

TUGAS AKHIR

**EVALUASI SALURAN DRAINASE PADA JALAN
RAJA ISA, KECAMATAN BATAM KOTA, KOTA
BATAM, KEPULAUAN RIAU
(*EVALUATION OF DRAINAGE CHANNEL ON RAJA
ISA STREET, BATAM KOTA DISTRICT, CITY OF
BATAM, KEPULAUAN RIAU*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**M. Ryan Fachri
13511273**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2020**

TUGAS AKHIR

EVALUASI SALURAN DRAINASE PADA JALAN RAJA ISA, KECAMATAN BATAM KOTA, KOTA BATAM, KEPULAUAN RIAU (*EVALUATION OF DRAINAGE CHANNEL ON RAJA ISA STREET, BATAM KOTA DISTRICT, CITY OF BATAM, KEPULAUAN RIAU*)

Disusun oleh

M. Ryan Fachri
13511273

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh drajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 04 Agustus 2020

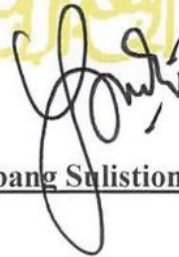
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing



Dr. Ir. Sri Amini Yuniastuti, M.T

Penguji I



Ir. Bambang Sulistiono, MSCE

Penguji II



Dr. Ir. Ruzardi, M.S

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ir. Sri Amini Yuniastuti, M.T

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 04 Agustus 2020

Yang membuat pernyataan,



M. Ryan Fachri
(13511273)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Allahamduhillahirobbil'alamin Segala puji syukur atas kehadiran Allah *Subhanahu Wa Ta'alla*, karena berkat rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir berjudul *Evaluasi Saluran Drainase Pada Jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau*. Shalawat serta salam kepada Rasulullah, Nabi Muhammad *Shallallahu'alaihi Wa Sallam* beserta keluarga, para sahabat, serta para pengikutnya.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari dorongan, bimbingan, doa dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah *Subhanahu Wa Ta'alla* yang tiada hentinya memberi perlindungan, kesehatan, nikmat dan kemudahan dalam segala hal.
2. Mama, Papa, dan adik-adik serta keluarga atas segala doa dan dukungannya yang sangat besar kepada penulis.
3. Ibu Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D., selaku dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
4. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T, selaku Ketua Prodi Sarjana Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
5. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan pengetahuan, pikiran, dan waktunya serta kesempatan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Segenap Dosen Teknik Sipil FTSP Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan pengetahuan baru serta pengalaman-pengalaman baru kepada penulis.
7. Eka Prista Armalia, Dinda An'nisa Younfa Maqhriza, Tia Prasyatiani, Rizqi Kridho Utomo, yang banyak membantu penulis selama proses menyelesaikan Tugas Akhir.

8. Alfiah Noor, Laras Laksita, Hilman Fajri, Ramadhan Dwiki, Agny, Stevani, Misyiwati, Dea suci, Anggun Satrio, Ridwan, keluarga besar Cassanova, AGJ, anak-anak CG MBUII yang selalu memberikan dukungan kepada penulis
9. Semua Pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang selalu memberi dukungannya kepada penulis selama proses menyelesaikan Tugas Akhir.

Semoga Allah SWT memberikan limpahan rahmat, karunia, kebaikan dan balasan yang lebih baik atas kebaikan yang secara langsung maupun tidak langsung yang telah diberikan diberikan kepada penulis sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Yogyakarta, 04 Agustus 2020

Penulis,

M.Ryan Fachri

13511273

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xii
ABSTRAK	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian.....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.1.1 Evaluasi Saluran Drainase pada Jalan Pasar I di Kelurahan Tanjung Sari Kecamatan Medan Selayang (2013).....	5
2.1.2 Analisis dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa di SubDAS Lambidaro Kota Palembang (2015).....	6
2.1.3 Evaluasi Kapasitas Tampung Saluran Drainase Kawasan Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia (2016)	7

2.2	Penelitian Sekarang atau Penelitian yang Diusulkan.....	8
2.3	Keaslian Penelitian	9
BAB III.....		11
LANDASAN TEORI.....		11
3.1	Dasar Hidrologi	11
3.2	Daerah Aliran Sungai (DAS)	12
3.3	Analisis Hujan	14
3.3.1	Umum	14
3.3.2	Hujan Kawasan (Daerah Tangkapan Air).....	14
3.3.3	Hujan Rencana	14
3.3.4	Intensitas Hujan.....	21
3.3.5	Waktu Konsentrasi (tc)	22
3.4	Limpasan (<i>Runoff</i>)	23
3.4.1	Koefisien Limpasan dan Faktor Limpasan	24
3.4.2	Debit Aliran Puncak	26
3.5	Saluran Drainase.....	26
3.5.1	Umum	26
3.5.2	Penampang Saluran Drainase Paling Ekonomis	27
BAB IV		32
METODE PENELITIAN.....		32
4.1	Jenis Penelitian	32
4.2	Lokasi Penelitian	32
4.3	Pengumpulan Data.....	33
4.4	Analisis Data	34
4.4.1	Analisis Frekuensi Hujan	34
4.4.2	Luas DAS	34
4.4.3	Koefisien Aliran (C) dan Kemiringan Kawasan (<i>Slope</i>)	34
4.4.4	Debit Banjir Rancangan	35
4.4.5	Evaluasi Saluran Drainase	35
4.4.6	Perancangan Ulang Saluran Drainase.....	36
4.5	Bagan Alir Tugas Akhir.....	36

