

PENGENDALIAN BANJIR PADA SISTEM DRAINASE DI DAERAH SUKOMANUNGGAL SURABAYA

by Febriano De Alfian R. Ledu

Submission date: 01-Oct-2022 08:45AM (UTC+0700)

Submission ID: 1913471454

File name: 440953067_TUGAS_AKHIR_Febriano_de_alfian_r._ledu_16110036__1.pdf (2.72M)

Word count: 16750

Character count: 95527

TUGAS AKHIR

**PENGENDALIAN BANJIR PADA SISTEM DRAINASE DI
DAERAH SUKOMANUNGGAL SURABAYA**



FEBRIANO DE ALFIAN R. LEDU

NPM : 16.11.00.36

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA**

2021

LEMBARAN PENGESAHAN

**Tugas Akhir Dengan Judul Pengendalian
Banjir Pada Sistem Drainase Di Daerah
Sukomanunggal Surabaya**

Oleh :

Febriano De Alfian R. Ledu

16.11.00.36

Tanggal Ujian :

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing,

Ir.Soepriono , MT

NIP/NIK : 195803141989031002

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Program Studi Teknik Sipil,

Johan Paing Heru Waskito , ST , MT

NIP/NIK : 196903102005011002

Dr.Ir.Soebagio , MT

NIP/NIK : 94249 – ET

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

Judul : **Pengendalian Banjir Pada Sistem Drainase Di Daerah
Sukomanunggal Surabaya**

Nama : Febriano De Alfian R. Ledu

NPM : 16110036

Tanggal Ujian
:

Disetujui oleh:

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,

Dr.Jr.Soebagio , MT

NIP/NIK : 94249 – ET

Dr. Ir.Hj. Titien Setiyo Rini ,MT

NIP/NIK : 92147 – ET

Mengetahui
Dosen Pembimbing

Ir.Soepriyono , MT

NIP/NIK : 195803141989031002

ABSTRAK

Kawasan Sukamanunggal merupakan salah satu kawasan di Surabaya yang setiap kali hujan akan terjadi banjir dan sering mengganggu aktivitas warga sekitar. Melihat kondisi di atas, penting untuk melakukan penelitian langsung di sekitar sini untuk memutuskan penyebab banjir dan merencanakan elemen pemasangan saluran agar tidak terjadi banjir lagi. Alasan peninjauan adalah untuk memutuskan kerangka rembesan saat ini, ukuran Catchment Region di wilayah tinjauan, berapa banyak curah hujan yang terjadi, pelepasan banjir yang diatur untuk periode ulang 10 tahun yang terjadi pada fokus kontrol dalam tinjauan wilayah, batas parit saat ini, dan elemen saluran saat ini. diharapkan untuk memenuhi biaya yang diatur.

Informasi yang digunakan dalam evaluasi saluran sampah adalah informasi curah hujan dari masing-masing stasiun, khususnya stasiun Wonokromo, stasiun Gunung Sari dan stasiun Simo selama 15 tahun terakhir. Kemudian, pada saat itu dicoba konsistensinya, memastikan curah hujan terbesar, pengendapan teratur menggunakan strategi Gumbel dan Log Pearson tipe III. Kemudian, pada saat itu, pastikan kekuatan presipitasi dan pelepasan air saluran. Selain itu, pelepasan banjir yang diatur habis-habisan adalah akibat dari pelepasan air kotor dengan pelepasan banjir yang diatur, pelepasan saluran kendaraan kerja Sukomanunggal yang tersusun lengkap adalah 45.969 m³/s, yang akan dikontraskan dan batas pelepasan saluran ditentukan oleh Rencana pemantauan.

Hasil pemeriksaan antara pelepasan banjir yang diatur secara mutlak dan pelepasan batas saluran menunjukkan bahwa trasier langsung di wilayah Sukumanunggal tidak dapat mewajibkan pelepasan banjir yang diatur secara lengkap. Jadi Trasier langsung di wilayah Sukamanunggal harus diperbarui dengan mengubah keadaan saluran mengingat keterbatasan lahan.

Kata Kunci : Banjir, Sistem Drainase, Kapasitas.Saluran.

ABSTRACT

The Sukamanunggal region is one of the areas in Surabaya where each time it downpours there will flood and frequently upset the exercises of occupants nearby. In view of the above conditions, it is important to direct research around here to decide the reasons for flooding and plan the fitting elements of the channel so that no more flooding happens. The reason for the review was to decide the current seepage framework, the size of the Cachment Region in the review region, how much arranged downpour that happened, the arranged flood release for a 10-year return period that happened at control focuses in the review region, the limit of the current trench, and the elements of the current channel. expected to oblige the arranged charge.

The information utilized in evaluating the waste channel is precipitation information from each station, to be specific Wonokromo station, Gunung Sari station and Simo station throughout the previous 15 years. Then, at that point, the consistency is tried, ascertaining the greatest precipitation, the arranged precipitation utilizing the Gumbel and Log Pearson type III strategies. Then, at that point, ascertain the force of precipitation and channel water release. Also, the all out arranged flood release is the consequence of the filthy water release with the arranged flood release, the complete arranged release of the Sukomanunggal work vehicle channel is 45,969 m³/s, which will be contrasted and the channel limit release determined by the Monitoring plan.

The consequences of the examination between the absolute arranged flood release and the channel limit release showed that the trasier direct in the Sukumanunggal region couldn't oblige the complete arranged flood release. So the Trasier direct in the Sukamanunggal region should be updated by changing the state of the channel considering the restricted land.

Keywords: Flood, Drainage System, Channel Capacity.

KATA PENGANTAR

Semua berkah dan terang roh kudus yang Maha Esa, karena atas karunianya, yang senantiasa dilimpahkan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul : **“Pengendalian Banjir Pada Sistem Drainase Di Daerah Sukomanunggal Surabaya”** Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

- 1) Bapak Johan Paing H. W., ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
- 2) Bapak Dr. Ir. Soebagio, MT selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya
- 3) Bapak Ir. Soepriyono, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, ilmu dan pengetahuan kepada penulis sehingga terselesainya Tugas Akhir ini.
- 4) Ibu Dr. Ir. Hj. Titien Setiyo Rini, MT selaku Dosen Penguji dan dosen yang telah memberikan ide, saran info dan masukannya kepada penyusun.
- 5) Bapak Dr. Ir. Soebagio, MT selaku Dosen Penguji dan dosen yang telah memberikan ide, saran info dan masukannya kepada penyusun
- 6) Bapak Dr. Ir. Siswoyo selaku Dosen Wali.
- 7) Ayah dan Ibu yang selalu mendukung dan menyemangati dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
- 8) Bapak Agus selaku staf perencanaan Dinas Bina Marga dan Pematuan Kota Surabaya, atas saran dan bantuannya dalam mengumpulkan data – data.
- 9) Ibu Ati dari Dinas Pekerjaan Umum Sumberdaya Air Unit Pelaksana Teknis Pengelolaan Sumberdaya Air di Surabaya.
- 10) Seluruh Dosen Teknik Sipil yang tidak dapat saya sebutkan satu – persatu, atas segala ilmu yang telah diberikan serta pengalaman yang telah dibagi pada kami para mahasiswa.
- 11) Teman-teman yang senantiasa memberi masukan penting dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, segala kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk kesempurnaan penelitian di masa datang. Semoga segala dukungan serta doa yang tulus dari semua pihak yang telah membantu mendapat balasan yang setimpal dari yang Maha Kuasa. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini bermanfaat dan dapat digunakan bagi semua pihak yang membutuhkan.

Surabaya, Juli 2021

Penulis

Febriano De Alfian R. Ledu

16.11.00.36

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Maksud dan Tujuan	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Batasan Masalah	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sistem Drainase	7
2.1.1 Banjir dan Genangan	7
2.1.2 Jenis Jenis Drainase	7
2.1.3 Fungsi Drainase Perkotaan	8
2.2 Analisa Hidrologi	8
2.3 Data Curah Hujan	8
2.3.1 Curah Hujan Rata – Rata Daerah	9
2.3.2 Metode Thiessen	9
2.3.3 Metode Rata-rata Aritmatik	10
2.4 Distribusi Curah Hujan dan Periode Ulang	11
2.4.1 Distribusi Normal	11
2.4.2 Metode Log Person III	11
2.4.3 Metode Gumbell	12
2.5 Uji konsistensi	13
2.6 Uji Analisa Pemilihan Distribusi	14

2.6.1 Uji Chi-kuadrat.....	14
2.6.2 Uji Smirnov-Kolmogorov	14
2.7 Koefisien Pengaliran	16
2.8 Perhitungan Intensitas Hujan.....	17
2.9 Limpasan	18
2.10 Debit Banjir Rencana	18
2.11 Debit Air Kotor	20
2.12 Tinjauan Kapasitas Pengaliran	20
2.13 Pemilihan dan jenis bentuk saluran	21
2.13.1 Bentuk Trapesium	21
2.13.2 Bentuk Persegi.....	23
2.14 Penelitian Terdahulu.....	25

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian	29
3.2 Data Penelitian Yang Diperlukan	29
3.3 Teknik Pengumpulan Data	29
3.4 Analisa Data	30
3.4.1 Uji Konsistensi	30
3.4.2 Analisa Curah Hujan Harian Maximum.....	30
3.4.3 Perhitungan Data Curah Hujan Rata-rata Daerah	30
3.4.4 Analisa Curah Hujan Rencana	31
3.4.5 Uji Kesesuaian Distribusi.....	31
3.5 Perhitungan Debit Banjir Rencana	31
3.6 Perhitungan Debit Air Kotor	31
3.7 Perhitungan Debit Saluran.....	32
3.8 Analisis Kapasitas Saluran	32
3.9 Diagram Alir Penelitian.....	32

BAB 4 ANALISA DATA DAN PERHITUNGAN

4.1 Kondisi Existing Sistem Drainase Sukomanunggal Surabaya	35
---	----

4.2 Penentuan Cathmen Area	36
4.3 Data Hujan	37
4.4 Data Penduduk	39
4.5 Analisa Data	39
4.5.1 Uji Konsistensi Data Curah Hujan	39
4.5.2 Perhitungan Curah Hujan Rata – rata Daerah Maksimum	43
4.5.3 Analisa Frekuensi	44
4.6 Perhitungan Curah Hujan Rencana	46
4.6.1 Metode Gumbel	46
4.6.2 Metode Log Person Tipe III	50
4.7 Kesimpulan Uji Kecocokan Parameter Distribusi	58
4.8 Analisa Debit Banjir Maksimum	58
4.8.1 Perhitungan Debit Banjir Maksimum Saluran Tersier Sukomanunggal I	60
4.8.2 Perhitungan Debit Banjir Maksimum Saluran Tersier Sukomanunggal II	63
4.9 Analisa Debitb Air Kotor	65
4.10 Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting	68
4.12 Analisa Penyebab Banjir	72
4.13 Perencanaan Dimensi Saluran	72
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Ksimpulan	79
5.2 Saran	80
Daftar Pustaka	81
Lampiran	82

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 1.1 Data Genangan Wilayah Permukiman Sukomanunggal Surabaya	3
Tabel 2.1 Nilai Koefisien Untuk Distribusi Normal	12
Tabel 2.2 Nilai Y_t untuk metode Gumbell	14
Tabel 2.3 Nilai ΔCr untuk Uji Smirnov Kolmogorov	16
Tabel 2.4 Tabel koefisien pengaliran (C)	17
Tabel 2.5 Kemiringan Dinding Saluran yang direkomendasikan oleh USBR	25
Tabel 4.1 Data Curah Hujan Harian 2004 – 2019	39
Tabel 4.2 Data Curah Hujan Tahunan 2004 – 2019	39
Tabel 4.3 Data Penduduk Kecamatan Suko Manunggal	40
Tabel 4.4 Uji Knsistensi Stasiun Wonokromo Terhadap Stasiun Gunung Sari dan Stasiun Simo	41
Tabel 4.5 Uji Knsistensi Stasiun Gunung Sari Terhadap Stasiun Wonokromo dan Stasiun Simo	42
Tabel 4.6 Uji Knsistensi Stasiun Simo Terhadap Stasiun Wonokromo dan Stasiun Gunung Sari	43
Tabel 4.7 Perhitungan Curah Hujan Rata – rata Daerah Maksimum	44
Tabel 4.8 Perhitungan parameter Statistik	46
Tabel 4.9 Curah Hujan dengan Periode Ulang tertentu untuk Distribusi Gumbel	48
Tabel 4.10 Uji sminorvKolomogrof untuk Distribusi Gumbel	50
Tabel 4.11 Perhitungan Uji Chi Square untuk Distribusi Gumbel	51
Tabel 4.12 Perhitungan Parameter Sratistiki Distribusi Log Person Tipe III	52
Tabel 4.13 Curah Hujan Dengan Periode ulang tertentu untuk Distribusi Log Person III	53
Tabel 4.14 Uji Smonorv Klomogrov untuk Distribusi Log Pearson III	55
Tabel 4.15 Uji Sminorv Kolomogrov untuk Distribusi Log Person III	56
Tabel 4.16 Uji Chi Square untuk Distribusi Log Person III	58
Tabel 4.17 Kesimpulan Uji Kecocokan Distribusi	58

Tabel 4.18 Perbandingan Tabel Perhitungan Metode Gumbel & Log Pearson III	59
Tabel 4.19 Saluran di Wilayah Sukomanunggal	60
Tabel 4.20 Perbandingan Perhitungan Debit Banjir Maksimum dengan Tiga Metode	62
Tabel 4.21 Perbandingan Perhitungan Debit Banjir Maksimum dengan Tiga Metode Sukomanunggal I	62
Tabel 4.22 Perbandingan Perhitungan Debit Banjir Maksimum dengan Tiga Metode Sukomanunggal II.....	65
Tabel 4.23 Kebutuhan Air Bersih domestik	68
Tabel 4.24 Jumlah Penduduk di wilayah Kelurahan Sukomanunggal Surabaya	68
Tabel 4.25 Perhitungan Debit Air Kotor di Wilayah Kelurahan Sukomanunggal	71
Tabel 4.26 Perhitungan Debit Banjir Rencana Sukomanunggal I dan II	76

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1.1 Genangan Sukomanunggal Surabaya	4
Gambar 2.1 Metode Thiessen.....	10
Gambar 2.2 Lengkung Massa Ganda	14
Gambar 2.3 Penampang Trapesium	23
Gambar 2.4 Penampang Segi Empat	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	34
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan).....	35
Gambar 4.1 Stasiun Penakar Hujan Daerah Sukomanunggal Surabaya	36
Gambar 4.2 Cathmen Area Sukomanunggal Surabaya	37
Gambar 4.3 Saluran Drainase di Wilayah Sukomanunggal, Surabaya	59
Gambar 4.4 Luas Daerah Saluran Tersier Sukomanunggal 1	60
Gambar 4.5 Luas Daerah Saluran Tersier Sukomanunggal 2	63
Gambar 4.6 Gambar saluran Trasier Sukomanunggal I	77
Gambar 4.7 Gambar saluran Trasier Sukomanunggal II.....	78

DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
Lampiran 1 Tabel harga ΔCr Smirnov Kolomogrov Test	81
Lampiran 2 Kertas Probabilitas Metode Gumbel	82
Lampiran 3 Kertas Probabilitas Metode Log Person III	83
Lampiran 4 Nilai kritis Chi-square (X^2) untuk distribusi Chi-square Test	84
Lampiran 5 Hubungan Reduced Mean Yn dengan Besarnya Sample N	85
Lampiran 6 Hubungan Reduced Standard Deviation Sn dengan sample n	86
Lampiran 7 Tabel Skew Curve Faktor K (Log Person III)	87
Lampiran 8 Dokumentasi Saluran Daerah Sukumanunggal Surabaya	88

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah menguras, menguras, menurunkan, atau mengalihkan air. Pada umumnya, saluran limbah memiliki kemampuan untuk mengumpulkan air kemudian di alirkan ke danau. Saluran limbah ke darat tidak memungkinkan terjadinya asimilasi air ke dalam tanah. Padahal sebelumnya, saluran limbah biasanya dibingkai dan beberapa dibangun hanya oleh daerah setempat, dengan ide saluran ini air menyerap satu ton air ke dalam tanah, sehingga keseimbangan kerangka hidrologi bawah permukaan tetap terjaga.

Gagasan sampah yang pada umumnya diterapkan di beberapa daerah hingga kini adalah gagasan rembesan tradisional, bahwa gagasan tersebut sudah mulai dinilai berton-ton. Gagasan ini merembes pandangan dunia eksekutif dengan aturan bahwa semua air yang jatuh di suatu ruang harus langsung dibuang ke sungai/parit limbah. Dengan asumsi semua air habis secepat mungkin ke sungai tanpa berusaha untuk membiarkan air memiliki kesempatan yang cukup untuk memenuhi tanah, semakin akan mematikan karena saluran air akan mendapatkan timbunan yang melebihi kemampuan mereka, jadi aliran tumpah dan dapat menyebabkan perendaman. (Muliawati, 2015).

Meski kerangka organisasi persampahan di wilayah metropolitan telah disusun dengan mempertimbangkan ilmu rembesan, masalah sampah di wilayah metropolitan tidak bisa dihindarkan. Berbagai strategi telah dilakukan pemerintah Surabaya untuk beradaptasi dengan banjir, di Surabaya Barat, di kawasan Sukamanunggal, dalam beberapa dekade terakhir. Meski demikian, hingga saat ini masih terdapat genangan air yang menggenangi parit wilayah Sukamanunggal.

Kawasan Sukomanunggal, Jalan Donowati Sukomanunggal, Simo Jawar, Simomulyo dan sekitarnya merupakan salah satu kawasan yang kebanjiran di Surabaya. Kecamatan Sukamanunggal memiliki luas wilayah 9,23 km² dengan kepadatan penduduk lengkap 11.648 individu/km². Pertambahan penduduk yang pesat dan dibarengi dengan pembangunan permukiman atau penginapan serta perkantoran penunjang lainnya tidak diimbangi dengan tata sampah yang layak.

Kawasan daerah Surabaya merupakan salah satu wilayah perkotaan yang sering dilanda banjir pada saat musim berangin. Berbagai upaya telah dilakukan selama beberapa tahun terakhir, namun hingga saat ini banjir masih terlihat di berbagai tempat. Khususnya di wilayah Surabaya Barat, wilayah Sukamanunggal merupakan lokasi lokal serta beberapa gedung tinggi dan ada beberapa dataran kosong, membawa perkembangan pesat peningkatan populasi. Kecamatan Sukamanunggal berkali-kali dilanda banjir jika curah hujan cukup tinggi dengan luas perendaman 81,1428 ha, tinggi 49,28 cm dan lama perendaman 22,767 menit, akibat pendangkalan di saluran, misalnya, residu atau ampas dan tempat sampah. Dengan demikian, kemalangan yang diakibatkan oleh perendaman dan luapan air permukaan tidak hanya membawa sebagian dari pelipurlara ekologis (terutama pasca banjir) atau gangguan aktivitas penghuni dan kehidupan metropolitan.

Masalah yang sering terjadi di ruang ini adalah banjir atau genangan air yang terjadi saat curah hujan tinggi. Upaya yang dilakukan masalah perendaman, penting untuk mengarahkan tinjauan untuk membedah kerangka sampah di Kelurahan Sukamanunggal Surabaya sehingga ditemukan pengaturan yang dapat dimanfaatkan untuk mengelola masalah perendaman di dekatnya.

