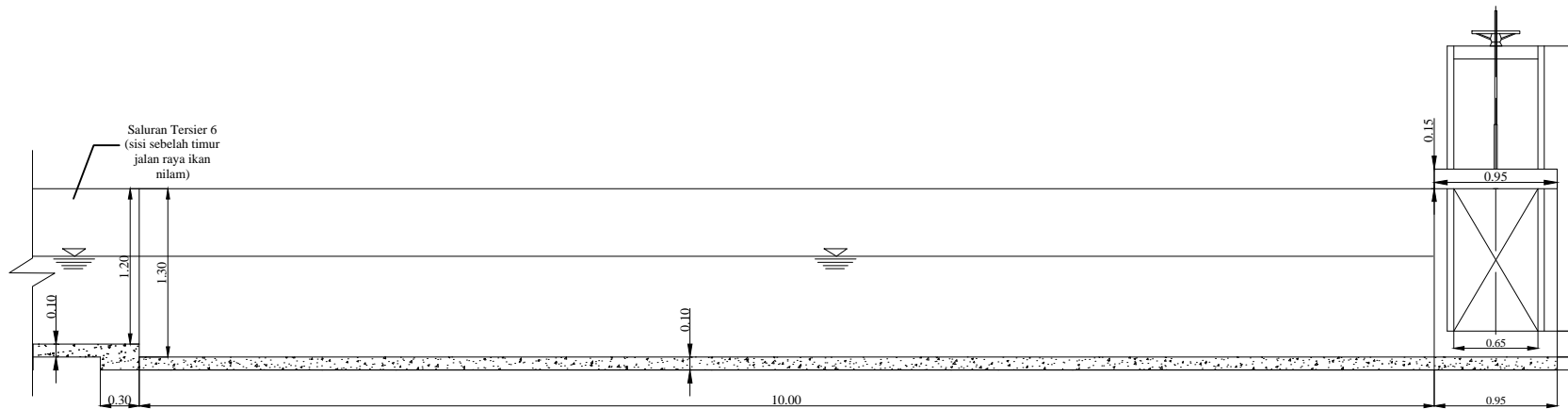
KETERANGAN

NO GAMBAR

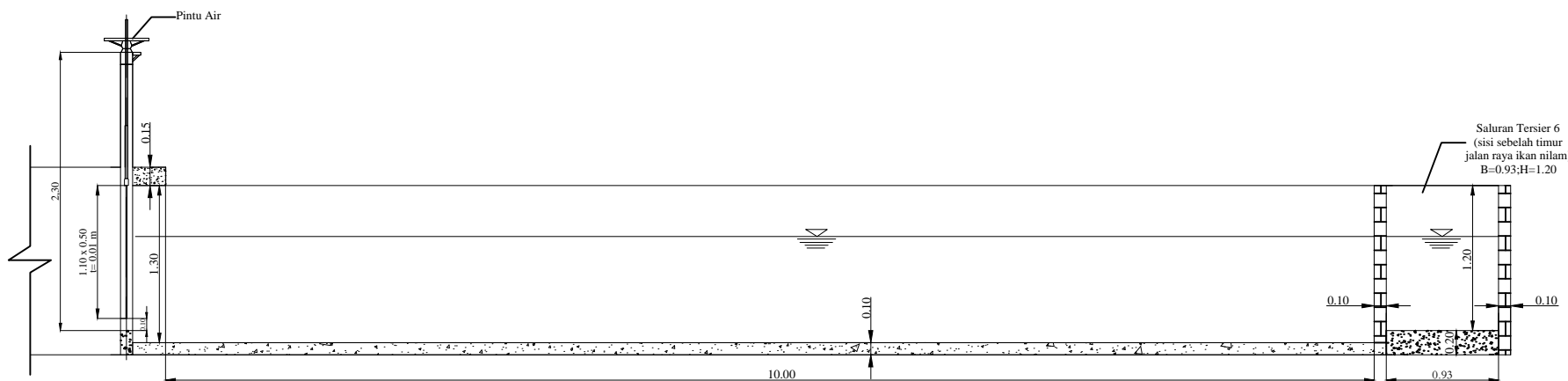
9

JML GAMBAR

10



Potongan A-A' Kolam Tampung
Skala 1:55



Potongan B-B' Kolam Tampung
Skala 1:55



DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR
SIPIL
PROGRAM DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR

PENANGANAN GENANGAN DAERAH
LAYANAN DRAINASE
PERUMAHAN TAMBAK REJO INDAH
KECAMATAN WARU KABUPATEN
SIDOARJO

JUDUL GAMBAR

Desain Pintu Air Kolam
Tampung

SKALA

1: 20

NAMA MAHASISWA/NRP

Tanti Aridipa
(3114 030 002)
Rifky Basysyar R.
(3114 030 045)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Didik Harijanto, CES