BAB V.....	38
ANALISIS, PERENCANAAN DAN PEMBAHASAN	38
5.1 Data Hujan Harian	38
5.2 Menentukan Jenis Distribusi	39
5.3 Distribusi Log Pearson III.....	41
5.4 Hujan Rancangan.....	42
5.5 Koefisien Limpasan Permukaan.....	43
5.6 Kemiringan Saluran (<i>Slope</i>).....	52
5.7 Dimensi Saluran Eksisting	53
5.8 Debit Banjir Rancangan.....	54
5.9 Kapasitas Saluran Eksisting	60
5.10 Desain Ulang Saluran	64
5.11 Rancangan Saluran Tambahan	70
5.12 Pembahasan.....	73
BAB VI.....	76
KESIMPULAN DAN SARAN	76
6.1 Kesimpulan.....	76
6.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	80

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang	9
Tabel 3.1	Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota	14
Tabel 3.2	Syarat Menentukan Jenis Distribusi Sebaran	18
Tabel 3.3	Nilai K_T untuk Distribusi Pearson III (Kemencengan Positif)	20
Tabel 3.4	Koefisien Limpasan (C)	25
Tabel 3.5	Nilai Koefisien Manning	27
Tabel 3.6	Rumus Penampang Saluran	31
Tabel 5.1	Data Hujan Harian Maksimal Tahun 1995 Sampai 2014	38
Tabel 5.2	Perhitungan Nilai Parameter Statistik Hujan	39
Tabel 5.3	Syarat Menentukan Jenis Distribusi Sebaran	41
Tabel 5.4	Perhitungan Dengan Metode Log Pearson III	41
Tabel 5.5	Nilai K_T untuk Distribusi Log Pearson III (Kemencengan Positif)	43
Tabel 5.6	Hujan Rancangan Kala Ulang	43
Tabel 5.7	Hasil Perhitungan Koefisien Limpasan	48
Tabel 5.8	Kemiringan Saluran	52
Tabel 5.9	Dimensi Saluran Eksisting	53
Tabel 5.10	Hasil Perhitungan Kecepatan Aliran (V) dan Waktu Konsentrasi (t_c)	57
Tabel 5.11	Hasil Perhitungan Debit Banjir Rancangan	59
Tabel 5.12	Kondisi Debit Eksisting Terhadap Debit Banjir Rancangan	61
Tabel 5.13	Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota	64
Tabel 5.14	Desain Ulang Penampang Saluran Drainase	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi Penelitian	4
Gambar 3.1	Siklus Hidrologi	12
Gambar 3.2	Daerah Aliran Sungai	13
Gambar 3.3	Penampang Saluran Persegi Panjang	28
Gambar 3.4	Penampang Saluran Trapesium	29
Gambar 3.5	Penampang Saluran Segitiga	30
Gambar 4.1	Peta Lokasi Jalan Raja Isa	33
Gambar 4.2	Bagan Alir Analisis Perancangan Saluran Drainase	37
Gambar 5.1	Kondisi Wilayah Saluran Drainase pada Jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam	44
Gambar 5.2	Skema Layanan Saluran Drainase pada Jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam	45
Gambar 5.3	Skema Layanan Saluran Drainase yang Melimpas	63
Gambar 5.4	Penampang Saluran Berbentuk Persegi	64
Gambar 5.5	Penampang Saluran Berbentuk Segitiga	66
Gambar 5.6	Penampang Saluran Berbentuk Trapesium	68
Gambar 5.7	Kondisi Saluran Nomor 22	71
Gambar 5.8	Rancangan Letak Saluran Drainase Nomor 30	71
Gambar 5.9	Penampang Saluran Nomor 30	73
Gambar 5.10	Saluran yang Tertimbun Oleh Tanah	75
Gambar 5.11	Saluran yang Terisi Oleh Sampah	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Curah Hujan Harian Tahun 1995-2014 (mm)	80
------------	--	----

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Qeksisting	=	Debit banjir yang mampu ditampung saluran eksisting
Qrasional	=	Debit banjir rancangan yang dihitung dengan metode rasional
DAS	=	Daerah Aliran Sungai
BMKG	=	Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
EPA	=	<i>Environmental Protection Agency</i>
SWMM	=	<i>Storm Water Management Model</i>
UII	=	Universitas Islam Indonesia
\bar{x}	=	Nilai rata-rata
S	=	Standar deviasi
Cv	=	Koefisien variasi
Cs	=	Koefisien kemencengan
Ck	=	Koefisien kurtosis
n	=	Jumlah data curah hujan
x_i	=	Nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i
a	=	Parameter kemencengan
X_T	=	Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan
K_T	=	Faktor frekuensi
Y_T	=	Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan
\bar{Y}	=	Nilai rata-rata hitung variat
X_{Tr}	=	Besar variabel dengan kala ulang T tahun
S_n	=	<i>Reduced standard deviation</i> yang juga tergantung pada jumlah sampel n
Y_n	=	<i>Reduced mean</i> yang tergantung jumlah sampel/data n
Y_{Tr}	=	<i>Reduced variate</i>
I	=	Intensitas hujan