1.2 Identifikasi Masalah

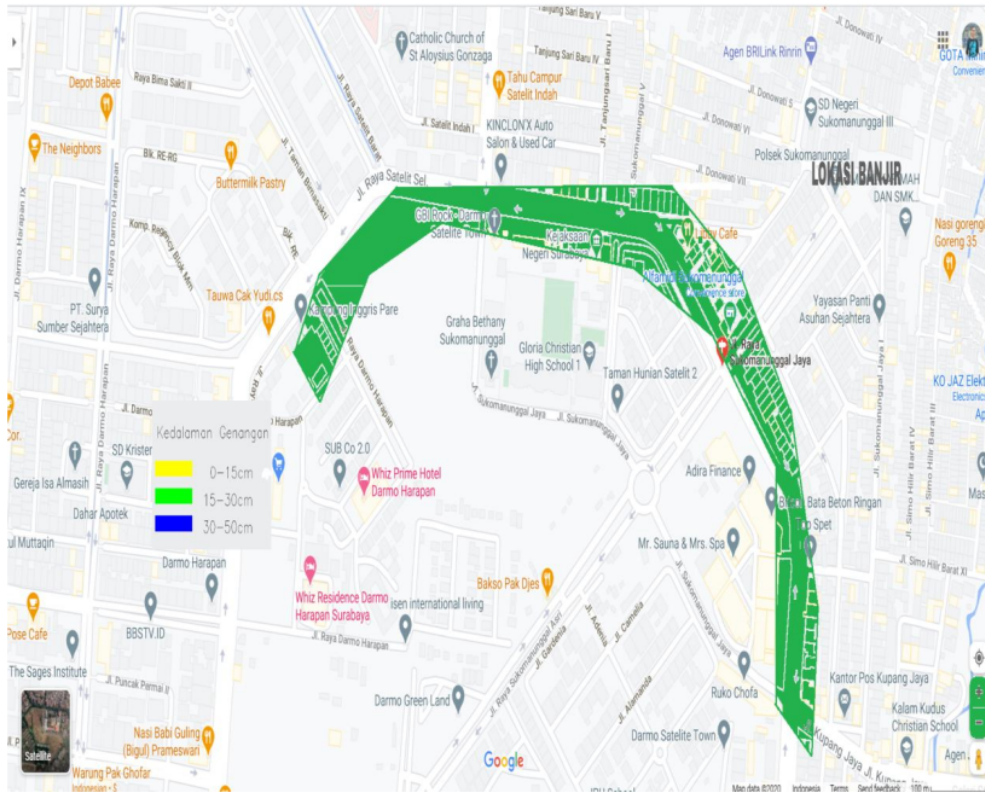
Kecamatan Sukomanunggal adalah kawasan padat penduduk yang terletak di bagian barat kota Surabaya. Wilayah ini merupakan wilayah yang sering terjadi genangan air atau banjir karena tidak adanya batasan langsung di sekitar sini. Jika curah hujan sedang di sekitar sini, seringkali air basi yang tumpah ke taman Sukamanunggal hingga Simojawa karena luapan aliran air di saluran, sedangkan curah hujan yang sangat besar yang berlangsung selama beberapa jam dapat membuat daerah perendaman tergenang pada tahun 2015. Perendaman mencapai 33,42 cm dan lama perendaman 11,44 menit dengan daerah perendaman mencapai 39,40 Ha, sedangkan pada tahun 2016 kedalaman perendaman mencapai 33,08 cm dan waktu perendaman dari 10,93 menit dengan daerah perendaman tiba di 39,0 Ha. Hal ini dapat mempengaruhi lingkungan sekitar baik dalam hal kesehatan dan aktivitas sehari-hari dan jika hujan turun di sore hari setelah pulang kerja akan menyebabkan kemacetan yang sangat panjang dan dapat mengganggu lalu lintas di berbagai wilayah. Dari permasalahan tersebut cenderung

dibedakan bahwa wilayah ini merupakan wilayah yang sering terjadi genangan air atau banjir, maka penting untuk belajar di wilayah tersebut.

Tabel 1.1 Data Genangan Wilayah Permukiman Sukomanunggal Surabaya

Angka Dilapangan	2015	2016	2017	2018
Luas (Ha)	39,40	39,0	36,0	81,1428
Kedalaman (cm)	33,42	33,08	30,438	49,28
Lama (menit)	11,44	10,93	10,05	22,76

Sumber : Dinas PU Bina Marga dan. Pematusan Surabaya (2018)



Gambar 1.1 Lokasi Genangan Di Sukomananggal

1.3 Rumusa Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada di atas di dapat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa luas Catcment Area studi yang di tinjau?
2. Berapa besar hujan rencana yang terjadi di wilayah Sukomanunggal Surabaya ?
3. Berapa besar debit banjir rencana untuk periode ulang 10 tahun yang terjadi pada titik – titik control dikawasan studi ?
4. Berapa besar kapasitas saluran yang ada di kawasan Sukomanunggal Surabaya ?
5. Berapa dimensi saluran yang dibutuhkan untuk menampung debit rencana ?

1.4 Maksud Dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan dari penelitian kajian sistem drainase ini antara lain sebagai berikut :

1. Mengetahui luas besar catcment area studi di wilayah Sukomanunggal Surabaya.
2. Mengetahui berapa besar hujan rencana yang terjadi di wilayah Sukomanunggal Surabaya.
3. Mengetahui berapa besar debit rencana untuk periode 10 tahun yang terjadi pada titik – titik control dikawasan studi.
4. Menegetahui apa penyebab timbulnya genangan yang terjadi pada beberapa kawasan studi.
5. Menegetahui berapa dimensi saluran yang dibutuhkan untuk menampung rencana debit rencana.
6. Mengetahui berapa besar kapasitas saluran yang ada pada kawasan studi

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian kajian sistem drainase ini antara lain sebagai berikut :

1. Memberikan data-data tentang masalah sistem drainase di wilayah Sukomanunggal Surabaya dan dapat memecahkan masalah menurut teori hidrologi dan hidrolika aliran terbuka.
2. Manfaat bagi peneliti kajian ini dapat menjadi pembelajaran dan refrensi untuk perencanaan saluran drainase selanjutnya.

3. Sebagai referensi pemerintah dalam menanggulangi permasalahan banjir di wilayah Sukomanunggal Surabaya.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengetahui dimensi saluran apakah mampu menampung debit banjir rencana dengan periode ulang 10 tahun.
2. Tidak menghitung besarnya biaya yang harus dikeluarkan untuk memperbaiki system Drainase di kawasan Sukomanunggal Surabaya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Drainase

Limbah yang berasal dari bahasa Inggris Seepage memiliki arti menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum sangat baik dapat dicirikan sebagai kegiatan khusus untuk mengurangi luapan air, baik dari air, kebocoran, atau luapan air sistem air dari suatu wilayah/lahan, dengan tujuan agar kemampuan wilayah/lahan tersebut tidak t kesal. Limbah juga dapat diartikan sebagai upaya untuk mengontrol kualitas air tanah yang sebanding dengan rasa asin. Dengan demikian, rembesan menyangkut air permukaan maupun air tanah (Dwiati, 2010).

Bangunan kerangka sampah terdiri dari saluran pencegat, saluran pengumpul, saluran pengangkutan, saluran primer dan badan air pengambilan. Di sepanjang kerangka tersebut banyak dijumpai berbagai struktur seperti duct, syphons, water spans (aqueducts), spillways, pintu air masuk, cascade structure, capacity lakes, dan syphoning station (Suripin, 2004).

2.1.1 Banjir Dan Genangan

Banjir secara keseluruhan adalah aliran air sungai dalam jumlah yang tinggi, atau aliran air di sungai yang agak lebih besar dari keadaan biasanya karena hujan yang turun ke hulu atau di tempat tertentu secara terus-menerus, sehingga air tidak dapat dipaksakan oleh aliran saluran arus, maka air tumpah keluar dan menenggelamkan daerah sekitarnya. Banjir beruntun adalah banjir besar yang datang tiba-tiba dan mengalir deras, tanpa henti mencuci barang-barang besar seperti kayu, dll (Dwiati 2010).

2.1.2 Jenis-Jenis Drainase

Jenis-jenis drainase dapat dibedakan berdasarkan sejarah terbentuknya, letak bangunan dan berdasarkan fungsi (Gunadarma, 1997).

Jenis drainase berdasarkan sejarah terbentuknya:

1. Drainase alamiah (*natural drainage*);

2. Drainase buatan (artificial drainage).

Jenis drainase berdasarkan letak bangunan:

1. Drainase permukaan tanah (*surface drainage*);
2. Drainase bawah permukaan tanah (*subsurface drainage*).

Jenis drainase berdasarkan fungsi;

1. Single purpose;
2. Multi purpose.

2.1.3 Fungsi Drainase Perkotaan

Pengertian jaringan drainase, sesuai dengan fungsi dan sistem kerjanya jenis saluran dapat dibedakan menjadi;

1. *Interceptor drain*, adalah saluran yang berfungsi sebagai pencegah terjadinya pembebanan aliran dari suatu daerah terhadap daerah lain di bawahnya;
2. *Collector drain* adalah saluran yang berfungsi sebagai pengumpul debit yang diperoleh dari saluran drainase yang lebih kecil dan akhirnya akan dibuang ke saluran *conveyor* (pembawa);
3. *Conveyor drain* adalah saluran yang berfungsi sebagai pembawa air buangan dari suatu daerah ke lokasi pembuangan tanpa harus membahayakan daerah yang dilalui (Ihsan, 2015).

2.2 Analisis Hidrologi

Penyelidikan hidrologi adalah langkah utama untuk mengatur sampah. Pemeriksaan ini penting untuk menentukan seberapa besar overflow atau pelepasan yang harus dilakukan. Informasi hidrologi mencakup antara lain luas rembesan, ukuran, dan pengulangan daya presipitasi yang tersusun. Besarnya daerah tangkapan air akan mempengaruhi limpahan sementara daerah aliran sungai tidak sepenuhnya ditentukan dari panduan geografis atau foto aeronautika (Fairizi, 2015).

2.3 Data Curah Hujan

Curah hujan adalah tingkat atau ketebalan hujan dalam jangka waktu tertentu yang dikomunikasikan dalam mm. Informasi curah hujan pada dasarnya

digunakan untuk pengamatan 10 tahun terakhir yang diperoleh dari sesuatu seperti 1 (satu) stasiun pencatat curah hujan terdekat di daerah pengaturan (Erwin, 2015).

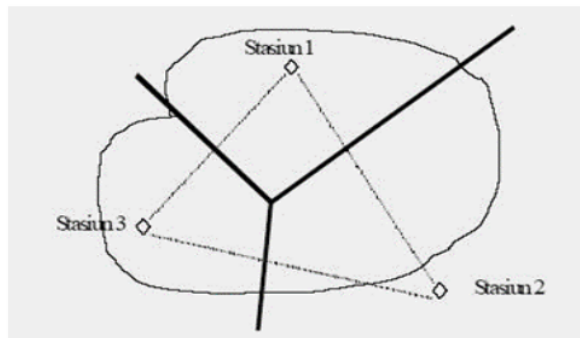
2.3.1 Curah Hujan Rata – Rata Daerah

Curah hujan yang diharapkan untuk penyusunan rencana penggunaan air adalah curah hujan yang khas di seluruh wilayah yang bersangkutan. Stasiun persepsi hujan yang tersebar di DAS dapat dianggap sebagai fokus. Motivasi di balik menemukan curah hujan tipikal adalah untuk mengubah hujan langsung menuju curah hujan teritorial atau untuk menemukan nilai yang dapat mengatasi daerah aliran sungai

2.3.2 Metode Thiessen

Dalam metode ini harus memasukkan prosentase luas daerah pengaruh stasiun yang bersangkutan sehingga lebih akurat di bandingkan cara rata-rata aritmatik dan isohyet. Penerapan cara ini meliputi langkah-langkah sebagai berikut :

1. Lokasi stasiun hujan di plot pada peta DAS, kemudian dibuat garis penghubung antar stasiun hujan.
2. Tarik garis tegak lurus di tengah-tengah setiap garis penghubung sehingga membentuk poligon Thiessen.
3. Hasil dari langkah sebelumnya, akan terbentuk poligon yang mengelilingi setiap stasiun hujan. Namun bila poligon yang mengelilingi stasiun hujan berada di luar DAS maka batas DAS digunakan sebagai batas daerah pengaruh stasiun hujan.



Gambar 2.1 Metode Thiessen dengan Stasiun Hujan pada DAS

Sehingga hujan rata-rata kawasan dapat dicari sebagai berikut :

$$R = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + A_3 R_3 + \dots + A_n R_n}{A_{total}} \quad (2.1)$$

Keterangan :

R = Curah hujan rata-rata daerah (mm)

R_n = Curah hujan pada masing-masing stasiun
(mm)

A_n = Luas daerah yang dipengaruhi stasiun

A_{total} = Luas DAS keseluruhan

2.3.3 Metode Rata-rata Aritmatik

Perhitungan rata-rata secara aritmatik/aljabar curah hujan didalam dan disekitar daerah yang bersangkutan.

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n} \quad (2.2)$$

Keterangan :

R = Curah hujan rata-rata daerah (mm)

n = Jumlah stasiun

R₁.. R_n = Curah hujan pada st. hujan (mm).

2.4 Perhitungan Hujan Rencana

Memutuskan berapa banyak curah hujan yang diatur memerlukan informasi curah hujan sementara atau sebaliknya jika informasi tersebut tidak dapat diakses maka informasi curah hujan harian terbesar dapat digunakan, informasi ini kemudian dipecah menggunakan beberapa dispersi berulang. Pearson III, dan Gumbel. Ada beberapa batasan faktual yang terkait dengan pemeriksaan informasi yang meliputi nilai normal, standar deviasi, koefisien keragaman, koefisien slant atau skewness, dan koefisien kurtosis (Fairizi, 2015).

2.4.1 Distribusi Normal

Merupakan Fungsi Distribusi Kumultif Normal atau dikenal dengan distribusi Gauss (Gaussian Distribution). Distribusi Normal memiliki fungsi kerapatan probabilitas yang dirumuskan:

$$X_T = \bar{x} + K_T \cdot S \quad (2.3)$$

dimana:

X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

\bar{x} = nilai rata-rata

S = standar deviasi

K_T = faktor frekuensi

K_r = Faktor frekuensi (Tabel 2.1)

Tabel 2.1. Nilai Koefisien Untuk Distribusi Normal

Periode Ulang (tahun)					
2	5	10	25	50	100
0	0.84	1.28	1.71	2.05	2.33

Sumber : Fairizi,2015

2.4.2 Metode Log Pearson III

Metode didasarkan pada perubahan data yang ada ke dalam bentuk logaritma sesuai dengan rekomendasi. Secara umum desain pengendalian banjir di perkotaan menggunakan curah hujan minimum dengan kala ulang 10 tahun. Perhitungan hujan rencana menggunakan metode Log Person III adalah sebagai berikut:

$$\log R = \log \bar{x} + K \cdot S \quad (2.4)$$

$$\log \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \log x_i}{n} \quad (2.5)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.6)$$

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log x_i - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (2.7)$$

Keterangan :

- R = Curah hujan rencana dengan kala ulang tertentu. (mm)
- x = Faktor frekuensi, koefisien yang didapatkan dari besarnya nilai Cs dan besarnya kala ulang (pembacaan tabel).
- S = Harga simpangan baku dari nilai curah hujan harian max.
- Log x = Nilai rata-rata logaritma curah hujan max.
- n = Banyaknya data
- Cs = Koefisien kemiringan

2.4.3 Metode Gumbell

Metode Gumbel ini bertujuan untuk mencari nilai curah hujan pada periode ulang tertentu, metode Gumbel sangat penting di karenakan dengan metode ini kita dapat mengetahui nilai curah hujan maksimum dalam periode ulang tertentu (Fairizi, 2015).

$$X_T = b + \frac{1}{a} Y_T \quad (2.8)$$

Dengan : $a = \frac{S_n}{S}$ dan $b = \bar{X} - \frac{S}{S_n} Y_n$ (2.9)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n X^2 - \bar{X} \cdot \sum_{i=1}^n X}{n-1}} \quad (2.10)$$

$$Y_T = -\ln\left(-\ln\left(\frac{T_r - 1}{T_r}\right)\right) \quad (2.11)$$

Keterangan :

- X_T = Hujan max kala ulang periode t (tahun)
- x = Hujan harian max rata-rata
- Y_T = *Reduce variety*
- yn = *Reduce mean* (pembacaan tabel)
- sn = *Reduce standart duration* (pembacaan tabel)
- S = Standar deviasi
- T_r = Periode ulang

Persamaan Ekstrapolasi

$$R = b + 1/a Y_t \quad (2.12)$$

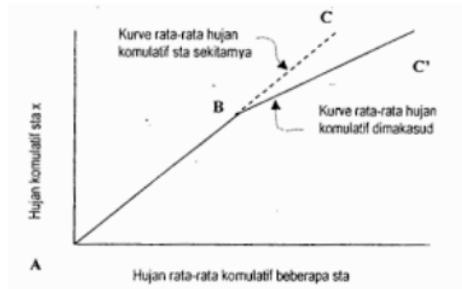
Tabel 2.2 Nilai Y_t untuk metode Gumbell

T (tahun)	2	5	10	20	25	50	100	200
Y_t	0,367	1,500	2,250	2,970	3,198	3,962	4,600	5,296

Sumber : Dewi, 2013

2.5 Uji Konsistensi

Uji konsistensi informasi tidak akan mengandung kesalahan dan harus diperiksa sebelum digunakan untuk penyelidikan hidrologi tambahan. Semua bersama-sama tidak mengandung blunder (kesalahan) dan tidak boleh mengandung informasi batal (missing record). Selanjutnya, penting untuk benar-benar melihat sifat informasi (kontrol kualitas informasi). Beberapa kesalahan yang mungkin terjadi dapat disebabkan oleh unsur manusia, instrumen dan wilayah. (Soewarno, 1995). Untuk kehalusan tambahan harus terlihat pada Gambar 2.2.



Sumber : soekrasno-nassaruddin

Gambar 2.2 lengkung massa ganda

2.6 Uji Analisa Pemilihan Distribusi

Untuk menentukan kecocokan distribusi data dengan distribusi teoritik diperlukan pengujian secara statistik. Ada 2 (dua) cara pengujian yang umum dilakukan :

1. Uji Chi-Kuadrat
2. Uji Smirnov-Kolmogorov

2.6.1 Uji Chi-kuadrat

Uji chi-kuadrat direncanakan untuk memutuskan apakah kondisi apropriasi yang telah dipilih dapat mengatasi penyebaran faktual dari uji informasi yang diperiksa. Pengambilan keputusan tes ini memanfaatkan batas 2 (Fairizi, 2015)

2.6.2 Uji Smirnov-Kolmogorov

Strategi Smirnov-Kolmogorov adalah metodologi yang secara fundamental menggabungkan korelasi antara kemungkinan total lapangan dan dispersi gabungan dari kemampuan yang layak. Contohnya adalah ukuran N, diatur dalam permintaan yang diperluas. Dari informasi yang dikelola akan membingkai kemampuan rekurensi total dari stepping stool (Fairizi, 2015).

$$P = \frac{100 \times (m)}{N + 1} \% \quad (2.13)$$

Keterangan :

P = Probabilitas WEIBULL

N = Besarnya sampel

m = Nomor urut

Prosedurnya adalah sebagai berikut :

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.
2. Probabilitas dihitung menggunakan persamaan WEIBULL
3. Buat garis durasi Gumbell pada kertas Extreme Probabiliy (terlampir)sesuai dengan persamaan yang telah dihitung, dengan memasukkan 2 (dua) harga Yt pada persamaan $X_t = b + 1/a Y_t$ di dapat 2 (dua) nilai X_t, maka dapat ditarik garis lurus. Begitu pula kalau kita menggunakan Log Person, pengujian dilakukan plotting pada kertas Logaristma.
 1. Plot data curah hujan Xi – Probabilitas Pe.
 2. Hitung perbedaan antara probabilitas distribusi empiris (data lapangan) dengan teoritis (persamaan garis ekstrapolasi), dan cari nilai Δ maks.
 3. Tentukan harga kritis ΔCr tabel Smirnov Kolmogorov Test dengan nilai N dan tariff signifikansi α. Bandingkan antara X₂hit dengan ΔCr, jika Δ maks < ΔCr diterima.