S. Kamilia Aziz., ST, MT

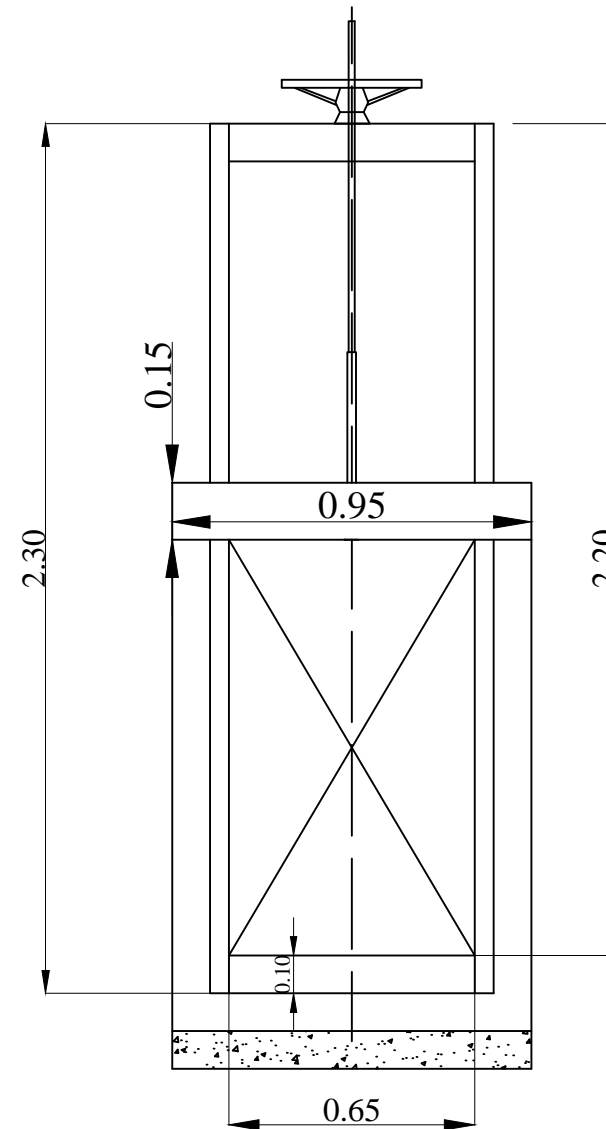
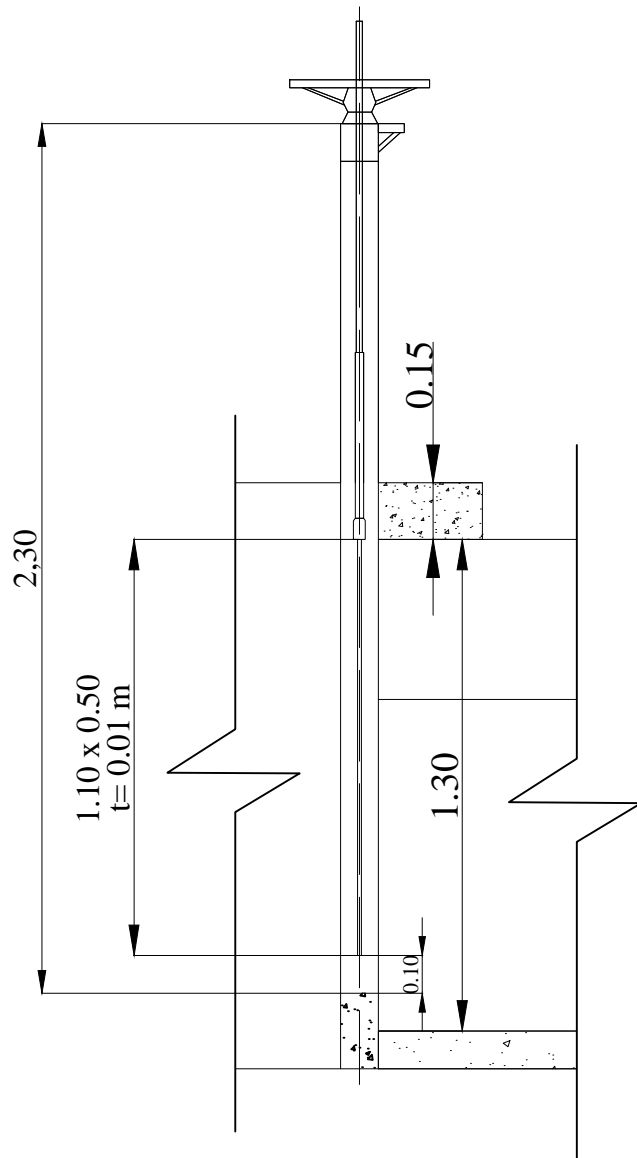
KETERANGAN

NO GAMBAR

10

JML GAMBAR

10





Tanti dilahirkan di Surabaya, 26 Desember 1995, merupakan anak ketiga dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK PERMATA Sidoarjo, SD Negeri Wadungasri 1 Sidoarjo, SMP Negeri 35 Surabaya, dan SMA Negeri 17 Surabaya. Setelah lulus tahun 2014, penulis mengikuti Tes Diploma Teknik Sipil Reguler Program Diploma Tiga dan diterima di Jurusan Diploma Teknik Sipil FTSP ITS (sekarang menjadi

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil) Program Diploma Tiga pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP 3114 030 002.

Di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Program Diploma Tiga ini penulis mengambil bidang studi Bangunan Air. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan seperti Seminar yang diselenggarakan oleh jurusan dan institut dan pernah menjadi staff di Departemen Media dan Informasi Himpunan Mahasiswa Diploma Sipil (HMDS).



Rifky dilahirkan di Kediri, 14 Februari 1996, merupakan anak pertama dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK DHARMA WANITA sidoarjo, SD Negeri Wadungasri 1 Sidoarjo, SMP Negeri 35 Surabaya, dan SMA Negeri 17 Surabaya. Setelah lulus tahun 2014, penulis mengikuti Tes Diploma Teknik Sipil Reguler program Diploma 3 dan diterima di Jurusan Diploma Teknik Sipil FTSP ITS (sekarang menjadi Departemen Teknik Infrastruktur Sipil) program Diploma 3 pada tahun 2014 dan terdaftar dengan NRP 3114030045.

Di jurusan Diploma Teknik Sipil program D3 ini penulis mengambil Bidang Studi Bangunan Air.