t	= Lamanya hujan
R ₂₄	= Curah hujan maksimum harian (selama 24 jam)
t _o	= <i>Inlet time</i>
n	= Koefisien manning
S	= Kemiringan lahan
L	= Panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan
t _d	= <i>Conduit time</i>
L	= Panjang lintasan aliran di dalam saluran/sungai
V	= Kecepatan aliran dalam saluran
t _c	= Waktu konsentrasi
A	= Luas DAS
C	= Koefisien Limpasan
C _i	= Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan
A _i	= Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan
Q	= Debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas, durasi dan frekuensi tertentu
A	= Luas penampang basah
R	= Jari-jari hidrolik
P	= Keliling basah
W	= Tinggi jagaan
T	= Lebar atas saluran
B	= Lebar dasar saluran
h	= Tinggi basah saluran
m	= Kemiringan sisi saluran
H	= Tinggi total saluran

ABSTRAK

Kota Batam merupakan kota yang terletak di provinsi Kepulauan Riau yang pertumbuhan penduduknya terus meningkat sehingga pembangunan di kota Batam juga ikut meningkat dan terjadi perubahan-perubahan pada tata guna lahan. Perubahan tata guna lahan tersebut dapat memungkinkan terjadinya bencana seperti banjir jika tidak ditunjang dengan pembangunan sarana dan prasarana yang memadai. Seperti halnya pada jalan Raja Isa kota Batam yang kerap mengalami banjir yang disebabkan karena saluran drainase tidak mampu menampung air hujan jika terjadi hujan dengan intensitas tinggi serta kurangnya perhatian masyarakat dalam menjaga atau merawat saluran drainase yang ada.

Untuk mengatasi masalah tersebut, maka perlu dilakukan analisis serta evaluasi terhadap saluran drainase eksisting untuk memperbaiki saluran drainase di kawasan tersebut. Analisis yang digunakan yaitu analisis hidrologi dan analisis kapasitas tampang saluran drainase.

Dari hasil analisis yang dilakukan dapat diketahui bahwa ada beberapa saluran yang kapasitasnya kurang, dari pengamatan langsung di lapangan terlihat kurangnya perawatan terhadap saluran drainase di kawasan itu. Evaluasi yang dilakukan untuk memperbaiki masalah tersebut dengan mengubah dimensi saluran, merancang tambahan saluran baru, serta melakukan perawatan terhadap saluran dengan jauh lebih baik.

Kata kunci: Saluran drainase, Banjir, Rancangan saluran drainase

ABSTRACT

The City of Batam is located on Kepulauan Riau Province that had a continuous increased population growth with the result that increase the growth of the construction and creating land-use changes. These changes inflict the possibility of debacle such as flooding if it is not supported by adequate facilities and infrastructure construction. As we can see on Jalan Raja Isa Kota Batam who frequently flooded which caused by a poor drainage channel that unable to hold the mass of water whenever rain occurs with high intensity of water and also the lack of maintenance by the local people.

To solve those issues, there has to be an analysis also an evaluation that needs to be done towards the existing drainage channel to fix the drainage channel in that area. Some analyses that have been used are hydrology analysis and drainage channel capacity analysis.

By the analysis that's been done the results show that some of the channels are having a low capacity than it supposed to, the observations also show that there's a lack of maintenance of the drainage channels in that area. Evaluation that needs to be done is to change the channel's dimension, design a new channel also to do better care for the channels.

Keywords: *Drainage channel, Flood, Drainage channel design*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir merupakan salah satu bencana yang kerap terjadi di Indonesia, khususnya pada musim hujan pada bulan Oktober hingga bulan Maret. Menurut BNPB (2011) banjir merupakan suatu bencana alam atau fenomena alam yang dapat menyebabkan kerusakan, biasanya muncul pada kondisi, periode waktu dan daerah tertentu. Dewasa ini banjir yang terjadi justru semakin meningkat, baik frekuensi, luasan, kedalaman, serta durasinya. Hal tersebut didukung oleh beberapa informasi yang didapat dari beberapa media *online*. Dikutip dari news.detik.com, 2017 menyebutkan bahwa jumlah banjir selama 2017 terjadi di 25 provinsi dan 121 kabupaten/kota dan kemungkinan akan terus bertambah. Potensi meningkatnya banjir ini dikarenakan curah hujan yang terus meningkat, ditambah dengan jumlah penduduk yang terus meninggi. Bertambahnya jumlah penduduk dan tidak seimbang nya sarana dan prasarana perkotaan yang memadai akan mengakibatkan pemanfaatan lahan menjadi acak-acakan (Suripin, 2004).