Tabel 2.3 Nilai ΔCr untuk Uji Smirnov Kolmogorov

N	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
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29

35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N > 50	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Sumber : Suripin, 2004

2.7 Koefisien Pengaliran

Koefisien aliran adalah proporsi antara berapa banyak air yang mengalir di suatu ruang karena hujan dan berapa banyak air hujan yang jatuh di dekatnya. Besarnya koefisien aliran berubah-ubah dari waktu ke waktu yang ditunjukkan oleh dampak penggunaan lahan dan aliran sungai (Suryaman, 2013).

Adapun kondisi dan karakteristik tersebut adalah :

1. Keadaan hujan
2. Luasa dan bentuk daerah pengaliran
3. Kemiringan daerah aliran dan kemiringan sungai
4. Daya infiltrasi dan perkolasi tanah
5. Kebasahan tanah
6. Suhu udara, angin dan evaporasi
7. Tata guna lahan

Tabel 2.4 Tabel koefisien pengaliran (C)

Perumputan	Nilai C
1. Tanah pasir, datar, 2%	0.05 – 0.10
2. Tanah pasir, rata – rata, 2 – 7 %	0.10 – 0.15
3. Tanah pasir, curam, 7%	0.15 – 0.20
4. Tanah gemuk, datar, 2%	0.13 – 0.17
5. Tanah gemuk, rata – rata, 2- 7 %	0.18 – 0.22
6. Tanah gemuk curam, 7%	0.25 – 35
- Bisnis	

1. Daerah kota lama	0.75 – 0.95
2. Daewrah pinggiran	0.50 – 0.72
- Perumahan	
1. Daearah “single family”	0.30 – 0.50
2. “Multi Units” terpisah – pisah	0.40 – 0.60
3. “Multi Units” tertutup	0.60 – 0.75
4. “Suburan”	0.25 – 0.40
5. Daerah rumah – rumah apertement	0.50 – 0.70
- Industry	
1. Daearah ringan	0.50 – 0.80
2. Daerah berat	0.60 – 0.90
- Pertamanan, kuburan	0.10 – 0.25
- Tempat bermain	0.20 – 0.35
- Halaman kereta api	0.20 – 0.40
- Daerah yang tidak dikerjakan	0.10 – 0.30
- Jalan	
1. Beraspal	
2. Beton	0.70 – 0.95
3. Batu	0.80 – 0.95
- Untuk berjalan dan naik kuda	0.70 – 0.85
- Atap	0.75 – 0.85
	0.75 – 0.95

Sumber : *Ir. Suripin Sistem Drainase Perkotaan Berkelanjutan, 2004*

2.8 Perhitungan Intensitas Hujan

Kekuatan hujan adalah tingkat atau kedalaman air per satuan waktu. Gagasan keseluruhan tentang hujan adalah bahwa semakin terbatas jangka waktu hujan, gaya secara umum akan lebih tinggi dan semakin penting periode ulang, semakin tinggi daya. Hubungan antara daya, lama hujan, dan hujan berulang biasanya dikomunikasikan dalam Force Span Recurrence Bend ($IDF=Intensity-Term$ Recurrence Bend). Informasi

curah hujan transien diharapkan, misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, dan jam untuk membingkai tikungan IDF (Suripin, 2004).

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \quad (2.14)$$

Keterangan :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

R₂₄ = Curah hujan harian

t = Lamanya hujan

tc = Waktu konsentrasi (waktu yang diperlukan partikel hujan dari titik terjauh ke tempat pengukuran)

$$tc = L/V \quad (2.16)$$

$$V = 72.I^{0.6} = 72.(H/L)^{0.6} \quad (2.17)$$

Keterangan :

L = Panjang sungai utama pda DAS (km)

V = Kecepatan rambat banjir (km/jam)

H = Beda tinggi antara ujung sungai (hulu) ke titik control (m)

2.9 Limpasan

Limpasan merupakan gabungan antara aliran permukaan, aliran-aliran yang tertunda pada cekungan-cekungan, dan aliran bawah permukaan (subsurface flow). Dalam perencanaan drainase, bagian air hujan yang menjadi perhatian adalah aliran permukaan (surface runoff), sedangkan untuk pengendalian banjir tidak hanya aliran permukaan, tetapi limpasan (runoff) (Suripin, 2004).

2.10 Debit Banjir Rencana

Untuk merubah curah hujan yang terjadi pada suatu DAS kedalam debit limpasan dapat dilakukan dengan metode :

Metode rasional

Teknik rasional adalah strategi lama yang masih digunakan saat ini untuk menilai kecepatan arus wilayah metropolitan kecil. Anggapan penting dari teknik ini adalah sebagai berikut:

1. Kekuatan hujan merata di seluruh area dan membuat beberapa kenangan yang mantap.
2. Puncak spillover terjadi ketika seluruh wilayah juga mengalami overflow.
3. Pelepasan puncak pada suatu titik adalah elemen gaya presipitasi tipikal dari hujan lebat yang memiliki panjang yang setara dengan jam fokus pada saat itu.
4. Berulangnya banjir sama dengan curah hujan.

Rumus dari Metode Rasional berdasarkan Road Drainage Design Manual adalah sebagai berikut :

Rumus Rasional :

$$Q = I \times A \quad (2.18)$$

Keterangan :

Q = Debit (M³/detik)

I = Intensitas hujan (mm/jam, mm/hari)

A = Luasa daerah pengaliran (Km², Ha)

Formula tersebut didasarkan pada anggapan :

1. Hujan turun merata diseluruh DAS
2. Tidak dapat kehilangan air dari hujan yang turun
3. Telah terjadi keseimbangan antara hujan dengan debit
4. Aliran permukaan merata

Bila pada suatu DAS terdapat bermacam-macam tataguna lahan, maka penentuan nilai C yaitu menggunakan nilai rata-rata yaitu menggunakan koefisien pengaliran rata-rata (majemuk).

$$C = \frac{A_1 \cdot C_1 + A_2 \cdot C_2 + A_3 \cdot C_3 + \dots + A_n \cdot C_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \quad (2.19)$$

Keterangan :

C_n = Koefisien limpasan pada lahan A_n

A_n = Luasan lahan ke-n

2.11 Debit Air Kotor

Pelepasan air kotor adalah apa yang berasal dari hubungan keluarga, struktur, perusahaan, dll. Untuk menilai berapa banyak air kotor yang akan mengalir ke saluran rembesan, penting untuk terlebih dahulu menyadari kepentingan air yang khas dan penduduk di wilayah tinjauan. Ukuran tipikal kebutuhan air bersih di wilayah studi ini adalah 100 liter/hari/individu (Suryaman, 2013).

1. Geometric Rate Of Growth : $P_n = P_o (1 + r)^n$
2. Exponential Rate Of Growth : $P_n = P_o \cdot e^{rn}$

Keterangan :

- P_n = Jumlah Penduduk pada tahun ke n
 P_o = Jumlah Penduduk pada tahun awal
 r = Laju pertumbuhan penduduk
 n = Jangka waktu dalam tahun
 e = Bilangan pokok Log 2,71828

Besarnya laju pertumbuhan penduduk suatu daerah

$$r = \frac{J_{n+1} - J_n}{J_n} \times 100\% \quad (2.20)$$

Keterangan :

- J_{n+1} = Jumlah Penduduk pada Tahun n+1
 J_n = Jumlah Penduduk pada Tahun n

2.12 Tinjauan Kapasitas Pengaliran

Perhitungan yang dipakai dalam menghitung kapasitas saluran drainase adalah menggunakan rumus manning (Suripin, 2004).

$$Q = A \times V \quad (2.21)$$

Keterangan :

- Q = Debit ($m^3/detik$)
 A = Luas Penampungan Saluran (m^2)
 V = Kecepatan rata – rata empiris ($m^2/detik$)

Untuk menentukan nilai kecepatan (V) ada dua persamaan yang bias digunakan adalah sebagai berikut :

1. Perumusan kecepatan yang dirumuskan oleh Manning

$$\text{Untuk satuan inggris} \rightarrow V = \left(\frac{1,49}{n}\right) x (R^{2/3})x (I^{1/2}) \quad (2.22)$$

$$\text{Untuk satuan Internasional (SI)} \rightarrow V = \left(\frac{1}{n}\right) x (R^{2/3})x (I^{1/2}) \quad (2.23)$$

Keterangan :

- V = Kecepatan rata – rata empiris (m2/detik)
- n = Koefisien kekasaran manning
- R = Jari – jari hidrolik (m)
- I = Kemiringan (m)

2. Perumusan kecepatan yang dirumuskan oleh Strickler pada tahun 1889

$$V = V = KS x (R^{2/3})x (I^{1/2}) \quad (2.24)$$

Keterangan :

- V = Kecepatan rata – rata empiris (m2/detik)
- Ks = Koefisien Strickler
- R = Jari – jari hidrolik (m)
- I = Kemiringan (m)

2.13 Pemilihan dan jenis bentuk saluran

Banyak sekali jenis dan bentuk saluran drainase antara lain jenis dan bentuk saluran trapesium, persegi empat, dan bulat dalam penelitian ini di ambil jenis dan bentuk saluran trapesium dan persegi yang sesuai dengan lokasi studi yang di teliti yang nantinya akan dikaji ulang.

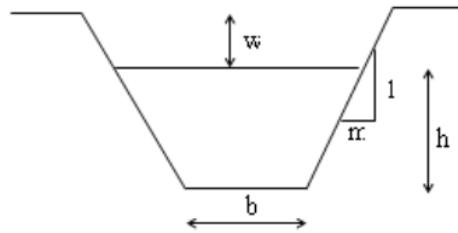
2.13.1 Bentuk Trapesium

Bentuk ini digunakan apabila:

- 1) Saluran terbuka
- 2) Tempat memungkinkan (cukup luas)

Dinding saluran diperkeras dengan pasangan batu muka atau beton tipis (tidak ada tekanan tanah dari samping). Pada dinding saluran perlu diberi lubang-lubang drainase (Wheep holes) untuk mengalirkan air tanah terbawa keluar, yang bisa

menyebabkan terjadinya rongga-rongga dibelakang dinding saluran bisa retak/ pecah. Jika penampang saluran bentuk trapesium yang paling hemat (ekonomis) adalah trapesium dengan ukuran-ukuran sebagai berikut:



Gambar 2.3 Penampang Trapesium

Luas penampang $A = (b + m \cdot h) \cdot h$ (2.25)

Keliling basah $P = b + 2 \cdot h \sqrt{1 + m^2}$ (2.26)

Jari-jari hidrolis $R = \frac{A}{P}$ (2.27)

Kecepatan $V = \frac{1.49}{n} R^{2/3} J^{1/2}$ (2.28)

Debit $Q = A \cdot V$ (2.29)

Keterangan :

Q = Debit (m³/dt)

V = Kecepatan rata – rata aliran (m/dt)

A = Luas penampang basah (m²)

P = Keliling basah penampang saluran (m)

R = Jari –jari hidroulis (m)

I = Kemiringan dasar sungai rata – rata

n = Koefisien kekasaran Manning (m/det-1)

L = Panjang saluran yang ditinjau (m)

B = Lebar dasar saluran (m)

H = Kedalaman air (m)

m = Kemiringan sisi

2.13.2 Bentuk Persegi

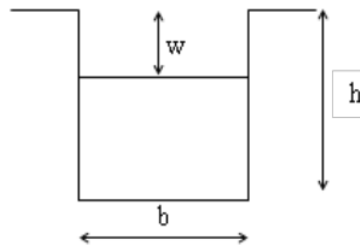
Bentuk ini digunakan apabila:

- 1) Debit (Q) besar
- 2) Saluran terbuka

Jika h terbatas (kecil), b harus besar. Ketinggian air terbesar dalam saluran harus 5 cm dari tepi atas saluran (untuk saluran besar) dan 10 cm dari tepi atas saluran (untuk saluran kecil). Di saluran besar/lebar. Perbedaan ketinggian air yang hanya 1 cm telah memberikan pelepasan yang sangat besar (Q). Saluran dibuat dari pekerjaan batu atau beton penyangga. Untuk saluran besar (lebar), bagian bawah saluran tidak dipadatkan tetapi dalam kerangka tanah.

Pada dinding saluran dibuat lubang-lubang drainase (wheep holes) yang diberi lapisan ijuk dibagian belakang dinding.

$$b = 2h \text{ atau } h = \frac{1}{2} b \quad (2.30)$$



Gambar 2.4 Penampang Segi Empat

$$\text{Luas tampang saluran } A = b \times h \quad (2.31)$$

$$\text{Keliling basah } P = b + 2 \cdot h \quad (2.32)$$

$$\text{Jari-jari hidrolik } R = \frac{A}{P} \quad (2.33)$$

$$\text{Kecepatan } V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (2.34)$$

Debit $Q = A \times V$ (2.35)

Keterangan :

- Q = Debit (m³/dt)
- V = Kecepatan rata – rata aliran (m/dt)
- A = Luas penampang basah (m²)
- P = Keliling basah penampang saluran (m)
- R = Jari –jari hidroulis (m)
- I = Kemiringan dasar sungai rata – rata
- L = Panjang saluran yang ditinjau (m)
- B = Lebar dasar saluran (m)
- H = Kedalaman air (m)

Tabel 2.5 Kemiringan Dinding Saluran yang direkomendasikan oleh USBR

Tipe tanah	Kemiringan Dinding (m)	
	Kedalaman saluran sampai 1,2 m	Kedalaman saluran > 1,2 m
Turf	0	
Lempung keras	0,5	1
Geluh kelepungan dan geluh keliatan	1	1,5
Geluh kepasiran	1,5	2
Pasir	2	3

Sumber : Suripin, 2004

2.14 Penelitian Terdahulu

A. 5293-15687-1-PB

Judul	Boezem, Pompa, dan Pintu Air sebagai Pengendali Banjir di Kali Balong Kecamatan Tandes Kota Surabaya
Nama Peneliti	Indriyani
Tahun	2019
Lokasi	Surabaya
Aspek	Menganalisis apakah boezem yang direncanakan mampu menampung debit banjir yang direncanakan
Metode	Metode Rasional
Analisis	Perhitungan boezem direncanakan dengan tujuan menampung sementara debit limpasan sesuai kapasitas yang direncanakan, perhitungan pompa sebanyak 8 unit dengan kapasitas 2,50 m ³ /dt yang bekerja dengan waktu tertentu dan perencanaan pintu air dengan lebar 1,50 m dan tinggi 4,00 m sebanyak 6 unit.
Kesimpulan	<ol style="list-style-type: none">1) Curah hujan harian rencana untuk periode ulang 5 dan 10 tahun pada daerah studi adalah sebesar 117,09 mm dan 127,78 mm2) Terdapat beberapa saluran yang meluber diantaranya Saluran Sekunder Lontar, Balongsari, Darmo Indah, Darmo Satelit, Saluran Primer Gunungsari, dan Kali Balong.3) Pemecahan masalah untuk menanggulangi saluran yang meluber adalah dengan mendesain ulang saluran eksisting dengan merubah lebar dan tinggi saluran, karena pada lokasi studi memungkinkan untuk dilakukan desain ulang saluran.4) Terdapat pengaruh backwater akibat pasang surut air laut. hasil perhitungan diketahui bahwa panjang pengaruhnya adalah sebesar 1494,85 m.

	<p>5) Selain mendesain ulang saluran alternatif pemecahan masalah yang lain yaitu merencanakan boezem yang dilengkapi pompa dan pintu air.</p> <p>6) Pada Perhitungan boezem direncanakan seluas 26.000 m² dengan tinggi 3 m sehingga volumeampungannya sebesar 78.000 m³ ditambah panjang long storage Saluran Kali Balong dan Margomulyo sebesar 168.724,85 m³.</p> <p>7) Pada perhitungan pintu air direncanakan selebar 1,50 m dan tinggi 4,00 m sebanyak 6 unit.</p>
--	--

B. 9815-19535-1-SM

Judul	Analisa Sistem Drainase Kota tondano (Stidi Kasus Kompleks Kantor Bupati Minahasa)
Nama Peneliti	Erwin
Tahun	2015
Lokasi	Manado
Aspek	<p>1) Menganalisa Sistem jaringan drainase perkotaan Tonado, apakah kapasitas saluran drainase mampu menampung banjir.</p> <p>2) Permasalahan Genangan di Kompleks Kantor Bupati Minahasa</p> <p>3) Bangunan Pelengkap untuk mengatur dan mengontrol sistem aliran air hujan yang ada dalam perjalanannya menuju outfall.</p>
Metode	Metode Rasional
Analisis	Penanganan masalah adalah melakukan perubahan sebagian pola aliran dengan mengalihkan sebagian debit rencana di zona I (zona I.A) ke zona II. Aliran dialihkan dengan cara membuat gorong-gorong dan tanggul pada ruas saluran S. 10-12. Gorong-gorong dibuat untuk menghubungkan ruas saluran S. 10-12

	dengan saluran ruas S. 28-29, sedangkan tanggul dibuat untuk membendung aliran air sehingga arah aliran dapat dibelokkan ke zona II.
Kesimpulan	<ol style="list-style-type: none"> 1) Dari 81 saluran eksisting dan 32 gorong-gorong eksisting, 79 saluran memenuhi kapasitas dan 2 saluran tidak memenuhi kapasitas sedangkan untuk gorong-gorong 31 memenuhi kapasitas dan 1 tidak memenuhi kapasitas. 2) Genangan dapat di atasi dengan mengalihkan sebagian debit rencana dari pembuangan zona I, ke pembuangan zona II. 3) Pada sistem drainase baru, 81 saluran eksisting tetap dipertahankan dan tidak memerlukan penambahan kapasitas atau perubahan dimensi penampang sedangkan 32 gorong – gorong eksisting memerlukan penambahan satu gorong – gorong baru menjadi 33 gorong – gorong.

C. 2777-6623-1-SM

Judul	Pola Pengendalian Banjir pada Bagian Hilir Saluran Primer Wonorejo Surabaya
Nama Peneliti	Kamilia
Tahun	2011
Lokasi	Surabaya
Aspek	<ol style="list-style-type: none"> 1) Menganalisa pola jaringan pada bagian hilir saluran primer wonorejo Surabaya 2) Pada bagian hilir saluran wonorejo dan dilengkapi pintu air laut, namun kenyataannya masih terjadi banjir di kawasan tersebut.

	3) Menghitung berapakah luas busem yang dibutuhkan agar banjir dapat dialirkan dengan baik dan tidak menimbulkan bencana.
Metode	Metode Aritmatik
Analisis	Dari catchment area saluran Primer Wonorejo adalah 108 m ³ /dt. Kapasitas full bank saluran pada bagian hilir sebesar 50 m ³ /dt. Dari sini dapat disimpulkan bahwa saluran tidak mampu menampung debit banjir, apalagi jika banjir terjadi bersamaan dengan pasang air laut. Simulasi dilakukan dengan anggapan bahwa banjir datang bersamaan dengan pasang air laut. Sehingga alternatif pembuatan busem dan rumah pompa merupakan kombinasi yang dipilih. Karena kondisi tofografi yang sangat datar, maka kedalaman busem dibatasi maksimal 2 m saja (Mott, 2000). Kapasitas busem yang dibutuhkan yaitu Selisih volume inflow dan volume outflow.
Kesimpulan	Untuk menyelesaikan persoalan banjir pada bagian hilir saluran Primer Wonorejo, terutama ketika banjir terjadi bersamaan dengan pasang air laut, perlu memperluas busem yang semula 20 ha menjadi 58 ha yang dilengkapi oleh pompa air dengan kapasitas 10 m ³ /dt. Akan tetapi menghindari konfli sosial di masyarakat, dibutuhkan studi AMDAL agar solusi yang diambil, dapat dilaksanakan dilapangan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Eksplorasi kerangka penilaian sampah di Sukomanunggal Surabaya ini menggunakan strategi penelitian kuantitatif. Pemeriksaan ilustratif adalah alasan untuk semua eksplorasi. Eksplorasi yang mencerahkan harus dimungkinkan secara kuantitatif dengan tujuan agar penyelidikan yang terukur dapat dilakukan.