Banjir sering terjadi di beberapa kawasan pemukiman padat penduduk salah satunya di kota Batam. Batam merupakan salah satu kota besar yang terletak di Provinsi Kepulauan Riau, yang jumlah penduduknya tercatat hingga bulan Maret tahun 2017 yaitu sebanyak 1,2 juta jiwa dan akan terus bertambah sebanyak 7,4 persen tiap tahunnya (batamnews.co.id, 2017). Semakin melambungnya jumlah penduduk kota maka berdampak pada perubahan tata guna lahan sehingga memungkinkan bencana banjir yang akan terus meningkat. Salah satu wilayah yang sering terjadi banjir yaitu jalan Raja Isa kecamatan Batam Kota, kota Batam. Hal ini bisa terjadi karena intensitas hujan yang tinggi, kawasan tersebut juga merupakan kawasan yang padat penduduk serta sistem drainase yang ada pada jalan Raja Isa tersebut masih belum memadai. Banjir ini biasanya selalu

terjadi setiap tahunnya, akan tetapi permasalahan ini masih belum dapat diselesaikan.

Salah satu upaya untuk mengatasi bencana banjir ini yaitu dengan adanya suatu sistem drainase yang baik, dengan didukung aspek-aspek perencanaan yang terkait di dalamnya. Sistem drainase merupakan serangkaian bangunan air yang digunakan untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu lahan sehingga kawasan tersebut dapat digunakan secara optimal (Suripin, 2004). Salah satu fungsi saluran drainase yaitu sebagai pengendali air ke permukaan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air/banjir, akan tetapi fungsi dari saluran drainase di jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam dirasa tidak maksimal karena apabila terjadi hujan deras jalan Raja Isa selalu mengalami banjir yang mengakibatkan terganggunya aktivitas masyarakat yang melintas di jalan tersebut, maka dari itu dilakukan penelitian terhadap kinerja saluran drainase yang ada di jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam sehingga dapat memaksimalkan fungsi dari saluran drainase di jalan Raja Isa.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang pokok dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah sistem saluran drainase di jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam sudah layak?
2. Apa penyebab terjadinya banjir di jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam?
3. Apa solusi yang digunakan untuk mengatasi permasalahan banjir di jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Mengevaluasi saluran drainase yang sudah ada (*existing*) dalam menampung dan mengalirkan debit limpasan, dengan cara membandingkan debit puncak limpasan permukaan (Q rancangan dengan kala ulang tertentu) terhadap kapasitas saluran yang ada (*existing*).

2. Mengetahui penyebab banjir di jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam.
3. Memberikan solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan banjir di jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan ini diharapkan memiliki beberapa manfaat sebagai berikut:

1. Menambah wawasan khususnya mengenai sistem saluran drainase pada jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam.
2. Untuk warga yang ada di sekitar jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam dapat mengerti bahwa sistem saluran drainase tersebut sangatlah berpengaruh terhadap keamanan dan kenyamanan.
3. Sebagai acuan dalam perencanaan sistem saluran drainase yang akan datang.

1.5 Batasan Penelitian

Agar penelitian yang dilakukan hanya terfokus pada rumusan dan tujuan masalah yang akan ditinjau, maka perlu digunakan batasan dalam melakukan penelitian ini. Batasan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Dalam menghitung debit saluran berdasarkan pada data hujan harian tahunan 20 tahun yang diperoleh dari Stasiun Meteorologi Hang Nadim Batam dari tahun 1995 hingga tahun 2014.
2. Daerah aliran yang ditinjau yaitu sepanjang jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam dengan total jarak 4,7 km.
3. Dalam menghitung debit saluran mengabaikan interaksi saluran buangan air rumah tangga di wilayah sekitaran jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam.



Gambar 1.1 Peta Lokasi Penelitian

(Sumber: *Google Earth Pro*)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Studi pustaka perlu dilakukan dalam proses penelitian agar peneliti bisa mendapatkan informasi yang relevan dengan masalah/topik yang akan atau sedang diteliti. Informasi tersebut bisa diperoleh dari berbagai referensi seperti dokumen, jurnal, buku dan sebagainya. Penelitian ini mengacu pada penelitian sebelumnya tentang analisis dan evaluasi suatu saluran drainase, penelitian tersebut akan dibahas sebagai berikut ini.

2.1.1 Evaluasi Saluran Drainase pada Jalan Pasar I di Kelurahan Tanjung Sari Kecamatan Medan Selayang (2013)

Penelitian ini dilakukan oleh Kreshna Eka Madani Agung Titah pada tahun 2013. Kota Medan merupakan ibukota Sumatra Utara yang pada beberapa kawasan kerap terjadi masalah banjir. Salah satu kawasan yang sering mengalami masalah banjir yaitu Jalan Pasar I Kelurahan Tanjung Sari Kecamatan Medan Selayang. Hal ini dapat terjadi karena saluran drainase pada kawasan tersebut masih kurang memadai. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi saluran drainase yang ada (*existing*) dalam menampung dan mengalirkan debit limpasan, serta melihat kondisi, bentuk dan arah aliran dalam saluran yang mengalami banjir pada kawasan tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam mengatasi masalah banjir pada kawasan tersebut.

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian tersebut merupakan data curah hujan selama 10 tahun dari tahun 2001 sampai tahun 2010 serta data tersebut diperoleh dari BMKG Medan. Metode distribusi sebaran yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu distribusi Gumbel. Perhitungan intensitas hujan

menggunakan metode Dr. Mononobe dengan periode kala ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun dan 20 tahun. Kemudian untuk memperoleh debit banjir dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode Rasional. Penampang kapasitas saluran dalam penelitian tersebut berbentuk persegi. Peneliti membagi penampang saluran tersebut menjadi 10 bagian. Saluran 1-4 memiliki dimensi yang sama, 5-8 sama dan 9-10 sama.

Dari penelitian tersebut diperoleh hasil yaitu ada beberapa bagian saluran yang mengalami kelebihan kapasitas yaitu saluran 5-10, Kapasitas saluran tersebut ($Q_{eksisting} = 3,209 \text{ m}^3/\text{s}$) lebih kecil dari debit yang masuk ($Q_{rasional} = 3,468 \text{ m}^3/\text{s}$). Banyaknya sampah serta kurangnya resapan air pada saluran rainase juga menyebabkan terjadinya banjir pada Jalan Pasar I di Kelurahan Tanjung Sari Kecamatan Medan Selayang.

2.1.2 Analisis dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa di SubDAS Lambidaro Kota Palembang (2015)

Penelitian ini dilakukan oleh Dimitri Fairizi pada tahun 2015. Wilayah Perumnas Talang Kelapa yang terdapat di kelurahan Talang Kelapa, kecamatan Alang-alang Lebar, kota Palembang sering mengalami masalah banjir yang disebabkan karena pembangunan yang terus meningkat serta saluran drainase di wilayah tersebut sudah tidak mampu lagi mengalirkan debit aliran air hujan pada wilayah tersebut yang disebabkan oleh sampah serta sedimentasi pada saluran yang ada. Tujuan dari penelitian yang dilakukan yaitu menganalisis dan mengevaluasi dimensi saluran drainase pada wilayah tersebut.

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian tersebut merupakan data curah hujan selama 12 tahun dari tahun 2001 sampai tahun 2012 serta data tersebut diperoleh dari BMKG Kenten, Kota Palembang. Metode distribusi sebaran yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu distribusi Log Normal. Data curah hujan rencana diuji kecocokannya dengan cara uji Smirnov-Kolmogorov. Intensitas hujan dimasukkan kedalam persamaan Talbot, Sherman, dan Ishiguro untuk mencari yang cocok digunakan dalam perhitungan, sehingga metode yang terpilih untuk digunakan adalah metode Talbot. Untuk menganalisis

dan mengevaluasi saluran drainase tersebut menggunakan perhitungan metode Rasional serta menggunakan program EPA SWMM. Peneliti membagi menjadi 51 saluran utama yang terdapat di daerah tersebut.

Hasil dari penelitian ini yaitu diketahui 24 saluran dari 51 saluran tersebut sudah tidak mampu mengalirkan debit air. Hal tersebut disebabkan oleh intensitas hujan yang tinggi serta dimensi saluran yang ada tidak memadai. Dengan menggunakan dua metode dalam penelitian ini yaitu metode rasional dan metode *Trial and Error* dengan program EPA SWMM sehingga dapat disimpulkan bahwa evaluasi dengan menggunakan metode *Trial and Error* dengan program EPA SWMM akan menghasilkan dimensi saluran yang lebih kecil jika dibandingkan dengan menggunakan metode rasional sehingga dimensi saluran yang diperoleh lebih efisien.

2.1.3 Evaluasi Kapasitas Tampung Saluran Drainase Kawasan Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia (2016)

Penelitian ini dilakukan oleh Achmad Maulidin pada tahun 2016. Ketika hujan dengan intensitas tinggi terjadi maka kawasan Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia Yogyakarta mengalami sebuah masalah yaitu melimpasnya air pada saluran-saluran drainase yang terdapat di kawasan kampus tersebut. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi serta mengevaluasi penyebab terjadinya limpasan air yang masuk ke dalam kawasan Kampus Terpadu UII Yogyakarta ketika hujan dengan intensitas tinggi terjadi.

Penelitian tersebut menggunakan analisis hidrologi dan analisis kapasitas tampung saluran drainase. Untuk menghitung hujan rerata kawasan penelitian tersebut menggunakan tiga stasiun hujan yaitu stasiun Kempot, Prumpung, dan Brongang yang terletak di Kecamatan Ngaglik. Penelitian tersebut menggunakan data hujan harian 15 tahun dari tahun 1994 sampai tahun 2008 yang diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Opak Yogyakarta. Metode distribusi sebaran yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu distribusi Log Pearson III. Perhitungan intensitas hujan menggunakan metode Dr. Mononobe dengan periode kala ulang 2 dan 5 tahun, kemudian untuk memperoleh debit banjir dilakukan perhitungan

dengan menggunakan metode rasional. Debit yang diperoleh dibandingkan dengan kapasitas saluran debit yang ada (*existing*) untuk mengetahui apakah saluran yang ada (*existing*) masih dapat menampung banjir atau tidak.

Hasil yang diperoleh dari penelitian tersebut yaitu saluran drainase yang ada di kawasan Kampus Terpadu UII dibagi menjadi 61 titik, pada titik 43-44 dan 45-46 mengalami kelebihan kapasitas. Kelebihan debit banjir tersebut sebesar 1,675 m³/s dan 1,602 m³/s. Kelebihan tersebut terjadi karena masuknya debit limpasan dari Dusun Kopatan dan Dusun Kimpulan. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu dilakukan pembuatan saluran drainase pada Dusun Kopatan dan Dusun Kimpulan dengan bentuk saluran segi empat, dan diperoleh dimensi saluran terbesar untuk Dusun Kimpulan $h=0,40\text{m}$; $b=0,55\text{m}$; untuk dimensi saluran di Dusun Kopatan $h=0,6\text{m}$; $b=0,55\text{m}$.