3.2 Data Penelitian Yang diperlukan

Data yang diperlukan untuk menyelesaikan studi sesuai batasan dan perumusan masalah adalah sebagai berikut :

1. Data curah hujan harian.
2. Data peta topografi.
3. Data peta tata guna lahan.
4. Data peta jaringan drainase.
5. Data profil memanjang saluran.
6. Data jumlah penduduk.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam studi ini adalah :

1. Strategi persepsi

Strategi untuk persepsi adalah persepsi dan pencatatan item dengan kekhasan yang tepat yang diteliti.

2. Strategi dokumentasi

Strategi dokumentasi adalah pengumpulan informasi dengan meminta informasi sebelumnya.

3. Strategi menulis atau menulis

Strategi yang digunakan dalam ujian ini adalah penulisan berkonsentrasi pada teknik (perpustakaan). Tulisan yang dimaksud adalah dari buku-buku yang diperoleh, dari perpustakaan individu dan dari web. Informasi masa lalu dan hipotesis atau penemuan.

3.4 Analisa Data

Pemeriksaan informasi dilakukan melalui perkiraan numerik atau faktual atas informasi yang diperoleh, baik informasi yang diperoleh dari kantor, persepsi, dan informasi tertulis.

3.4.1 Uji Konsistensi

Uji konsistensi informasi tidak akan mengandung kesalahan dan harus diperiksa sebelum digunakan untuk penyelidikan hidrologi tambahan. Semua bersama-sama tidak mengandung blunder (kesalahan) dan tidak boleh mengandung informasi batal (missing record). Oleh karena itu, penting untuk benar-benar melihat sifat informasi (kontrol kualitas informasi). Beberapa kesalahan yang mungkin terjadi dapat disebabkan oleh unsur manusia, instrumen dan wilayah. (Soewarno, 1995). Untuk kehalusan tambahan harus terlihat pada Gambar 2.2.

3.4.2 Analisa Curah Hujan Harian Maximum

Curah hujan harian yang paling ekstrim adalah: curah hujan hari ke hari yang paling tinggi dalam perpanjangan waktu pengamatan di stasiun tertentu. Informasi ini biasanya digunakan untuk rencana desain bertenaga air sungai seperti bendung, bendungan, tanggul, asuransi saluran air dan rembesan.

3.4.3 Perhitungan Data Curah Hujan Rata-rata Daerah

Informasi curah hujan dan pelepasan merupakan informasi penting dalam pengaturan pasokan. Pemeriksaan informasi hujan diharapkan dapat memperoleh berapa banyak curah hujan. Kebutuhan untuk menyusun curah hujan teritorial adalah untuk perencanaan rencana penggunaan air dan rencana pengendalian banjir. Strategi yang digunakan dalam menghitung curah hujan normal untuk daerah aliran sungai (DAS)

adalah tiga teknik, yaitu strategi number-crunching mean (matematis), strategi poligon Thiessen dan strategi Isohyet (Triatmodjo, 2008).

3.4.4 Analisa Curah Hujan Rencana

Estimasi curah hujan yang tersusun digunakan untuk mengantisipasi seberapa besar curah hujan dengan tertentu membawa periode kembali. Mengingat curah hujan, pengaturannya kemudian dilihat gaya presipitasi digunakan untuk mencari rencana pelepasan banjir.

3.4.5 Uji Kesesuaian Distribusi

Tes ini digunakan untuk melihat apakah jenis sirkulasi informasi yang dipilih dapat mengatasi penyebaran faktual dari tes informasi yang dibedah. Mengujinya dengan 2 cara, khususnya:

1) Smirnov Kolmogorov. uji

Tes ini diselesaikan dengan menggambarkan kemungkinan untuk setiap informasi dispersi hipotetis dan eksperimental.

2) Uji Chi Square

Tes ini digunakan untuk menguji apakah apropriasi persepsi dapat sangat berpasangan dengan penyebaran hipotetis.

3.5 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Akibat dari informasi curah hujan tersusun dapat diubah menjadi pelepasan tersusun, pelepasan tersusun dapat ditentukan dengan menggunakan teknik Objective, strategi Der Wenduwen, teknik Haspers, dan teknik Hidrograf. Dalam ulasan ini untuk mengetahui pelepasan banjir yang diatur menggunakan teknik Sane dan strategi Hidrograf Nakayasu dengan resep berikut:

$$Q = 0,278 \cdot C.I. A \quad (3.1)$$

$$Q_p = \frac{C.A.R_0}{3,6.(0,3T_p + T_{0,3})} \quad (3.2)$$

3.6 Perhitungan Debit Air Kotor

Pelepasan air yang berantakan adalah yang berasal dari hubungan keluarga, struktur, perusahaan, dll. Untuk mengukur berapa banyak air kotor yang akan mengalir ke parit rembesan, penting untuk terlebih dahulu menyadari minat air yang khas dan penduduk di wilayah tinjauan. Ukuran tipikal kebutuhan air bersih di wilayah penelitian ini adalah 100 liter/hari/individu (Suryaman, 2013).

3.7 Perhitungan Debit Saluran

Perhitungan dimensi saluran baik yang ada (eksisting) atau yang telah direncanakan, perhitungan debit maksimum yang akan dialirkan dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = A \times V \quad (3.3)$$

- 1) Lebar saluran (b)
- 2) Tinggi saluran (h)
- 3) Kemiringan dasar saluran (Io)
- 4) Koefisien kekerasan (n)

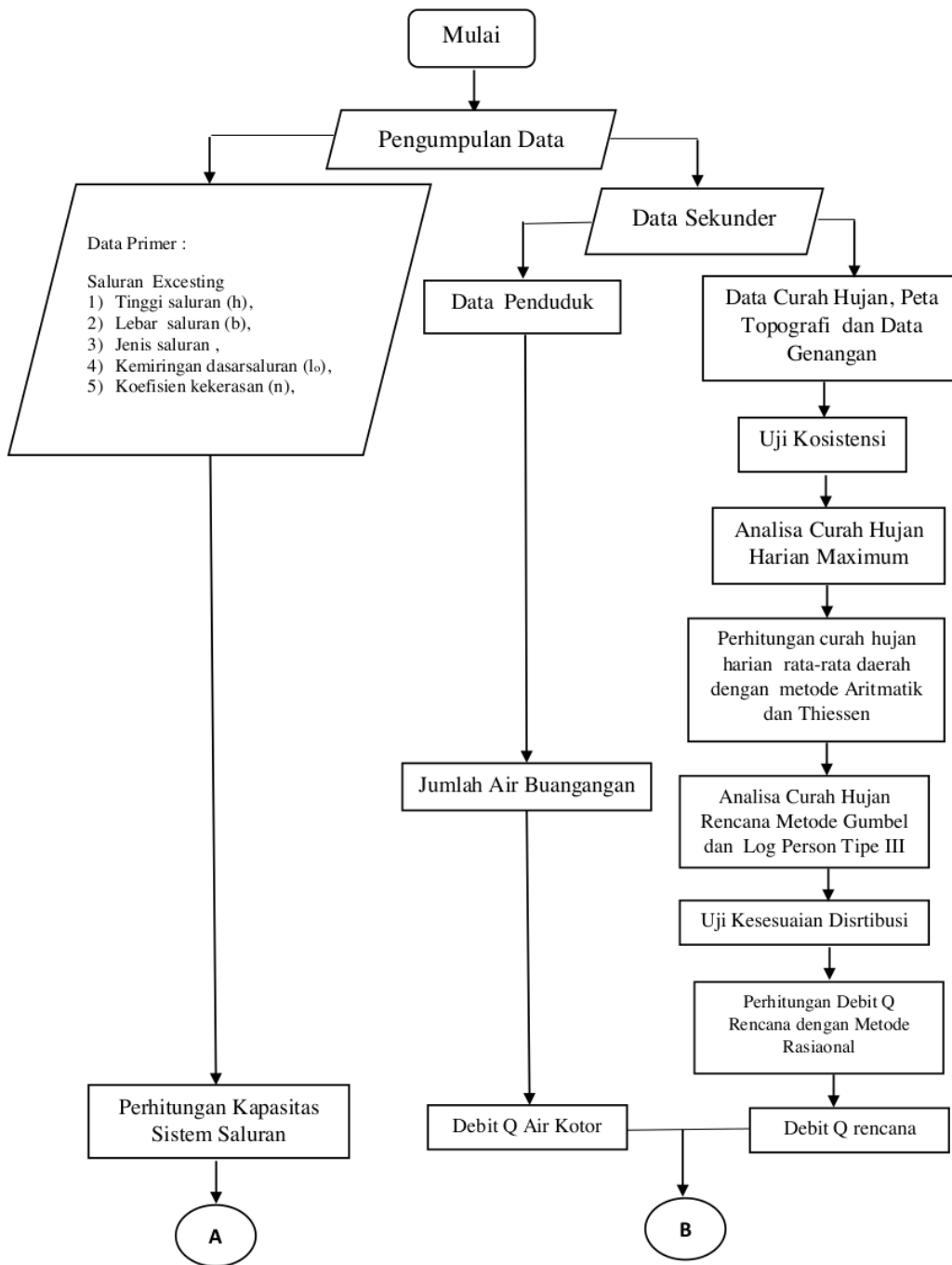
3.8 Analisis Kapasitas Saluran

Setelah mengetahui debit banjir rencana, dilakukan analisa kapasitas saluran existing, dengan debit banjir rencana, maka didapat :

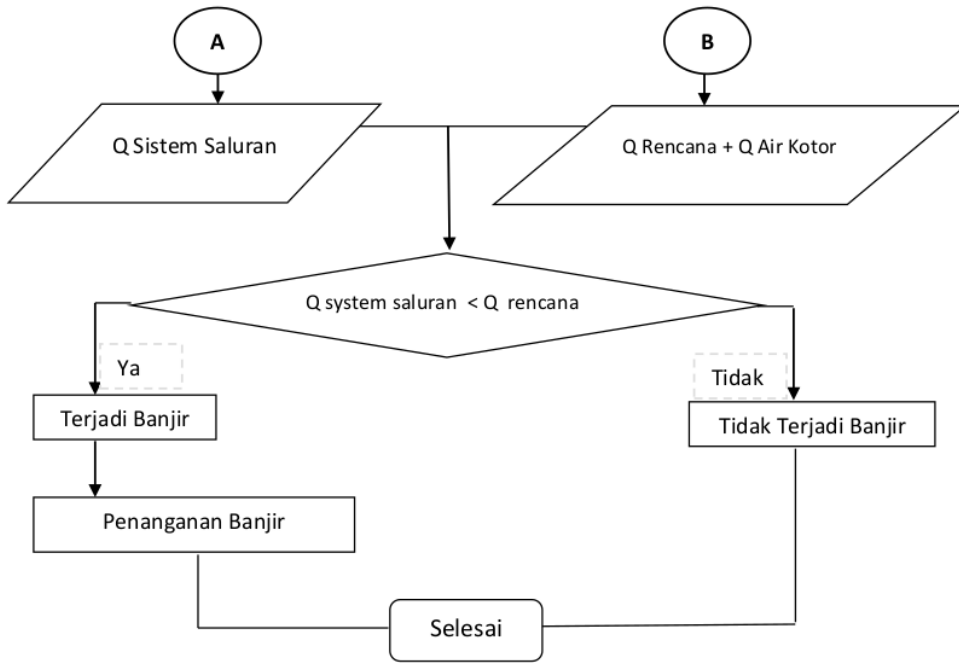
- 1) Saluran dipertahankan jika Q banjir rencana $<$ Q kapasitas saluran existing.
- 2) Saluran dinormalisasi jika Q banjir rencana $>$ Q kapasitas saluran existing.

3.9 Diagram Alir Penelitian

Dalam melakukan sebuah penelitian digunakan metodologi sebagai acuan atau tahapan dalam mengerjakan penelitian tersebut. Berikut ini adalah sebuah diagram alur yang dapat di lihat dibawah ini :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

BAB IV

ANALISA DATA DAN PERHITUNGAN

4.1 Kondisi Existing Sistem Drainase Sukomanunggal Surabaya

Bedasarkan SDMP 2019 kawasan Sukomanunggal Surabaya masuk pada sistem drainase Sukomanunggal yang merupakan wilayah studi termasuk dalam rayon Tandes. Sistem drainase kawasan Sukomanunggal Surabaya ini memiliki panjang saluran ± 1189.4400 m, dan luas daerah (DAS) ± 252872.43 m² atau ± 25.28724 ha.

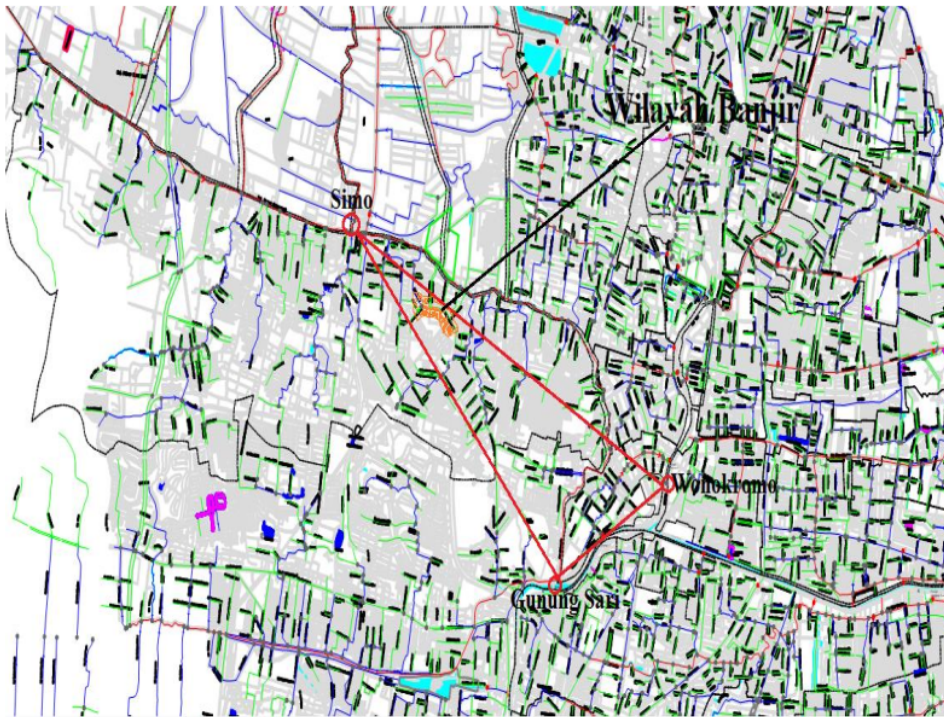
Wilayah Sono Kwijenan, Simomulyo, Tanjungsari dan sekitarnya adalah merupakan salah satu kawasan yang penting di Surabaya. Sebelum berkembang menjadi area pemukiman dan pertokoan, daerah ini sebelumnya berfungsi sebagai daerah pertanian, maka sistem drainase yang berfungsi pada saat itu adalah sistem irigasi, namun dengan seiring dengan perubahan tata guna lahan sistem drainase yang ada sekarang harus mampu untuk menampung seluruh kebutuhan drainase yang ada pada wilayah tersebut.

Menurut Dinas Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya, kawasan sekitar sistem ini sering mengalami genangan apabila musim hujan tiba. Dengan luas genangan 81,1428 ha, tinggi genangan 49,28 cm dan lama genangan 22.767 menit.

Genangan itu disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu pertama kondisi yang landau, kedua kondisi dimensi saluran yang tidak seragam terjadi penyempitan dan kemudian melebar kembali pada beberapa saluran (*bottle Neck*), ketiga banyaknya hambatan atau penyempitan aliran oleh bangunan yang ada pada saluran seperti jembatan talang dan lain – lain, keempat menumpuknya endapan disepanjang saluran menjadikan penampang saluran menjadi dangkal sehingga mengurangi kapasitas saluran, kelima banyaknya sampah dan limbah dari rumah tangga yang dibuang ke saluran sehingga, menyebabkan fungsi saluran terganggu apalagi pada saat musim hujan, keenam akibat dari perubahan tata guna lahan daerah sehingga mengakibatkan keefisien pengaliran menjadi lebih besar.

4.2 Penentuan Cathmen Area

Sebelum menghitung data curah hujan terlebih dahulu menentukan cathmen area di lokasi studi penelitian, untuk batas batas catchmen area mulai dari jalan darmo harapan IV, jalan raya Bima Sakti IV, jalan raya Satelit Barat, jalan raya Satelit Indah I, jalan raya Satelit Indah IV, jalan Satelit Timur II, jalan Donowati VI, Jalan Sukomanunggal Jaya I, Ruko Staelit Town Square, Whis Prime Hotel Darmo harapan, Jalan Raya Sukomanunggal Asri, dan Whiz Residence Darmo Harapan Surabaya. Dengan Luas Catchmen area 47,8 ha, berikut adalah gambar catchmen area Sukomanunggal Surabaya yang menjadi studi penelitian :



Sumber : Master Plan Surabaya (2018)

Gambar 4.1 Stasiun Penakar Hujan Daerah Sukomanunggal Surabaya



Gambar 4.2 Cathmen Area Sukomanunggal Surabaya

Keterangan :

- : Saluran sekunder
- : Saluran Trasier
- : Cathmen Area Sukomanunggal Surabaya

4.3 Data Hujan

Informasi curah hujan yang digunakan adalah informasi curah hujan harian terbesar di setiap stasiun pengukur hujan yang terletak di sekitar area tinjauan. Di dekat area peninjauan, terdapat 3 (tiga) stasiun pengukur hujan di dekatnya, khususnya stasiun pemeriksaan hujan Wonokromo, Gunung Sari dan Simo. Sebagai persiapan tambahan, informasi curah hujan tahunan untuk waktu yang lama dari 2004 - 2019 digunakan seperti yang ditampilkan pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Harian 2004 – 2019

No	Tahun	Data Curah Hujan Harian (mm)		
		Wonokromo	Gunung Sari	Simo
1	2004	92	103	152
2	2005	55	70	46
3	2007	36	96	74
4	2008	56	47	79
5	2009	104	78	107
6	2010	69	73	89
7	2011	98	102	84
8	2012	106	102	41
9	2013	39	36	41
10	2014	83	85	70
11	2015	63	69	48
12	2016	108	10	86
13	2017	114	120	102
14	2018	73	52	41
15	2019	76	74	67

Sumber : Balai Pengendalian Sumber Daya Air Surabaya, 2020

Tabel 4.2 Data Curah Hujan Tahunan 2004 – 2019

No	Tahun	Tinggi Curah Hujan (mm)		
		STA Wonokromo	STA G. Sari	STA Simo
1	2004	1928	1856	3087
2	2005	2288	3295	2665
3	2007	1732	1873	1968
4	2008	1672	1934	2132
5	2009	1513	1635	2244
6	2010	3102	3574	3419
7	2011	2010	2126	2053
8	2012	1789	1810	1776
9	2013	2905	2843	1689
10	2014	2178	2269	547
11	2015	1971	1872	2073
12	2016	3641	2693	3817
13	2017	2030	1883	1903
14	2018	1787	1812	1246
15	2019	1480	1265	1315

Sumber : Balai Pengendalian Sumber Daya Air Surabaya, 2020

4.4 Data Penduduk

Wilayah Studi Kecamatan Sukomanunggal pada tahun 2019 Mempunya jumlah penduduk sebanyak 108,264 jiwa dengan luas wilyah 9,23 km². Ini berarti kepadatan penduduk diwilayah ini mencapai 11725 jiwa/Ha.

Tabel 4.3 Data Penduduk Kecamatan Suko Manunggal

Kelurahan	Penduduk	KK	Rata-rata Anggota Keluarga
001. Putat Gede	7,412	2,267	3.27
002. Sono Kwijenon	8,599	2,819	3.05
003. Simomulyo	24,475	7,670	3.19
004. Suko Manunggal	11,766	3,633	3.24
005. Tanjungsari	12,600	4,031	3.13
006. Simomulyo Baru	43,412	13,303	3.26
Kecamatan Suko Manunggal	108,264	33,723	3.21

Sumber : Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kota Surabaya

4.5 Analisa Data

Pada tahap ini dilakukan uji konsistensi data, Analisa curah hujan rata – rata maximum, Perhitungan data curah hujan rata – rata daerah, Anlisa curah hujan rencana dan Uji kesesuaian distribusi.

4.5.1 Uji Konsistensi Data Curah Hujan

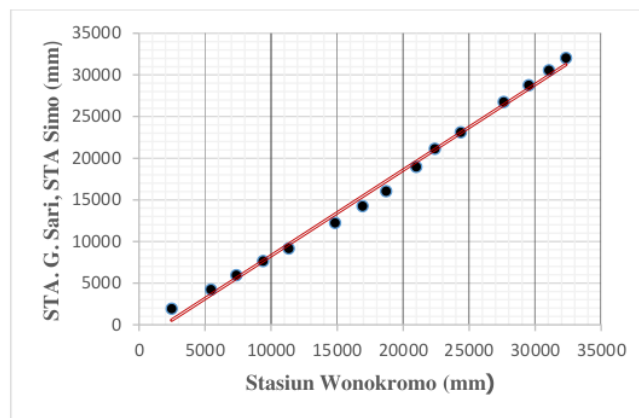
Selama waktu yang dihabiskan untuk menguji konsistensi presipitasi membutuhkan informasi dari stasiun pengukur hujan. Maka untuk melengkapi informasi tersebut, ditambahkan stasiun-stasiun terdekat, yaitu stasiun pemeriksaan hujan Wonokromo, stasiun Gunung Sari dan stasiun Simo. Uji konsistensi ini bertujuan untuk memutuskan apakah informasi curah hujan yang diperoleh dari Water Asset Community Pelaksana Stream Bowl Buntung Peketingan, Surabaya, dapat dimanfaatkan dalam siklus estimasi konsentrat banjir di wilayah Sukomanunggal Surabaya. Selama pengujian konsistensi curah hujan, strategi yang digunakan adalah dengan melihat informasi curah hujan tahunan untuk setiap stasiun curah hujan.

1. Uji Knsistensi Stasiun Wonokromo Terhadap Stasiun Gunung Sari dan Stasiun Simo

Tabel 4.4 Uji Knsistensi Stasiun Wonokromo Terhadap Stasiun Gunung Sari dan Stasiun Simo

No	Tahun	STA Wonokromo	NILAI Kumulatif	2 Stasiun Hujan		Rerata	NILAI Kumulatif
				G. Sari	Simo		
A	b	c	D	e	f	g	h
1	2004	1928	1928	1856	3087	2471.5	2471.5
2	2005	2288	4216	3295	2665	2980	5451.5
3	2007	1732	5948	1873	1968	1920.5	7372
4	2008	1672	7620	1934	2132	2033	9405
5	2009	1513	9133	1635	2244	1939.5	11344.5
6	2010	3102	12235	3574	3419	3496.5	14841
7	2011	2010	14245	2126	2053	2089.5	16930.5
8	2012	1789	16034	1810	1776	1793	18723.5
9	2013	2905	18939	2843	1689	2266	20989.5
10	2014	2178	21117	2269	547	1408	22397.5
11	2015	1971	23088	1872	2073	1972.5	24370
12	2016	3641	26729	2693	3817	3255	27625
13	2017	2030	28759	1883	1903	1893	29518
14	2018	1787	30546	1812	1246	1529	31047
15	2019	1480	32026	1265	1315	1290	32337

Sumber : Hasil Perhitungan



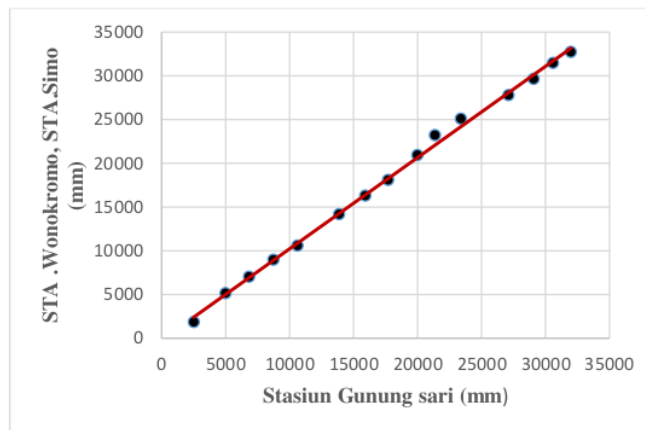
Gambar 4.3 Grafik Uji Knsistensi Stasiun Wonokromo Terhadap Stasiun Gunung Sari dan Stasiun Simo

2. Uji Knsistensi Stasiun Gunung Sari Terhadap Stasiun Wonokromo dan Stasiun Simo

Tabel 4.5 Uji Knsistensi Stasiun Gunung Sari Terhadap Stasiun Wonokromo dan Stasiun Simo

No	Tahun	STA Gunung Sari	NILAI Kumulatif	2 Stasiun Hujan (mm)		Rerata	NILAI Kumulatif
				Wonokromo	Simo		
A	b	c	d	e	f	g	h
1	2004	1856	1856	1928	3087	2507.5	2507.5
2	2005	3295	5151	2288	2665	2476.5	4984
3	2007	1873	7024	1732	1968	1850	6834
4	2008	1934	8958	1672	2132	1902	8736
5	2009	1635	10593	1513	2244	1878.5	10614.5
6	2010	3574	14167	3102	3419	3260.5	13875
7	2011	2126	16293	2010	2053	2031.5	15906.5
8	2012	1810	18103	1789	1776	1782.5	17689
9	2013	2843	20946	2905	1689	2297	19986
10	2014	2269	23215	2178	547	1362.5	21348.5
11	2015	1872	25087	1971	2073	2022	23370.5
12	2016	2693	27780	3641	3817	3729	27099.5
13	2017	1883	29663	2030	1903	1966.5	29066
14	2018	1812	31475	1787	1246	1516.5	30582.5
15	2019	1265	32740	1480	1315	1397.5	31980

Sumber : Hasil Perhitungan



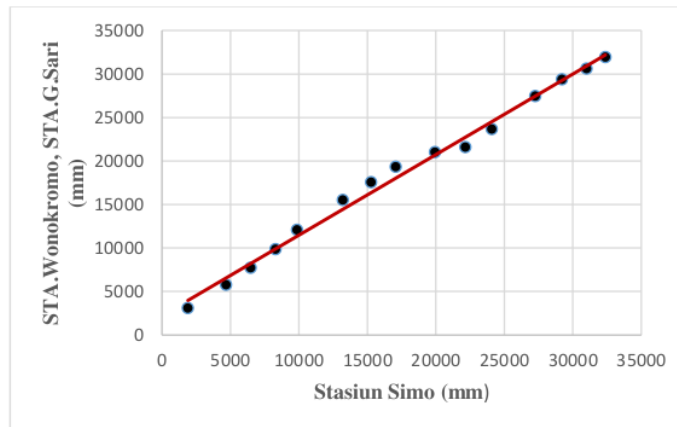
Gambar 4.4 Grafik Uji Knsistensi Stasiun Gunung sari Terhadap Stasiun Wonokromo dan Stasiun Simo

3. Uji Knsistensi Stasiun Simo Terhadap Stasiun Wonokromo dan Stasiun Gunung Sari

Tabel 4.6 Uji Knsistensi Stasiun Simo Terhadap Stasiun Wonokromo dan Stasiun Gunung Sari

No	Tahun	STA Simo	NILAI Kumulatif	2 Stasiun Hujan (mm)		Rerata	NILAI Kumulatif
				Wonokromo	G. Sari		
A	b	c	D	e	f	g	h
1	2004	3087	3087	1928	1856	1892	1892
2	2005	2665	5752	2288	3295	2791.5	4683.5
3	2007	1968	7720	1732	1873	1802.5	6486
4	2008	2132	9852	1672	1934	1803	8289
5	2009	2244	12096	1513	1635	1574	9863
6	2010	3419	15515	3102	3574	3338	13201
7	2011	2053	17568	2010	2126	2068	15269
8	2012	1776	19344	1789	1810	1799.5	17068.5
9	2013	1689	21033	2905	2843	2874	19942.5
10	2014	547	21580	2178	2269	2223.5	22166
11	2015	2073	23653	1971	1872	1921.5	24087.5
12	2016	3817	27470	3641	2693	3167	27254.5
13	2017	1903	29373	2030	1883	1956.5	29211
14	2018	1246	30619	1787	1812	1799.5	31010.5
15	2019	1315	31934	1480	1265	1372.5	32383

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.5 Grafik Uji Knsistensi Stasiun Simo Terhadap Stasiun Wonokromo dan Stasiun Gunung Sari

4.5.2 Perhitungan Curah Hujan Rata – rata Daerah Maksimum

Dengan mempertimbangkan faktor – faktor yang ada, maka metode yang digunakan adalah Metode Aritmatik. Pada sistem drainase Sukomanunggal Surabaya ini menggunakan 3 (tiga) stasiun pencatat hujan yaitu stasiun pencatat hujan Wonokromo, pencatat hujan stasiun Gunung sari dan Pencatat hujan stasiun Simo yang terletak paling dekat dengan wilayah studi.

Tabel 4.7 Perhitungan Curah Hujan Rata – rata Daerah Maksimum

Tahun	Tanggal	Stasiun Hujan			Curah Hujan Harian Maksimum	Curah Hujan Rata - rata Daerah
		Wonokromo	Gunung Sari	Simo		
2004	5 Maret	92	103	152	115.67	115
	5 Maret	92	103	152	115.67	
	24 Desember	0	27	81	36.00	
2005	10 Februari	55	70	46	57.00	77
	8 Maret	39	130	16	61.67	
	24-Nov	60	58	114	77.33	
2007	8-Mar	0	63	89	50.67	75
	21-Mar	36	96	74	68.67	
	04-Des	55	64	107	75.33	
2008	13-Des	56	47	79	60.67	72
	17-Des	39	58	87	61.33	
	28-Des	70	81	67	72.67	
2009	9-Jan	104	78	107	96.33	96
	9-Jan	104	78	107	96.33	
	17-Des	84	22	97	67.67	
2010	24 Maret	69	73	89	77.00	90
	1 Desember	15	114	42	57.00	
	3 Desember	110	92	70	90.67	
2011	9-Nov-11	98	102	84	94.67	94
	9-Nov-11	98	102	84	94.67	
	9-Nov-11	98	102	84	94.67	
2012	1 Januari	106	102	41	83.00	83
	20 Januari	83	53	36	57.33	
	16 Januari	65	63	45	57.67	

Lanjutan

2013	15 Januari	39	36	41	38.67	74
	27 Februari	53	52	49	51.33	
	23-Apr-13	87	40	97	74.67	
2014	19 Desember	83	85	70	79.33	79
	14 Maret	78	79	0	52.33	
	6 Desember	72	44	78	64.67	
2015	29 Desember	63	69	48	60.00	60
	22 Februari	61	40	65	55.33	
	2 Maret	49	20	15	28.00	
2016	30 Mei	108	10	86	68.00	68
	8 Februari	79	51	75	68.33	
	2 Desember	79	94	0	57.67	
2017	24-Nov-17	114	120	102	112.00	112
	3 Februari	94	75	58	75.67	
	14 Desember	78	63	56	65.67	
2018	5 Maret	73	52	41	55.33	55
	23-Apr-18	65	0	39	34.67	
	19 Januari	59	70	0	43.00	
2019	19 Januari	76	74	67	72.33	72
	2 Februari	67	64	61	64.00	
	20 Januari	66	55	51	57.33	

Sumber : Hasil Perhitungan

4.5.3 Analisa Frekuensi

Sebelum memilih distribusi probabilitas yang akan dipakai, dilakukan perhitungan analisa terlebih dahulu terhadap data yang ada.

Langkah – langkah perhitungan sebagai berikut :

1. Menyusun data – data curah hujan (X_i) mulai dari nilai yang terbesar sampai nilai yang terkecil. Data curah hujan terbesar terjadi pada tahun 2004 dengan nilai 115 mm, sedangkan data curah hujan terkecil terjadi pada tahun 2018 dengan nilai 55 mm. Penyusunan data curah hujan ini dapat dilihat lebih lanjut pada tabel 4.7

Tabel 4.8 Perhitungan parameter Statistik

Tahun	m	(Xi)	X	(Xi - X)	(Xi - X) ²	(Xi - X) ³	(Xi - X) ⁴
1	2	3	4	5 = 3 - 4	6 = (5) ²	7 = (5) ³	8 = (5) ⁴
2004	1	115	81.5	33.5	1122.25	37595.375	1259445.063
2017	2	112	81.5	30.5	930.25	28372.625	865365.0625
2009	3	96	81.5	14.5	210.25	3048.625	44205.0625
2011	4	94	81.5	12.5	156.25	1953.125	24414.0625
2010	5	90	81.5	8.5	72.25	614.125	5220.063
2012	6	83	81.5	1.5	2.25	3.375	5.0625
2014	7	79	81.5	-2.5	6.25	-15.625	39.0625
2005	8	77	81.5	-4.5	20.25	-91.125	410.0625
2007	9	75	81.5	-6.5	42.25	-274.625	1785.0625
2013	10	74	81.5	-7.5	56.25	-421.875	3164.0625
2008	11	72	81.5	-9.5	90.25	-857.375	8145.0625
2019	12	72	81.5	-9.5	90.25	-857.375	8145.0625
2016	13	68	81.5	-13.5	182.25	-2460.375	33215.0625
2015	14	60	81.5	-21.5	462.25	-9938.375	213675.0625
2018	15	55	81.5	-26.5	702.25	-18609.625	493155.0625
Jumlah	15	1222		-0.5	4145.75	38060.875	2960387.938

Sumber : Hasil Perhitungan

2. Menghitung besarnya rata – rata (X) dari tinggi hujan tersebut, sehingga didapat :

$$X = \frac{\sum xi}{n} = \frac{1222}{15} = 81,5 \text{ mm}$$

3. Menghitung besarnya harga devisisi rata – rata (S) dari data hujan tersebut, sehingga di dapat :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (Xi - X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{4145.75}{15-1}} = \sqrt{\frac{4145.75}{14}} = 17,2 \text{ mm}$$

4. Menghitung harga koefisien variasi (Cv) dari besaran data hujan tersebut, sehingga didapat :

$$Cv = \frac{S}{x} = \frac{17,2}{81,5} = 0,211$$

5. Menghitung harga koefisien kemencengan (Cs) dari besaran data hujan tersebut, sehingga didapat :

$$Cs = \left[\frac{n \sum (Xi - X)^3}{(n-1)(n-2)(s)^3} \right] = \frac{15(38060.875)}{(14)(13)(17,2)^3} = 0,106 \text{ mm}$$

6. Menghitung harga koefisien puncak (Ck) dari besaran data hujan tersebut, sehingga didapat :

$$Ck = \left[\frac{n^2 \sum (xi-x)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \right] = \left[\frac{15^2(1753508,097)}{(14)(13)(12)(17,2)^4} \right] = 3,484 \text{ mm}$$

Dari perhitungan diatas dapat diketahui harga Cs = 0,106 mm dan Ck = 3,484 mm.

4.6 Perhitungan Curah Hujan Rencana

Perhitungan hujan rencana pada tugas akhir ini menggunakan 2 metode sebagai pembanding yaitu metode Gumbel dan Metode Log Person III.

4.6.1 Metode Gumbel

Langkah – langkah perhitungan sebagai berikut :

1. Menyusun data curah hujan (Xi) mulai dari nilai yang terbesar sampai nilai yang terkecil. Data curah hujan terbesar terjadi pada tahun 2004 dengan nilai 115 mm, sedangkan data curah hujan terkecil terjadi pada tahun 2018 dengan nilai 55 mm.
2. Menghitung besarnya rata – rata (x) dari tinggi hujan tersebut, sehingga didapat :

$$X = \frac{\sum xi}{n} = \frac{1222}{5} = 81,5 \text{ mm}$$

3. Menghitung besarnya harga deviasi rata –rata (S) dari data hujan tersebut, sehingga

$$\text{didapat : } S = \frac{\sqrt{\sum x^2 - x \cdot \sum x}}{n-1} = \frac{\sqrt{4145,75}}{14} = 17,2 \text{ mm}$$

4. Menghitung besarnya harga 1/a dan b

Dari table didapatkan nilai : Sn = 1,0206 (lampiran 6)

Yn = 0,5128 (lampiran 5)

$$\frac{1}{a} = \frac{S}{Sn} = \frac{17,2}{1,0206} = 16,852$$

$$b = x - \left(yn \times \frac{S}{Sn} \right) = 81,5 - \left(0,5128 \times \frac{17,2}{1,0206} \right) = 72,85$$

Persamaan Ekstarpolasi :

$$Rt = b + \frac{1}{a} \cdot Yt = 72,85 + 16,852 Yt$$

Untuk perhitungan curah hujan dengan periode ulang pada persamaan distribusi Gumbel dengan Rumus $y_t = -\ln(-\ln(T_r - 1)/T_r)$, maka didapatkan :

Tabel 4.9 Curah Hujan dengan Periode Ulang tertentu untuk Distribusi Gumbel

No	T	Yt	Rt
1	2	0.3665	79,026
2	5	1.4999	98,126
3	10	2.2504	110,773
4	15	2.6738	117,908
5	25	3.1985	126,763

Sumber : Hasil Perhitungan

1. Uji Smirnov Kolmogorov

Pengujian ini di ambil pengertian adanya simpangan antara data yang ada dengan garis teoritisnya pada arah mendatar yang yang dinyatakan dengan persen, persamaan Smirnov Kolmogorov mensyaratkan simpangan ini samapai dengan batas tertentu. Apabila Δ maks lebih dari pada Δ kritis untuk suatu taraf tertentu (*Level of signification* ,) tertentu, maka sebaran tersebut dapat diterima.

Untuk mengadakan pemeriksaan uji tersebut dahulu harus diadakan plotting data dari pengamatan pada kertas probabilitas log person III dan garis durasi yang telah sesuai dengan hasil perhitungan yang telah dihitung. Ploting data dan garis durasi pada kertas probabilitas log Person III dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Data hujan harian rata – rata tiap tahun disusun dari kecil kebesar
2. Probabilitas dihitung dengan persamaan Weibull

$$P = \frac{100(m)}{N + 1} (\%)$$

3. Plot data curah hujan Xi – probabilitas p.
4. Buat garis durasi Log Person III sesuai dengan plot yang telah dihitung.

Menurut (Sri,1993), untuk keperluan teknik, taraf sebesar 5% sudah cukup memenuhi syarat. Pada pembahasan ini α diambil 5%, sehingga untuk jumlah data $n = 15$ dibaca pada table dan didapat $\Delta_{kritis} = 0,34$. (dari tabel lampiran 3).