2.2 Penelitian Sekarang atau Penelitian yang Diusulkan

Untuk saat ini belum ada penelitian mengenai evaluasi saluran drainase pada jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam, sehingga akan dilakukan penelitian tentang saluran drainase pada jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam. Latar belakang penelitian yang dilakukan ini yaitu akibat dari ketidak mampuan saluran drainase yang terdapat pada jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam untuk menampung limpasan air hujan yang masuk ketika intensitas hujan yang terjadi cukup tinggi sehingga hal tersebut menyebabkan terjadinya banjir pada jalan tersebut.

Penelitian ini menggunakan analisis hidrologi dan analisis kapasitas tampang saluran drainase. Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data curah hujan selama 20 tahun dari tahun 1995 sampai tahun 2014 serta data tersebut diperoleh dari BMKG Batam. Metode distribusi sebaran yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu metode Log Pearson III. Perhitungan intensitas hujan menggunakan metode Dr. Mononobe dengan periode kala ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun. Kemudian untuk memperoleh debit banjir dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode Rasional. Debit yang diperoleh dibandingkan dengan kapasitas saluran debit yang ada (*existing*) untuk

mengetahui apakah saluran yang ada (*existing*) masih dapat menampung banjir atau tidak.

2.3 Keaslian Penelitian

Berdasarkan penelitian-penelitian tentang Evaluasi Saluran Drainase yang pernah dilakukan sebelumnya, terdapat beberapa persamaan dan perbedaan. Adapun persamaan dan perbedaan antara penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang akan disajikan dalam Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Persamaan dan Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang

Judul	Evaluasi Saluran Drainase pada Jalan Pasar I di Kelurahan Tanjung Sari Kecamatan Medan Selayang	Analisis dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa di SubDAS Lambidaro Kota Palembang	Evaluasi Kapasitas Tampung Saluran Drainase Kawasan Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia Yogyakarta	Evaluasi Saluran Drainase Pada Jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau
Peneliti	Kreshna Eka Madani Agung Titah (2013)	Dimitri Fairizi (2015)	Achmad Maulidin (2016)	M. Ryan Fachri (2020)

Lanjutan Tabel 2.1

Karya Tulis	Tugas Akhir	Tugas Akhir	Tugas Akhir	Tugas Akhir
Lokasi	Jalan Pasar I, Kelurahan Tanjung Sari, Kecamatan Medan Selayang	Kawasan Perumnas Talang Kelapa di Sub DAS Lambidaro Kota Palembang	Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia Kecamatan Ngeemplak Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta	Jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau
Data Curah Hujan	10 Tahun (2001-2010)	12 Tahun (2001-2012)	15 Tahun (1994-2008)	20 Tahun (1995-2014)
Curah Hujan Rerata	Satu stasiun pengamatan	Satu stasiun pengamatan	Tiga stasiun pengamatan	Satu stasiun pengamatan
Metode Distribusi Sebaran	Gumbel	Log Normal	Log Pearson III	Log Pearson III
Debit Rencana	Metode Rasional	Metode Rasional dan Program EPA SWMM	Metode Rasional	Metode Rasional

BAB III

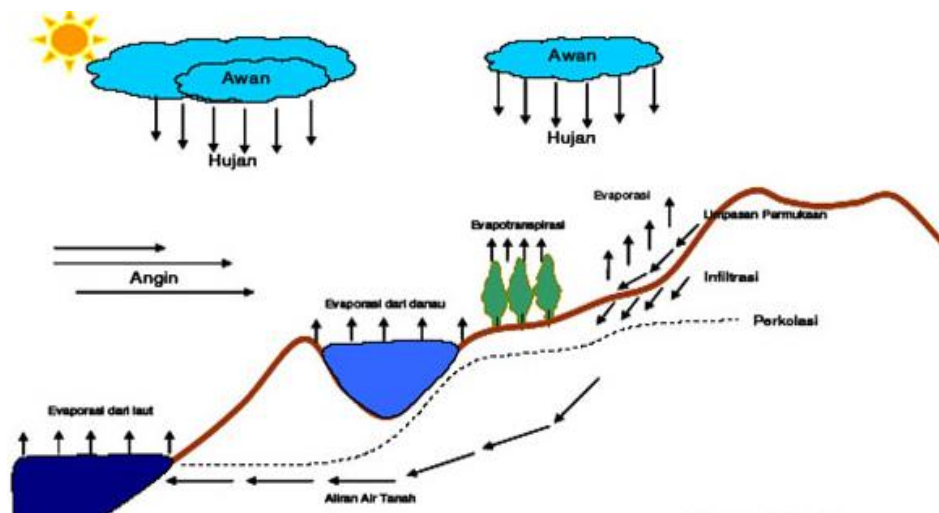
LANDASAN TEORI

3.1 Dasar Hidrologi

Hidrologi merupakan suatu ilmu yang berhubungan dengan air yang berada di bumi, baik itu tentang terjadinya, sifatnya, peredaran dan penyebarannya, serta hubungannya dengan lingkungan terutama dengan makhluk hidup (Triatmodjo, 2010). Hidrologi dapat dimanfaatkan dalam bidang teknik sipil salah satu manfaatnya dalam bidang ini adalah memperkirakan besarnya banjir yang ditimbulkan oleh hujan deras, sehingga dapat merencanakan bangunan untuk mengendalikan banjir.