Untuk Perhitungan data hujan yang lain dapat dilihat berikut ini :

$$s = \sqrt{\frac{\sum(Xi-x^2)}{n-1}} = \sqrt{\frac{4145.75}{14}} = 17,2 \text{ mm}$$

Dari table hubungan N dengan Yn untuk n = 15 didapat:

$$S_n = 1,0206 \text{ (dari tabel lampiran 6)}$$

$$Y_n = 0,5128 \text{ (dari tabel lampiran 5)}$$

$$\frac{1}{a} = \frac{s}{S_n} = \frac{17,2}{1,0206} = 16,852$$

$$b = x - \left(y_n \times \frac{s}{S_n} \right) = 81,5 - \left(0,5128 \times \frac{17,2}{1,0206} \right) = 72,85$$

Dengan demikian persamaan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$X_t = b + \frac{1}{a} + Y_t = 72,85 + 16,852 \times Y_t$$

Dengan mensubsitusikan 2 buah harga Yt, maka dapat ditarik garis durasi :

$$Y_t = -1,5 \qquad R_t = 47,57$$

$$Y_t = 2,5 \qquad R_t = 114,10$$

Untuk perhitungan data hujan yang lain dapat dilihat pada table berikut:

Tabel 4.10 Uji sminorvKolomogrof untuk Distribusi Gumbel

No	Tahun	Rt	Pe (%)	Pt (%) grafik	Pe-Pt (%)	Pe-Pt
1	2018	55	6.25	10	-3.75	-0.0375
2	2015	60	12.50	16	-3.50	-0.035
3	2016	68	18.75	30	-11.25	-0.1125
4	2019	72	25.00	36	-11.00	-0.11
5	2008	72	31.25	36	-4.75	-0.0475
6	2013	74	37.50	40	-2.50	-0.025
7	2007	75	43.75	42	1.75	0.0175
8	2005	77	50.00	46	4.00	0.04
9	2014	79	56.25	48	8.25	0.0825
10	2012	83	62.50	56	6.50	0.065
11	2010	90	68.75	65	3.75	0.0375
12	2011	94	75.00	71	4.00	0.04
13	2009	96	81.25	73	8.25	0.0825
14	2017	112	87.50	86	1.50	0.015
15	2004	115	93.75	88	5.75	0.0575

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari table diatas diperoleh simpangan maks = 8,25 %,

sehingga, $\Delta_{kritis} = 0,34$ (dari table lampiran 3) $> \Delta_{maks} = 0,0825$.

Dari hasil diatas dapat diambil kesimpulan bahwa hipotesa Gumbel dapat diterima.

(Lembar Probabilitas Uji Smirnov Kolmogorov Gumbel dapat di lihat di Lampiran 5)

2. Uji Chi Square

Uji chi square dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistic sampel data yang di analisis.

$$\chi^2_{hit} = \frac{\sum (E_f - O_f)^2}{E_f}$$

Adapu E_f : Nilai yang diharapkan (expected frequency)

O_f : Nilai pengamatan (observed frequency)

Jumlah data (n) = 15

Menentukan kelas distribusi dengan rumus Struges

$$K = 1 + 3,322 \log n = 1 + 3,322 \log (15) = 4,906 \rightarrow \text{Pakai } 5$$

$$V = K - (h + 1) = 5 - (2 + 1) = 2$$

$$Ef = \frac{15}{5} = 3$$

Tabel 4.11 Perhitungan Uji Chi Square untuk Distribusi Gumbel

No	Rt	Pe (%)	Probabilitas %	(Ef)	(Of)	Ef - Of	(Ef - Of) ²
1	55	6.25	P < 12.5%	3	1	2	4
2	60	12.50	12.5 < P < 25.0	3	2	1	1
3	68	18.75	25.0 < P < 37.5	3	2	1	1
4	72	25.00	37.5 < P < 50.0	3	2	1	1
5	72	31.25	50.0 < P < 62.5	3	2	1	1
6	74	37.50	62.5 < P < 75	15	2		8
7	75	43.75	75 < P < 87.5		2		
8	77	50	87.5 < P < 100		2		
9	79	56.25	Jumlah		15		
10	83	62.5					
11	90	68.75					
12	94	75					
13	96	81.25					
14	112	87.5					
15	115	93.75					

Sumber : Hasil Perhitungan

Dengan $V = 2$ dan $\alpha = 0,05$ didapat $X^2 C_r = 5,991$ (dari table lampiran 4)

$$X^2 \text{ hit} = \frac{8}{3} = 2,67$$

$X^2 \text{ hit} (2,67) < X^2 C_r (5,991)$ diterima

4.6.2 Metode Log Person Tipe III

1. Menyusun data – data curah hujan (Xi) mulai dari nilai yang terbesar Sampai nilai yang terkecil. Data curah hujan terbesar terjadi pada tahun 2004 dengan nilai 115 mm, sedangkan data curah hujan terkecil terjadi pada tahun 2018 dengan nilai 55 mm. Penyusunan data curah hujan ini dapat dilihat lanjut pada table 4.10.

2. Merubah sejumlah N curah hujan $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ ke dalam bentuk besaran logaritme, sehingga menjadi $\text{Log } X_1, \text{Log } X_2, \text{Log } X_3, \dots, \text{Log } X_n$. Selanjutnya dinyatakan dalam $\text{Log } X$, pada table.
3. Menghitung besarnya harga rata – rata besaran logaritme ($\text{Log } X$) tersebut, sehingga didapat :

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{\sum \log X_i}{n} = \frac{28,533}{15} = 1,902 \text{ mm}$$

4. Menghitung besarnya harga deviasi rata – rata (S) dari besaran logaritma tersebut sehingga didapat :

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,11373}{14}} = 0,0901 \text{ mm}$$

5. Menghitung harga koefisien kemencengan (C_s) dari besaran logaritma diatas sehingga didapat :

$$C_s = \left[\frac{n \cdot \sum (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3} \right] = \left[\frac{15(0,0015171)}{(14)(13)(0,0901)^3} \right] = \frac{0,0227}{0,1331} = -0,17054$$

Tabel 4.12 Perhitungan Parameter Statistiki Distribusi Log Person Tipe III

Tahun	m	(Xi)	Log Xi	Log X	(Log Xi - Log X)	(Log Xi - Log X) ²	(Log Xi - Log X) ³
2004	1	115	2.061	1.902	0.1587	0.025185	0.0039968
2017	2	112	2.049	1.902	0.1472	0.021673	0.0031907
2009	3	96	1.982	1.902	0.0803	0.006443	0.0005172
2011	4	94	1.973	1.902	0.0711	0.005059	0.0003598
2010	5	90	1.954	1.902	0.0522	0.002729	0.0001426
2012	6	83	1.919	1.902	0.0171	0.000292	0.0000050
2014	7	79	1.898	1.902	-0.0044	0.000019	-0.0000001
2005	8	77	1.886	1.902	-0.0155	0.000241	-0.0000037
2007	9	75	1.875	1.902	-0.0269	0.000726	-0.0000195
2013	10	74	1.869	1.902	-0.0328	0.001074	-0.0000352
2008	11	72	1.857	1.902	-0.0447	0.001995	-0.0000891
2019	12	72	1.857	1.902	-0.0447	0.001995	-0.0000891
2016	13	68	1.833	1.902	-0.0695	0.004829	-0.0003356
2015	14	60	1.778	1.902	-0.1238	0.015339	-0.0018997
2018	15	55	1.740	1.902	-0.1616	0.026127	-0.0042230
Jumlah	15	1222	28.533		0.003	0.11373	0.0015171

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk curah hujan dengan periode ulang pada distribusi Log Person tipe III dapat dihitung sebagai berikut:

Contoh perhitungan curah hujan dengan periode ulang 5 tahunan, dari perhitungan sebelumnya di dapat harga :

- $\overline{\text{Log } X} = 1,902$ $C_s = -0,17054$
- Standar deviasi (S) = 0,0901 mm
- Nilai k dengan harga $C_s = -0,17054$ untuk periode 10 tahun didapat dari table 4.11 \rightarrow nilai k = 1,270

R_{24} max periode ulang 10 tahun :

$$\text{Log } X_t = \text{Log } \bar{X} + k \cdot s$$

$$= 1,902 + (1,270 \times 0,0901) = 2,016 \text{ mm}$$

$$X_t = \text{anti log } X_t$$

$$= 103,752 \text{ mm}$$

Perhitungan curah hujan dengan periode ulang yang lain ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.13 Curah Hujan Dengan Periode ulang tertentu untuk Distribusi Log Person III

No	T	Log X	k	S	Log Xt	Xt
1	2	1.902	0.017	0.0901	1.904	80.167
2	5	1.902	0.886	0.0901	1.982	95.94
3	10	1.902	1.270	0.0901	2.016	103.752
4	25	1.902	1.716	0.0901	2.057	114.024
5	50	1.902	2.000	0.0901	2.082	120.781
6	100	1.902	2.252	0.0901	2.105	127.35

Sumber : Hasil Perhitungan

1. Uji Sminorv Kolmogrov

Contoh perhitungan uji sminorv kologmogrov untuk data hujan tahun 2011 dengan hujan $R_{24} = 94 \text{ mm}$.

1. Urutkan data (dari besar ke kecil) dan besarnya peluang dari masing – masing data tersebut. Dari tabel 4.10. untuk data hujan tahun 2011 dengan tinggi hujan = 94 mm didapat :

$$m = (\text{peringkat atau ranking}) = 4$$

$$n = (\text{jumlah data hujan}) = 15$$

$$\overline{\text{Log } X} = 1,902$$

Dengan rumus peluang :

$$P(\text{Log}X) = \frac{m}{n-1} = \frac{4}{15-1} = 0,285$$

2. Besarnya $P(\text{Log } X <)$ dapat dicari dengan rumus :

$$P(\text{Log } X <) = 1 - P(\text{Log } X)$$

$$= 1 - 0,285 = 0,715$$

3. Nilai $f(t)$ dapat dicari dengan rumus :

$$f(t) = \frac{(\text{Log } X - \overline{\text{Log } X})}{S \text{ Log } X} = \frac{(1,982 - 1,902)}{0,0901} = 0,88$$

4. Besarnya peluang teoritis $P(\text{Log } X)$ dicari dengan menggunakan tabel wilayah luas dibawah kurva normal (lihat lampiran) dari nilai $f(t)$. dari tabel dengan nilai $f(t) = 0,88 \rightarrow P'(\text{Log } X <) = 0,8106$ sehingga besarnya nilai $P'(\text{Log}X)$

$$P'(\text{Log}X) = 1 - P'(\text{Log}X <)$$

$$= 1 - 0,8106 = 0,1894$$

5. Nilai dapat dicari dengan rumus :

$$D = P'(\text{Log}X) - (\text{Log}X)$$

$$= 0,1894 - 0,285$$

$$= 0,0956$$

Untuk perhitungan data hujan yang lain dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.14 Uji Smonorv Klomogrov untuk Distribusi Log Pearson III

Tahun	m	(Xi)	Log Xi	Log X	S	P(Log Xi)	P(Log Xi <)	f(t)=(Log Xi-Log X)/S	P'(Log X<)	P'(Log Xi)	D
2004	1	115	2.061	1.902	0.0901	0.071	0.929	1.76	0.9608	0.0392	-0.0322
2017	2	112	2.049	1.902	0.0901	0.143	0.857	1.63	0.9484	0.0516	-0.0913
2009	3	96	1.982	1.902	0.0901	0.214	0.786	0.89	0.8133	0.1867	-0.0276
2011	4	94	1.973	1.902	0.0901	0.286	0.714	0.79	0.7852	0.2148	-0.0709
2010	5	90	1.954	1.902	0.0901	0.357	0.643	0.58	0.719	0.281	-0.0761
2012	6	83	1.919	1.902	0.0901	0.429	0.571	0.19	0.5832	0.4168	-0.0118
2014	7	79	1.898	1.902	0.0901	0.500	0.500	-0.05	0.4801	0.5199	0.0199
2005	8	77	1.886	1.902	0.0901	0.571	0.429	-0.17	0.4325	0.5675	-0.0039
2007	9	75	1.875	1.902	0.0901	0.643	0.357	-0.30	0.2831	0.7169	0.0740
2013	10	74	1.869	1.902	0.0901	0.714	0.286	-0.36	0.3594	0.6406	-0.0737
2008	11	72	1.857	1.902	0.0901	0.786	0.214	-0.50	0.3085	0.6915	-0.0942
2019	12	72	1.857	1.902	0.0901	0.857	0.143	-0.50	0.3085	0.6915	-0.1656
2016	13	68	1.833	1.902	0.0901	0.929	0.071	-0.77	0.2206	0.7794	-0.1492
2015	14	60	1.778	1.902	0.0901	1.000	0.000	-1.37	0.0853	0.9147	-0.0853
2018	15	55	1.740	1.902	0.0901	1.071	-0.071	-1.79	0.0367	0.9633	-0.1081
Jumlah	15	1222	28.533			8.57	6.43				-0.8960

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari Perhitungan nilai D dalam tabel diatas dapat harga $D_{Max} = 0,0740$ pada data dengan peringkat 9. Dengan menggunakan tabel nilai kritis D_0 untuk uji sminorv kolmogrov (lihat lampiran), untuk derajat kepercayaan 5% dan $n = 15$, maka diperoleh nilai $D_0 = 0,34$.

Kareba $D_{Max} = 0,0740$ lebih kecil dari pada nilai $D_0 = 0,34$ maka persamaan distribusi Log Person Tipe III dapat diterima untuk menghitung distribusi peluang data curah hujan harian.

Dengan demikian persamaaan dapat dituliskan sebagai berikut :

Persamaan : Probalitas = 0,1

$C_s = -0,17054$

$K = 3,950$

$\text{Log } X_t = \text{Log } X + k.S$

$$= 1,902 + (3,950 \times 0,0901) = 2,257$$

$$\text{Log } X_t = 2,257$$

$$\text{Anti Log } X_t = 180,71$$

$$A = (0,1. 180,71)$$

$$\text{Probabilitas} = 50$$

$$Cs = -0,17054$$

$$K = 0,017$$

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

$$= 1,902 + (0,017 \times 0,0901) = 1,903$$

$$\text{Log } X_t = 1,903$$

$$\text{Anti Log } X_t = 79,983$$

$$B = (50. 79,983)$$

Tabel 4.15 Uji Sminorv Kolomogrov untuk Distribusi Log Person III

No	Tahun	Rt	Pe (%)	Pt (%) grafik	ΔPe-Pt (%)	ΔPe-Pt
1	2018	115	6.25	1.2	505	0.0505
2	2015	112	12.50	5.4	7.10	0.0710
3	2016	96	18.75	8.2	10.55	0.1055
4	2019	94	25.00	10.2	14.80	0.1480
5	2008	90	31.25	16	15.25	0.1525
6	2013	83	37.50	21	16.50	0.1650
7	2007	79	43.75	27	16.75	0.1675
8	2005	77	50.00	42	8.00	0.0800
9	2014	75	56.25	47	9.25	0.0925
10	2012	74	62.50	51	11.50	0.1150
11	2010	72	68.75	66	2.75	0.0275
12	2011	72	75.00	66	9.00	0.0900
13	2009	68	81.25	80	1.25	0.0125
14	2017	60	87.50	83	4.50	0.0450
15	2004	55	93.75	92	1.75	0.0175

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas diperoleh simpangan maksimum = 16,75%, sehingga

$\Delta_{maks} = 0,1675 < \Delta_{kritis} = 0,34$ dapa diterima.

Dari hasil diatas dapat diambil kesimpulan bahwa hipotesa Log Person III dapat diterima.

2. Uji Chi Square

Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2 , yang dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\chi^2_{hit} = \sum_1^k \frac{(E_f - O_f)^2}{E_f}$$

Adapun : χ^2_{hit} = parameter Chi-square terhitung, merupakan variable acak

G = jumlah sub kelompok

O_i = Jumlah nilai pengamatan

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i

Jumlah data (n) = 15

Menentukan kelas distribusi dengan rumus struges

$$K = 1 + 3,322 \log n = 1 + 3,322 \log(15) = 4,906 \rightarrow \text{pakai } 5$$

$$V = K - (h + 1) = 5 - (2 + 1) = 2$$

$$Ef = \frac{15}{3} = 3$$

Tabe 4.16 Uji Chi Square untuk Distribusi Log Person III

No	Rt	Pe (%)	Probabilitas %	(Ef)	(Of)	Ef - Of	(Ef - Of)^2
1	55	6.25	P < 12.5%	3	1	2	4
2	60	12.50	12.5 < P < 25.0	3	2	1	1
3	68	18.75	25.0 < P < 37.5	3	2	1	1
4	72	25.00	37,5 < P < 50.0	3	2	1	1
5	72	31.25	50.0 < P < 62.5	3	2	1	1
6	74	37.50	62.5 < P < 75	15	2		8
7	75	43.75	75 < P < 87.5		2		
8	77	50	87.5 < P < 100		2		
9	79	56.25	Jumlah		15		
10	83	62.5					
11	90	68.75					
12	94	75					
13	96	81.25					
14	112	87.5					
15	115	93.75					

Sumber : Hasil Perhitungan

Dengan $V = 2$ $\alpha = 0,05$ didapat $X^2 Cr = 5,991$ (dari tabel lampiran 4)

$$X^2 \text{ hit } V = \frac{8}{2} = 2,67$$

$X^2 \text{ hit } (2,67) < X^2 Cr (5,991)$ diterima.

4.7 Kesimpulan Uji Kecocokan Parameter Distribusi

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil uji kecocokan untuk menentukan persamaan distribusi yang dipakai, ditampilkan dalam tabel berikut :

Tabel 4.17 Kesimpulan Uji Kecocokan Distribusi

Persamaan Distribusi	Uji Kecocokan						Evaluasi
	Chi Square			Smirnov Kolmogrov			
	X ² hit		X ²	Dmax		D	
Distribusi Gumbel	2,67	<	5,991	0,0825	<	0,34	OK
Distribusi Log Person III	2,67	<	5,991	0,1675	<	0,34	OK

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa kedua persamaan memenuhi persamaan persyaratan adalah persamaan distribusi Gumbel dan Distibusi Log Person III. dalam tugas akhir ini digunakan periode ulang 2, 5, 10 tahun untuk saluran trasier.

Tabel 4.18 Perbandingan Tabel Perhitungan Metode Gumbel & Log Pearson III

Tr (th)	LOG PERSON III (mm)	GUMBEL (mm)
2	80.167	79,026
5	95.94	98,126
10	103.752	110,773

Sumber : Hasil Perhitungan

Untuk perhitungan selanjutnya digunakan hasil perhitungan dari metode Gumbel. Karena pada tabel hasil perhitungan diatas didapatkan nilai dari metode Guimbel lebih besar dari metode Log Person III, dengan demikian maka metode Gumbel nilai keamanannya lebih besar dari metode Log Person mengingat bahwa wilayah Sukomanunggal merupakan yang sering terjadi genangan.

4.8 Analisa Debit Banjir Maksimum

Perhitungan debit banjir maksimum menggunakan tiga metode, yaitu metode Rasional, Metode Haspers, Metode Weduwen. Dalam perhitungan tersebut daerah saluran Sukomanunggal Surabaya dibagi menjadi 3 saluran, yaitu : Sal. Sukomanunggal 1, Sal. Sukomanunggal 2 dan Sal. Sukomanunggal gabungan 1 -2.