Air yang terdapat di bumi mengalami sebuah siklus melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung secara terus menerus atau kontinyu yang kita tidak tahu kapan dan dari mana berawal nya dan kapan pula berakhir. Rangkaian peristiwa tersebut dinamakan siklus hidrologi (Suripin, 2004). Air menguap dari permukaan tanah dan samudera akibat energi panas matahari. Uap air bergerak naik menuju atmosfer, lalu terjadi peristiwa kondensasi dan uap air tersebut mengalami perubahan menjadi titik-titik air yang dapat disebut awan. Titik-titik air tersebut jatuh kembali ke permukaan bumi sebagai presipitasi berupa hujan atau salju. Sebagian hujan yang jatuh akan tertahan oleh tumbuhan (intersepsi) dan sisanya akan jatuh ke permukaan tanah. Sebagian air hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan terserap ke dalam tanah (infiltrasi) dan sisanya akan mengalir di permukaan tanah (*surface run off*). Air yang mengalir di atas permukaan tanah tersebut akan menuju dan mengisi cekungan tanah, danau, serta masuk ke sungai hingga akhirnya air tersebut mengalir menuju laut. Air yang meresap ke dalam tanah sebagian akan mengalir di dalam tanah (perkolasi) mengisi air tanah yang kemudian akan keluar sebagai mata air atau mengalir ke sungai. Akhirnya aliran air di sungai akan mengalir

menuju laut. Proses tersebut akan berlangsung secara berulang atau kontinyu, proses inilah yang dinamakan siklus hidrologi (Triatmodjo, 2010). Agar lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.

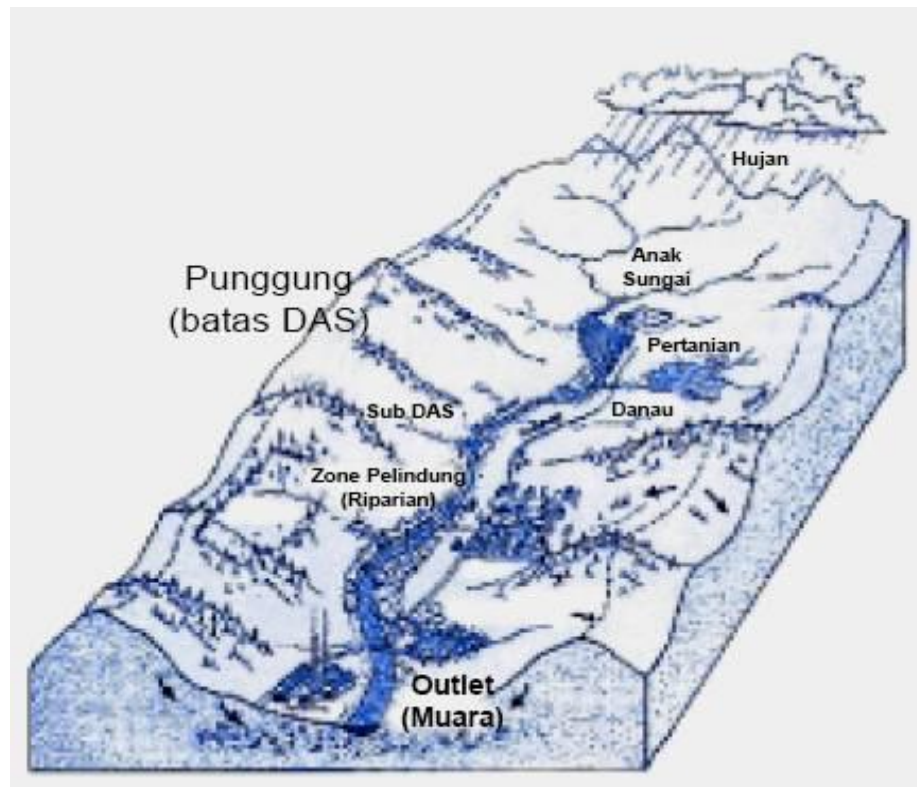


Gambar 3.1 Siklus Hidrologi

(Sumber: Soemarto dalam reztasari.wordpress.com, 2015)

3.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah aliran sungai (DAS) merupakan sebuah wilayah daratan yang satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang memiliki fungsi untuk menampung, menyimpan, serta mengalirkan air yang berasal dari curah hujan menuju ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Peraturan Pemerintah RI Tentang Sungai, 2011). Agar lebih jelas dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

(Sumber: geoenviron.blogspot.com, 2012)

Gambar 3.2 merupakan contoh bentuk DAS. Dalam gambar tersebut menunjukkan penampang pada keliling DAS. Garis yang mengelilingi DAS merupakan titik-titik tertinggi wilayah tersebut. Air hujan yang jatuh di dalam DAS akan mengalir menuju sungai utama yang ditinjau, sedangkan air hujan yang jatuh diluar DAS akan mengalir ke sungai lain di sebelahnya. Luas suatu DAS akan mempengaruhi debit sungai, semakin besar DAS maka jumlah limpasan permukaan akan semakin besar sehingga aliran permukaan atau debit sungai akan semakin besar pula (Triatmodjo, 2010).