4.8.1 Perhitungan Debit Banjir Maksimum Saluran Tersier Sukomanunggal I



Gambar 4.4 Luas Daerah Saluran Tersier Sukomanunggal 1

1. Metode Rasional

Panjang saluran (L) = 0,90 km

Luas Daerah (A) = 2,31 km²

Elevasi Hulu = 6,14 m

Elevasi Hilir = 5,67 m

Beda Tinggi elevasi = 0,47 m

Pada contoh perhitungan di pakai curah hujan rencana periode ulang 2 tahun :

$$- V = 72 \times \left(\frac{\Delta H}{L}\right)^{0,6}$$

$$- V = 72 \times \left(\frac{0,00047}{0,90}\right)^{0,6} = 0,77 \text{ km/jam}$$

- $t = T_c$
- $T_c = L / V$
- $T_c = 0,90 / 0,77 = 1,16 \text{ jam}$

- $I = \frac{R24}{24} \times \left(\frac{24}{T_c}\right)^{2/3}$
- $I = \frac{79,02}{24} \times \left(\frac{24}{1,16}\right)^{2/3}$
- $I = 24,75 \text{ mm/jam}$
- $Q = \frac{1}{36} C.I.A$ ($C = 0,75$ karena daerah perumahan bersambung)
- $Q_{2th} = 0,278 \times 0,75 \times 24,75 \times 2,31$
- $Q_{2th} = 11,92 \text{ m}^3/\text{dt}$

2. Metode Harpers

Pada contoh perhitungan di pakai curah hujan rencana periode ulang 2 tahun :

- Panjang saluran (L) = 0,90 km
- Luas Daerah (A) = 2,31 km²
- I = 0,00047 km
- R24 = 79,026 mm
- $\alpha = \frac{1+1,01(A)^{0,7}}{1+1,08(A)^{0,7}}$
- $\alpha = 0,900$
- $tr = T_c = 0,1 L^{0,8} \times I^{-0,3}$
- $tr = 0,92 \text{ jam}$
- $1/\beta = 1 + \left[\frac{tr + (3,7 + 10^{0,4 \cdot tr})}{tr^2 + 15} \right] \left[\frac{A}{12} \right]^{0,75}$
- $1/\beta = 1,09$
- $\beta = 0,914$
- $tr = 0,92 \text{ jam} - tr < 2 \text{ jam}$
- $rt = \frac{tr \times R24}{tr + 1} = 45,3 \text{ mm}$
- tr dalam jam, maka $q = \frac{rt}{3,6 + tr^2}$
- $q = 10,21 \text{ m}^3/\text{det}/\text{km}^2$

$$\begin{aligned}
 - Q_{2th} &= \alpha \times \beta \times q \times A \\
 &= 0,9 \times 0,914 \times 10,21 \times 2,31 \\
 - Q_{2th} &= 19,40 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

3. Metode Weduwen

Pada contoh perhitungan di pakai curah hujan rencana periode ulang 2 tahun :

$$\begin{aligned}
 - \text{Panjang saluran (L)} &= 0,90 \text{ km} \\
 - \text{Luas Daerah (A)} &= 2,31 \text{ km}^2 \\
 - I &= 0,00047 \text{ km} \\
 - R_{24} &= 79,026 \text{ mm} \\
 - \text{Harga t coba-coba} &= 0,74 \text{ jam} \\
 - \beta &= \frac{120 + \frac{t+1}{t+9} A}{120+A} \\
 - \beta &= 0,99 \\
 - q_n &= \frac{R_{24} \cdot 56,758}{240 t + 1,45} \\
 - q_n &= 10,17 \text{ m}^3/\text{det}/\text{km}^2 \\
 - \alpha &= 1 - \frac{4,1}{\beta q + 7} \\
 - \alpha &= 0,76 \\
 - Q_{2th} &= \alpha \times \beta \times q \times A \\
 &= 0,76 \times 0,99 \times 10,17 \times 2,31 \\
 &= 9,73 \text{ m}^3/\text{dt} \\
 - \text{Periksa nilai t coba-coba} &= t \text{ hitung} \\
 - t &= 0,25 \times 0,90 \times 9,73^{-0,125} \times 0,00047^{-0,25} \\
 - t &= 0,74 \text{ jam} \\
 - t \text{ coba-coba} &= t \text{ hitung} \rightarrow 0,74 \text{ jam, nilai } Q_n \text{ adalah benar.}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.20 Perbandingan Perhitungan Debit Banjir Maksimum dengan Tiga Metode

Qp	Rasional	Haspers	Wer duwen
	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)
Q2	11,92	19,40	9,73

Sumber Hasil Perhitungan

4.8.2 Perhitungan Debit Banjir Maksimum Saluran Tersier Sukomanunggal II



Gambar 4.5 Luas Daerah Saluran Tersier Sukomanunggal 2

1. Metode Rasional

Panjang saluran (L) = 0,68 km

Luas Daerah (A) = 1,87 km²

Elevasi Hulu = 6,10 m

Elevasi Hilir = 5,80 m

Beda Tinggi elevasi = 0,30 m

Pada contoh perhitungan di pakai curah hujan rencana periode ulang 2 tahun :

$$- V = 72 \times \left(\frac{\Delta H}{L}\right)^{0,6}$$

$$- V = 72 \times \left(\frac{0,00030}{0,68}\right)^{0,6} = 0.70 \text{ km/jam}$$

$$- t = T_c$$

$$- T_c = L / V$$

$$- T_c = 0,68 / 0,70 = 0.97 \text{ jam}$$

- I = $\frac{R24}{24} \times \left(\frac{24}{Tc}\right)^{2/3}$
- I = $\frac{79,026}{24} \times \left(\frac{24}{0,97}\right)^{2/3}$
- I = 27,89 mm/jam
- Q = $\frac{1}{36} C.I.A$ (C = 0,75 karena daerah perumahan bersambung)
- Q2th = 0,278 x 0,75 x 27,89 x 1,87
- Q2th = 10,87 m³/dt

1. Metode Harpers

Pada contoh perhitungan di pakai curah hujan rencana periode ulang 2 tahun :

- Panjang saluran (L) = 0,68 km
- Luas Daerah (A) = 1,87 km²
- I = 0,00030 km
- R24 = 79,026 mm
- $\alpha = \frac{1+1,01(A)^{0,7}}{1+1,08(A)^{0,7}}$
- $\alpha = 0,913$
- $tr = Tc = 0,1 L^{0,8} \times I^{-0,3}$
- $tr = 0,84$ jam
- $1/\beta = 1 + \left[\frac{tr + (3,7 + 10^{0,4+tr})}{tr^2 + 15} \right] \left[\frac{A^{0,75}}{12} \right]$
- $1/\beta = 1,08$
- $\beta = 0,930$
- $tr = 0,84$ jam - $tr < 2$ jam
- $rt = (tr \times R24)/(tr+1) = 42,9$ mm
- tr dalam jam, maka $q = rt/(3,6+tr^2)$
- $q = 9,97$ m³/det/km²
- Q2th = $\alpha \times \beta \times q \times A$
- Q2th = 0,913 x 0,930 x 9,97 x 1,87
- Q2th = 15,83 m³/dt

2. Metode Weduwen

Pada contoh perhitungan di pakai curah hujan rencana periode ulang 2 tahun :

- Panjang saluran (L) = 0,68 km
- Luas Daerah (A) = 1,87 km²
- I = 0,00030 km
- R24 = 79,026 mm
- Harga t coba-coba t = 0.45 jam
- $\beta = \frac{120 + \frac{t+1}{t+9} A}{120 + A}$
- $\beta = 0,99$
- $qn = \frac{R2 \cdot 79,026}{240 t + 1,87}$
- $qn = 11,72 \text{ m}^3/\text{det}/\text{km}^2$
- $\alpha = 1 - \frac{4,1}{\beta q + 7}$
- $\alpha = 0,78$
- $Qn = \alpha \times \beta \times q \times A$
 $= 0,78 \times 0,99 \times 11,72 \times 1,87$
 $= 16,86 \text{ m}^3/\text{dt}$
- Periksa nilai tcoba-coba= t hitung
- $t = 0,125 \times 0,68 \times 11,72^{-0,125} \times 0,00030^{-0,25}$
- $t = 0,316 \text{ jam}$
- t coba-coba = t hitung → 0,316 jam, nilai Qn adalah benar.

Tabel 4.21 Perbandingan Perhitungan Debit Banjir Maksimum dengan Tiga Metode

Qp	Rasional	Haspers	Wer duwen
	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)	(m ³ /dt)
Q2	10,87	15,83	16,86

Sumber Hasil Perhitungan

4.9 Analisa Debit Air Kotor

Sistem drainase di kota – kota Indonesia umumnya masih menggunakan sistem tercampur yaitu masih menggabungkan antara air hujan dan air buangan rumah tangga.

Akibat hal ini maka debit air buangan rumah tangga juga perlu diperhitungkan. Air buangan rumah tangga (domestic) seperti dari dapur, mandi dan cuci. Berdasarkan tabel 4.23. besarnya konsumsi air bersih domestik untuk kota metropolitan sebesar 250 lt/jiwa/har.

Tabel 4.22 Kebutuhan Air Bersih domestik

No	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	sambungan Rumah Konsumsi Air Bersih lt/org/hr	jumlah Jiwa per SR
1	Metropolitan	> 1 Juta	250	5
2	Besar	500 rb - 1 juta	180	5
3	Sedang	100 rb - 500 rb	150	6
4	Kecil	20 rb - 100 rb	130	6

Sumber : Departemen Kimpraswil, 2004

Debit aliran air limbah domestik dari suatu kawasan umumnya berkisar antara 60 – 85 % dari debit air bersih yang disalurkan pada kawasan tersebut. Untuk perhitungan debit aliran air limbah domestik dapat dilakukan dengan pendekatan sebesar 70% dari debit air bersih yang dikonsumsi.

Perhitungan Debit Air Kotor di Kelurahan Sukomanunggal Surabaya

Perhitungan debit limbah rumah tangga pada 10 tahun mendatang (2030) wilayah Kelurahan Sukomanunggal Surabaya:

Tabel 4.23 Jumlah Penduduk di wilayah Kelurahan Sukomanunggal Surabaya

No	Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)
1	2018	11.741
2	2019	11.766

Sumber : Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kota Surabaya

Luas wilayah kelurahan Sukomanunggal dari data BPS Kota Surabaya adalah 2,3 km², sedangkan luas *catchment* wilayah studi didapat dari data gambar *catchment area* yaitu seluas adalah 0,478 km². Jadi jumlah penduduk wilayah studi sesuai dengan *catchment area* adalah :

- Tahun 2018 = $\frac{0,478}{2,3} \times 11.741 = 2440$ jiwa
- Tahun 2019 = $\frac{0,478}{2,3} \times 11.766 = 2445$ jiwa

Besarnya laju pertumbuhan penduduk di wilayah Tanjungsari dapat dihitung sebagai berikut :

- $r = \frac{J^{n+1}-J^n}{J^n} \times 100\%$
- $r = \frac{2445-2440}{2445} \times 100\%$
- $r = 0,002129 \rightarrow 0,04\%$

Untuk memperkirakan jumlah penduduk dimasa mendatang dapat di hitung dengan metode *Geometric Rate of Grotwh*. Pada perhitungan di pakai perkiraan jumlah penduduk 10 tahun mendatang (tahun 2030).

$$P_n = P_o + (1 + r)^n$$

$$P_{10} = 2445 (1+0,000213)^{10} = 2496 \text{ jiwa}$$

Besarnya jumlah penduduk di wilayah kelurahan Sukomanunggal di masa mendatang beserta debit air kotor, sebagai berikut:

Tabel 4.24 Perhitungan Debit Air Kotor di Wilayah Kelurahan Sukomanunggal

Tahun	Jumlah penduduk (jiwa)	Q domestik m ³ /dt	Q Non domestik m ³ /dt	Q tot m ³ /dt	Q air buangan m ³ /dt
2031	2496	0.0014	0.00029	0.0012	0.00028
2030	2490	0.0014	0.00029	0.0012	0.00028
2029	2485	0.0014	0.00029	0.0012	0.00028
2028	2480	0.0014	0.00029	0.0012	0.00028
2027	2475	0.0014	0.00029	0.0012	0.00028
2026	2470	0.0014	0.00029	0.0012	0.00028
2025	2465	0.0014	0.00029	0.0012	0.00028
2024	2460	0.0014	0.00029	0.0012	0.00028
2023	2455	0.0014	0.00029	0.0012	0.00028
2022	2450	0.0014	0.00029	0.0012	0.00028

Sumber : Hasil perhitungan

Debit air kotor untuk perhitungan ini tdk dimasukan dalam Q total karena nilainya hanya 0,0012 m³/dt dibandingkan dengan debit banjir rencana sebesar 8,58 m³/dt.

4.10 Perhitungan Kapasitas Saluran Eksisting

Untuk perhitungan kajian saluran, langkah-langkah yang diambil salah satunya adalah menghitung kapasitas saluran pada kondisi existing dimana saluran dalam kondisi yang sesuai dilapangan. Berikut perhitungan kapasitas saluran drainase di Sukomanunggal I :

$$\begin{aligned} \text{Panjang Saluran} &= 0,90 \text{ km} \\ \text{Beda Tinggi Hulu ke Hilir (m)} &= 0,47 \text{ km} \\ \text{Tinggi saluran (h)} &= 0.8 \text{ m} \\ \text{Lebar Dasar Saluran (b)} &= 1.2 \text{ m} \\ \text{Koef. Manning (n)} &= 0,013 \text{ (Beton dipoles)} \\ \text{Kemiringan Dasar Saluran (I)} &= 0,000520 \\ \text{Bentuk Penampang} &= \text{Persegi} \\ \text{Luas Penampang A} &= b \times h \\ &= 1.2 \times 0.8 \\ &= 0.960 \text{ m}^2 \\ \text{Luas Basah P} &= b + (h \times 2) \\ &= 1,2 + (0.8 \times 2) \\ &= 2,8 \text{ m} \\ \text{Jari-jari Hidrolis} &= A/P \\ &= 0,960/2,8 \\ &= 0,343 \text{ m} \\ \text{Kecepatan Aliran (V)} &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \\ &= \frac{1}{0,013} \times 0,343 \times 0,000520^{\frac{1}{2}} \\ &= 0,86 \text{ m/dt} \\ \text{Q saluran} &= A \times V \\ &= 0.960 \times 0,86 \\ &= 0,82 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Perhitungan kapasitas saluran di Sukomanunggal II

$$\begin{aligned} \text{Panjang Saluran} &= 0,68 \text{ km} \\ \text{Beda Tinggi Hulu ke Hilir (m)} &= 0,51 \text{ km} \end{aligned}$$

Tinggi saluran (h)	= 0.8 m
Lebar Dasar Saluran (b)	= 1.2 m
Koef. Manning (n)	= 0,013 (Beton dipoles)
Kemiringan Dasar Saluran (I)	= 0,000440
Bentuk Penampang	= Persegi
Luas Penampang A	= b x h
	= 1.2 x 0.8
	= 0.960 m ²
Luas Basah P	= b + (h x 2)
	= 1,2 + (0.8 x 2)
	= 2,8 m
Jari-jari Hidrolis	= A/P
	= 0,960/2,8
	= 0,343 m
Kecepatan Aliran (V)	= $\frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$
	= $\frac{1}{0,013} \times 0,343 \times 0,000440^{\frac{1}{2}}$
	= 0,76 m/dt
Q saluram	= A x V
	= 0.960 x 0,79
	= 0,76 m ³ /dt

Perhitungan kapasitas saluran di Sukomanunggal Gabungan I dan II

Panjang Saluran	= 0,90 km
Beda Tinggi Hulu ke Hilir (m)	= 0,64 km
Tinggi saluran (h)	= 0.8 m
Lebar Dasar Saluran (b)	= 1.2 m
Koef. Manning (n)	= 0,013 (Beton dipoles)
Kemiringan Dasar Saluran (I)	= 0,00062
Bentuk Penampang	= Persegi
Luas Penampang A	= b x h
	= 1.2 x 0.8

$$\begin{aligned}
 &= 0,960 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas Basah P} &= b + (h \times 2) \\
 &= 1,2 + (0,8 \times 2) \\
 &= 2,8 \text{ m} \\
 \text{Jari-jari Hidrolis} &= A/P \\
 &= 0,960/2,8 \\
 &= 0,343 \text{ m} \\
 \text{Kecepatan Aliran (V)} &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\
 &= \frac{1}{0,013} \times 0,343 \times 0,000620^{1/2} \\
 &= 0,94 \text{ m/dt} \\
 \text{Q saluram} &= A \times V \\
 &= 0,960 \times 0,94 \\
 &= 0,90 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.25 Perhitungan Kapasitas Saluran Tersier Sukomanunggal

Saluran	L(km)	H(km)	kemiringan Saluran	Bentuk Saluran	Koef. Manning	Dimensi		A(km ²)	P (m ²)	R	V(km/jam)	Qsaluran (m ³ /dt)	Qtotal (m ³ /dt)	Cek Kapasitas
						b (m)	h(m)							
Sk.1	0.900	0.4680	0.000520	Persegi	0.013	1.200	0.8	0.960	2.800	0.343	0.86	0.82	11.920	redesign
Sk.2	0.680	0.2992	0.000440	Persegi	0.013	1.200	0.8	0.960	2.800	0.343	0.79	0.76	10,87	redesign
Sk.1&2	0.900	0.5580	0.000620	Persegi	0.013	1.200	0.8	0.960	2.800	0.343	0.94	0.90	22.790	redesign

Sumber : Hasil perhitungan

4.11 Analisa Penyebab Banjir

Terjadinya penyebab banjir di kawasan studi, yaitu :

- 1 Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diatas kapasitas dimensi saluran tidak dapat menampung debit rencana untuk saluran trasier untuk periode ulang 2 tahun 5 tahun dan 10 tahun.
- 2 Penyebab timbulnya genangan di saluran trasier di daerah kawasan studi, karena saluran dimensi kurang besar, jadi perlu diredesign.
- 3 Terjadinya endapan sampah dan sedimentasi, maka perlu dilakukan normalisasi saluran.

4.12 Perencanaan Dimensi Saluran

Penataan aspek saluran atau standardisasi saluran dilakukan untuk mengatasi banjir dengan cara memperluas atau meningkatkan aspek saluran. Penataan aspek saluran di sini menggunakan resep Monitoring dengan tujuan dapat mewajibkan pelepasan banjir saat ini. Berdasarkan perhitungan pada sub bagian yang lalu, setelah dilakukan pengecekan terdapat beberapa saluran yang tidak dapat memenuhi pelepasan banjir habis-habisan, maka dilakukan perencanaan ulang saluran tersebut. Penataan saluran memanfaatkan penampang persegi empat dengan rencana pelepasan banjir untuk waktu ulang 10 tahun. Berikut ilustrasi estimasi aspek saluran yang disusun dengan persamaan Monitoring pada saluran Sukamanunggal I:

$$Q \text{ Rencana Total} = 11,920 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$\text{Saluran Existing } b = 1,2 \text{ m}$$

$$h = 0,8 \text{ m}$$

Perencanaan Saluran :

$$b = 4,8 \text{ m}$$

$$h = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Bentuk Saluran} = \text{Segi Empat}$$

$$n \text{ (beton dipoles)} = 0,013$$

$$A = b \times h$$

$$= 4,8 \times 1,5$$

$$= 7,2 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}
 P &= b + 2h \\
 &= 4,8 + (2 \times 1,5) \\
 &= 7,8 \text{ m} \\
 R &= A/P \\
 &= 7,2/7,8 \\
 &= 0,923 \text{ m} \\
 I &= 0,00052 \\
 V &= \frac{1}{n} \times R^2 \times I^{\frac{1}{2}} \\
 &= \frac{1}{0,013} \times 0,923 \times 0,00052^{\frac{1}{2}} \\
 &= 1,66 \text{ m/dt} \\
 Q &= A \times V \\
 &= 7,2 \times 1,66 \\
 &= 11,97 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ saluran} &> Q \text{ hujan 10 tahun rasional} \\
 411,97 \text{ m}^3/\text{dt} &> 11,920 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

Perhitungan perencanaan dimensi saluran dengan rumus Manning di saluran Sukomanunggal II :

$$\begin{aligned}
 Q \text{ Rencana Total} &= 10,87 \text{ m}^3/\text{dt} \\
 \text{Saluran Existing } b &= 1,2 \text{ m} \\
 h &= 0,8 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perencanaan Saluran :

$$\begin{aligned}
 b &= 4,8 \text{ m} \\
 h &= 1,5 \text{ m} \\
 \text{Bentuk Saluran} &= \text{Segi Empat} \\
 n \text{ (beton dipoles)} &= 0,013 \\
 A &= b \times h \\
 &= 4,8 \times 1,5 \\
 &= 7,2 \text{ m}^2 \\
 P &= b + 2h
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 4,8 + (2 \times 1,5) \\
&= 7,8 \text{ m}^2 \\
R &= A/P \\
&= 7,2/7,8 \\
&= 0,923 \text{ m} \\
I &= 0,000440 \\
V &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \\
&= \frac{1}{0,013} \times 0,923^{\frac{2}{3}} \times 0,000440^{\frac{1}{2}} \\
&= 1,53 \text{ m/dt} \\
Q &= A \times V \\
&= 7,2 \times 1,53 \\
&= 11,01 \text{ m}^3/\text{dt} \\
Q \text{ saluran} &> Q \text{ hujan 10 tahun rasional} \\
11,01 \text{ m}^3/\text{dt} &> 10,87 \text{ m}^3/\text{dt}
\end{aligned}$$

Perhitungan perencanaan dimensi saluran dengan rumus Manning di saluran Sukomanunggal gabungan I dan II :

$$\begin{aligned}
Q \text{ Rencana Total} &= 22.790 \text{ m}^3/\text{dt} \\
\text{Saluran Existing } b &= 1,2 \text{ m} \\
h &= 0,8 \text{ m} \\
\text{Perencanaan Saluran :} \\
b &= 7,6 \text{ m} \\
h &= 1,5 \text{ m} \\
\text{Bentuk Saluran} &= \text{Segi Empat} \\
n \text{ (beton dipoles)} &= 0,013 \\
A &= b \times h \\
&= 7,6 \times 1,5 \\
&= 11,4 \text{ m}^2 \\
P &= b + 2h \\
&= 7,6 + (2 \times 1,5)
\end{aligned}$$

$$= 10,6 \text{ m}^2$$

$$R = A/P$$

$$= 11,4/10,6$$

$$= 1,075 \text{ m}$$

$$I = 0,000620$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^2 \times I^{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{1}{0,013} \times 1,075^2 \times 0,000620^{\frac{1}{2}}$$

$$= 2,01 \text{ m/dt}$$

$$Q = A \times V$$

$$= 11,4 \times 2,01$$

$$= 22,92 \text{ m}^3/\text{dt}$$

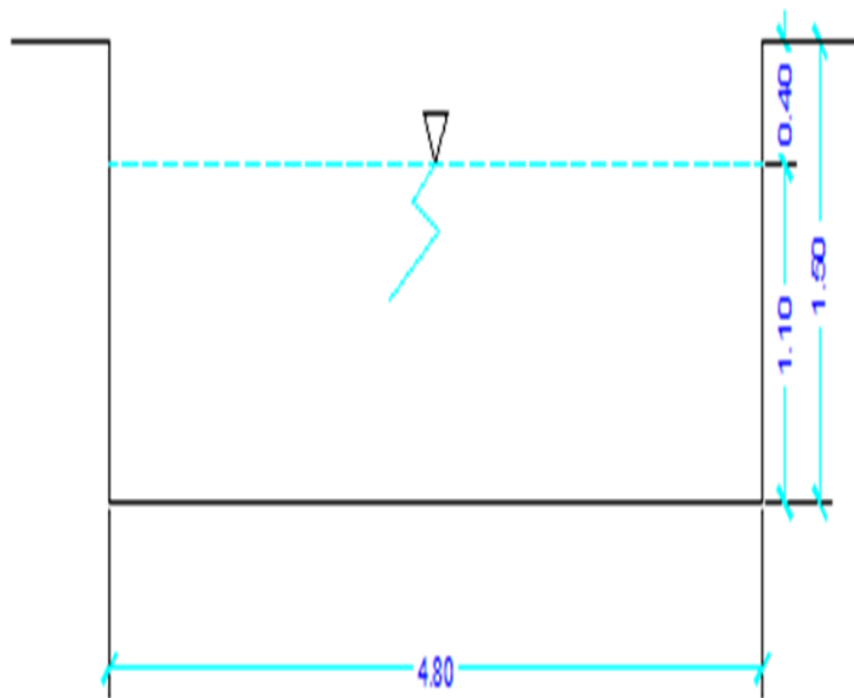
Q saluran > Q hujan 10 tahun rasional

22,92 m³/dt > 22,79 m³/dt

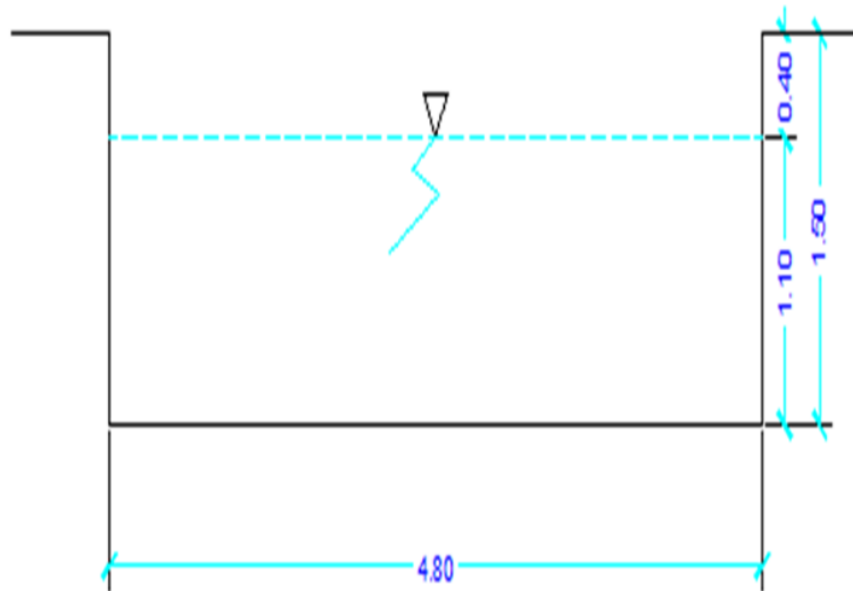
Tabel 4.26 Perhitungan Desain Ulang Saluran Sukomanunggal

Saluran	L(km)	H(km)	kemiringan Saluran	Bentuk Saluran	Koeff. Manning	Dimensi Lama		Dimensi Baru		A(km ²)	P (m ²)	R (m)	V(km/jam)	Qsaluran (m ³ /dt)	Qtotal (m ³ /dt)	Cek Kapasitas
						b (m)	h(m)	b (m)	h(m)							
Sk. 1	0.900	0.4680	0.000520	Persegi	0.013	1.200	0.8	4.800	1.5	7.200	7.800	0.923	1.66	11.97	11.920	ok
Sk. 2	0.680	0.2992	0.000440	Persegi	0.013	1.200	0.8	4.800	1.5	7.200	7.800	0.923	1.53	11.01	10,87	ok
Sk. 1&2	0.900	0.5580	0.000620	Persegi	0.013	1.200	0.8	7.600	1.5	11.400	10.600	1.075	2.01	22.92	22.790	ok

Sumber : Hasil perhitungan



Gambar 4.6 Gambar saluran Trasier Sukomanunggal I



Gambar 4.7 Gambar saluran Trasier sukomanungal II

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari kajian drainase di wilayah Sukomanunggal Surabaya ini adalah :

- 1 Luas cathment area pada wilayah Sukomanunggal adalah 14,78 km².
- 2 Berdasarkan perhitungan curah hujan rencana dengan menggunakan metode Gumbel didapat untuk saluran tersier dengan periode ulang 2 tahun (R₂) adalah 79,026 mm, periode ulang 5 tahun (R₅) adalah 98,126 mm dan periode ulang 10 tahun (R₁₀) 110,773 mm.
- 3 Debit Banjir Rencana di masing-masing saluran pada wilayah permukiman Sukomanunggal Surabaya (R₁₀) untuk Tersier didapatkan sebagai berikut :
 - Saluran Sukoamnunggal I = 11,920 m³/dt
 - Saluran Sukomanunggal II = 10,87 m³/dt
 - Saluran Sukoamnunggal I dan II = 22,79 m³/dt

Dari hasil perhitungan kapasitas saluran yang telah dilakukan pada daerah studi, terdapat 3 saluran Tersier yang tidak mampu menampung debit banjir rencana total.

4. Berdasarkan hasil perhitungan, Saluran tidak mampu menampung debit rencana, yang tadinya (b) : 1,2 m dan (h) : 0,8 m menjadi (b) : 4,8 m dan (h) : 1,5 m, untuk saluran Sk. gabungan I dan II dan saluran Sk. I dan II, (b) : 7,6 dan (h) : 1,5. Hal ini menunjukkan perlu adanya Redisain saluran.

5.2 Saran

Saran yang perlu di pertimbangkan pada kajian ini adalah :

- 1) Untuk mencegah terjadinya banjir di wilayah Sukomanunggal Surabaya maka direncanakan normalisasi dengan menggunakan box culvert dengan menempatkan bak kontrol pada beberapa saluran.
- 2) Dilakukannya pembersihan saluran secara berkala pada saluran dari sampah serta endapan yang menumpuk, agar kapasitas saluran tetap dapat menampung debit banjir yang akan terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriawan, Rian. 2014. Kajian Banjir di Kaasan Tenggilis Mejoyo Surabaya. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi Vol.2. Surabaya.
- Asis, S. Kamilia. 2016. *Pola Distribusi Hujan Kota Surabaya*, Jurnal Studi Diploma Teknik Sipil Vol. 14, No. 1 Surabaya. Universitas Institute teknologi Surabaya, (ITS).
- Dewi, 2013. *Analisa Kapasitas Saluran Drainase Sekunder dan Penanganan Banjir di JL. Gatot Subroto Denpasar* Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil Vol.2.
- Erwin, Ahmad. 2015. *Analisis Sistem Drainase Kota Tondano (Studi kasus Kompleks Kantor Bupati Minahasa)*, Jurnal Sipil Statik Vol. 3, No. 9 Manado. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Fairizi, Dimitri. 2015. *Analisa dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa di Subdas Lambidaro Kota Palembang*, Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan Vol. 3. Palembang. Universitas Udayana. Denpasar.
- Lubis, Fadrizal. 2016. *Analisa Frekuensi Curah Hujan Terhadap kemampuan Drainase Pemukiman Di Kecamatan Kandis*, Jurnal Teknik Sipil Sklus Vol. 2, No. 1 Pekanbaru.
- Soebagio, 2014. *Diktat Materi Kuliah Drainase dan Perkotaan*, UWKS, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Surabaya.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Adhi Yogyakarta.
- Suryaman, Heri. 2013. *Evaluasi Sistem Drainase Kecamatan Ponogoro Kabupaten Ponogoro*, Jurnal Penelitian Vol. 2, No, 2 Ponogoro Universitas Negri Surabaya.

LAMPIRAN

Lampiran 1 :

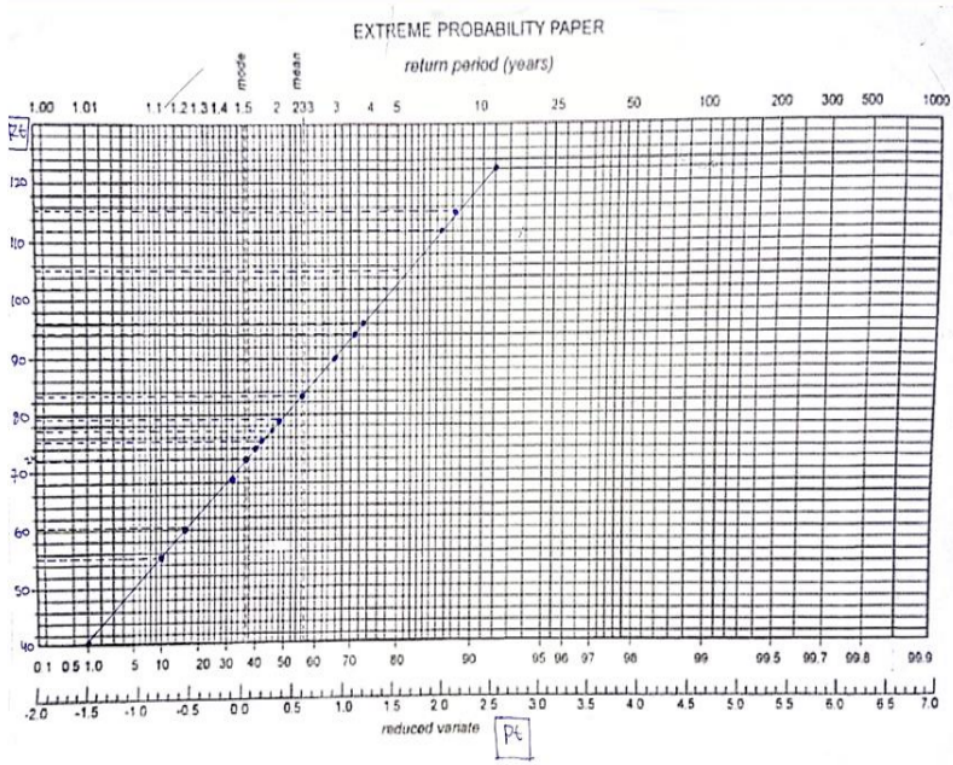
Tabel harga ΔCr Smirnov Kolmogorov Test

N N	0.2	0.1	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.30	0.34	0.40
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
N > 50 N > 50 rumus jika	$1.07/(N^{0.5})$	$1.22/(N^{0.5})$	$1.36/(N^{0.5})$	$1.63/(N^{0.5})$

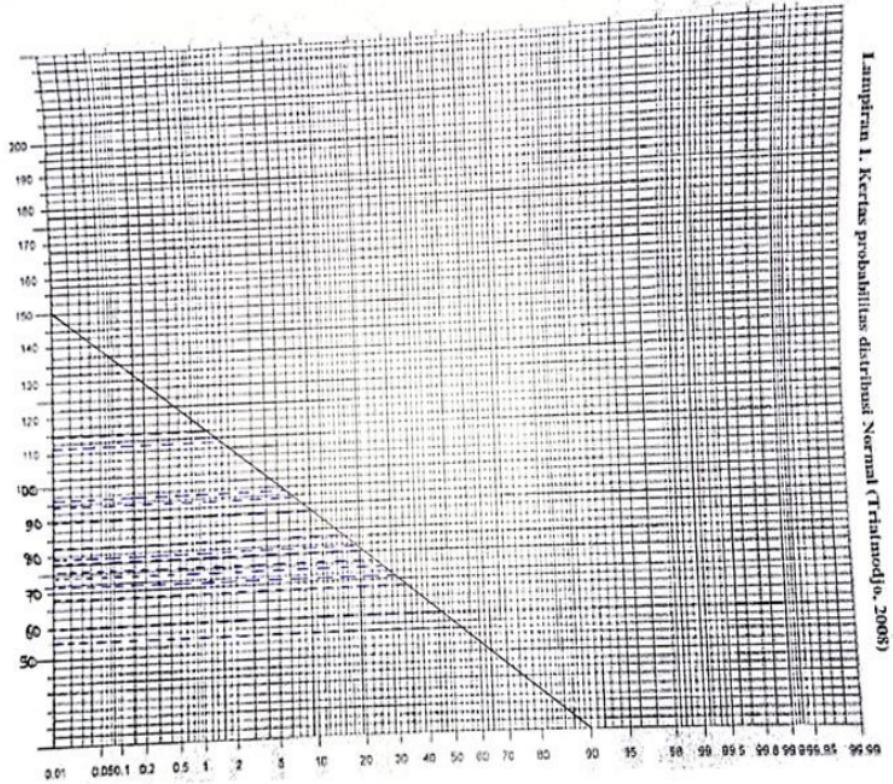
Diklat "Irigasi dan Bangunan Air", Fakultas Teknik, UWKS

Lampiran 2 :

Kertas Probabilitas Metode Gumbel



Lampiran 3 :
Kertas Probabilitas Metode Log Person III



Lampiran 4 :

Nilai kritis Chi-square (X^2) untuk distribusi Chi-square Test

dk	α (derajat kepercayaan)							
	0,995	0,990	0,975	0,950	0,050	0,025	0,010	0,005
1	0,000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,212	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	35,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,897	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993

Suripin, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, 2004.

Lampiran 5 :

Hubungan Reduced Mean Y_n dengan Besarnya Sample N

n	Y_n	n	Y_n	n	Y_n	n	Y_n
10	0,4952	33	0,5388	56	0,5508	79	0,5567
11	0,4996	34	0,5396	57	0,5511	80	0,5569
12	0,5035	35	0,5402	58	0,5515	81	0,5570
13	0,5070	36	0,5410	59	0,5518	82	0,5572
14	0,5100	37	0,5418	60	0,5521	83	0,5574
15	0,5128	38	0,5424	61	0,5524	84	0,5576
16	0,5157	39	0,5430	62	0,5527	85	0,5578
17	0,5181	40	0,5436	63	0,5530	86	0,5580
18	0,5202	41	0,5442	64	0,5533	87	0,5581
19	0,5220	42	0,5448	65	0,5535	88	0,5583
20	0,5236	43	0,5453	66	0,5538	89	0,5585
21	0,5252	44	0,5458	67	0,5540	90	0,5586
22	0,5268	45	0,5463	68	0,5543	91	0,5587
23	0,5283	46	0,5468	69	0,5545	92	0,5589
24	0,5296	47	0,5473	70	0,5548	93	0,5591
25	0,5309	48	0,5477	71	0,5550	94	0,5592
26	0,5320	49	0,5481	72	0,5552	95	0,5593
27	0,5332	50	0,5485	73	0,5555	96	0,5595
28	0,5343	51	0,5489	74	0,5557	97	0,5596
29	0,5353	52	0,5493	75	0,5559	98	0,5598
30	0,5362	53	0,5497	76	0,5561	99	0,5599
31	0,5371	54	0,5501	77	0,5563	100	0,5600
32	0,5380	55	0,5504	78	0,5565		

Diktat "Irigasi dan Bangunan Air", Fakultas Teknik, UWKS

Lampiran 6 :

Hubungan Reduced Standard Deviation S_n dengan sample n

n	S_n	n	S_n	N	S_n	n	S_n
10	0,9496	33	1,1226	56	1,1696	79	1,1930
11	0,9676	34	1,1255	57	1,1708	80	1,1938
12	0,9833	35	1,1285	58	1,1721	81	1,1945
13	0,9971	36	1,1313	59	1,1734	82	1,1953
14	1,0095	37	1,1339	60	1,1747	83	1,1959
15	1,0206	38	1,1363	61	1,1759	84	1,1967
16	1,0316	39	1,1388	62	1,1770	85	1,1973
17	1,0411	40	1,1413	63	1,1782	86	1,1980
18	1,0493	41	1,1436	64	1,1793	87	1,1987
19	1,0565	42	1,1458	65	1,1803	88	1,1994
20	1,0628	43	1,1480	66	1,1814	89	1,2001
21	1,0696	44	1,1499	67	1,1824	90	1,2007
22	1,0754	45	1,1519	68	1,1834	91	1,2013
23	1,0811	46	1,1538	69	1,1844	92	1,2020
24	1,0864	47	1,1557	70	1,1854	93	1,2026
25	1,0915	48	1,1574	71	1,1863	94	1,2032
26	1,0961	49	1,1590	72	1,1873	95	1,2080
27	1,1004	50	1,1607	73	1,1881	96	1,2044
28	1,1047	51	1,1623	74	1,1890	97	1,2049
29	1,1086	52	1,1638	75	1,1898	98	1,2055
30	1,1124	53	1,1658	76	1,1906	99	1,2060
31	1,1159	54	1,1667	77	1,1915	100	1,2065
32	1,1193	55	1,1681	78	1,1923		

Diklat "Irigasi dan Bangunan Air", Fakultas Teknik, UWKS.

Lampiran 7 :

Tabel Skew Curve Faktor K (Log Person III)

Koefisien (K)	Periode Ulang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Probabilitas Kemungkinan Terjadinya							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,510	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,290	5,910
1,8	-0,202	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,542
0,9	-0,140	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,645	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,644	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,169	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0934	-0,016	0,8364	1,291	1,783	2,104	2,395	2,664	3,225
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,886	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482	3,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	3,810
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,140	0,854	1,147	1,407	1,49	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,120	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,485
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995	1,000
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,800	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

Sumber : Joyce Marta W, Wanniy Adidharma, Mengenal Dasar-dasar Hidrologi, 1983

Lampiran 8 :

Dokumentasi Daerah Saluran Sukomanunggal Surabaya



PENGENDALIAN BANJIR PADA SISTEM DRAINASE DI DAERAH SUKOMANUNGGAL SURABAYA

ORIGINALITY REPORT

23%

SIMILARITY INDEX

23%

INTERNET SOURCES

1%

PUBLICATIONS

13%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

16%

★ repository.its.ac.id

Internet Source

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off