3.3 Analisis Hujan

3.3.1 Umum

Presipitasi merupakan istilah umum untuk menyatakan uap air yang mengkondensasi dan jatuh dari atmosfer ke bumi dalam segala bentuknya dalam rangkaian siklus hidrologi (Suripin, 2004).

3.3.2 Hujan Kawasan (Daerah Tangkapan Air)

Stasiun penakar hujan akan mencatat kedalaman hujan di satu titik di tempat stasiun tersebut berada sehingga hujan pada suatu luasan suatu kawasan harus diperkirakan dari titik pengukuran tersebut. Apabila pada suatu wilayah terdapat beberapa stasiun pengukuran yang ditempatkan secara terpencar, maka hujan yang tercatat pada tiap-tiap stasiun akan berbeda-beda sehingga perlu menentukan hujan rerata pada daerah tersebut dengan menggunakan metode rerata aritmatik, metode poligon thiessen dan metode isohyet (Triatmodjo, 2010).

3.3.3 Hujan Rencana

Untuk mengetahui besarnya hujan dengan kala ulang tertentu maka diperlukan perhitungan curah hujan rencana. Untuk menentukan periode ulang didasari oleh tipologi kota tersebut. Kriteria periode ulang tersebut dapat dilihat dalam Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota

TIPOLOGI KOTA	DAERAH TANGKAPAN AIR (Ha)			
	< 10	10 – 100	101 – 500	> 500
Kota Metropolitan	2 Th	2 – 5 Th	5 – 10 Th	10 – 25 Th
Kota Besar	2 Th	2 – 5 Th	2 – 5 Th	5 – 20 Th
Kota Sedang	2 Th	2 – 5 Th	2 – 5 Th	5 – 10 Th
Kota Kecil	2 Th	2 Th	2 Th	2 – 5 Th

(Sumber: Peraturan Menteri PU no 12, 2014)

Data hujan harian maksimum akan diperlukan dalam perhitungan curah hujan rencana, data tersebut yang akan dianalisis dengan menggunakan beberapa analisis frekuensi. Analisis frekuensi ini berdasarkan sifat statistik data kejadian terdahulu untuk mendapatkan probabilitas besaran hujan di masa mendatang. Dengan menganggap bahwa sifat statistik kejadian hujan di masa lalu dan sifat statistik kejadian hujan di masa yang akan datang akan tetap sama. Dalam ilmu statistik ada empat macam distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi yaitu distribusi Normal, Log Normal, Log-Pearson III, dan Gumbel (Suripin, 2004). Metode analisis frekuensi perhitungan hujan rencana dilakukan secara sistematis sebagai berikut.

1. Parameter Statistik

Dalam statistika ada beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi nilai rata-rata (\bar{x}), standar deviasi (S), koefisien variasi (Cv), dan koefisien kemencengan (Cs), dan koefisien kurtosis (Ck).

a. Nilai Rata-Rata (*Average*)

Nilai rerata (*average*) merupakan nilai yang cukup mewakili kumpulan data dalam suatu distribusi. Nilai rerata dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3.1)$$

Dengan:

\bar{x} = nilai rerata hujan

x_i = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i

n = jumlah data curah hujan

b. Standar Deviasi (*Standard Deviation*)

Variat dari variabel hidrologi memiliki nilai rerata yang berbeda, beberapa diantaranya memiliki nilai lebih besar dan ada pula yang memiliki nilai lebih kecil. Besar kecilnya jumlah derajat sebaran variat di sekitar nilai rerata nya dapat disebut varian (*variance*) atau juga penyebaran (dispersi, *dispersion*). Penyebaran data dapat diukur dengan deviasi standar (*standard deviation*) (Triatmodjo, 2010). Standar deviasi dapat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3.2)$$

Dengan:

- S = standar deviasi curah hujan
- x_i = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i
- \bar{x} = nilai rata-rata curah hujan
- n = jumlah data curah hujan

c. Koefisien Variasi

Perbandingan antara standar deviasi dan nilai rata-rata maka di sebut koefisien variasi. Untuk mengetahui variabilitas dari distribusi dapat menggunakan standar deviasi dan koefisien variasi. Semakin besar nilai standar deviasi dan koefisien variasi, maka semakin besar penyebaran dari distribusi. Koefisien variasi dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} \quad (3.3)$$

Dengan:

- C_v = koefisien variasi
- S = standar deviasi
- \bar{x} = nilai rata-rata

d. Koefisien Kemencengan (*skewness*)

Untuk mengetahui derajat ketidak-simetrisan (asimetris) dari suatu bentuk distribusi maka dapat diketahui melalui koefisien kemencengan. Koefisien kemencengan dirumuskan sebagai berikut:

$$C_s = \frac{a}{s^3} \quad (3.4)$$

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \quad (3.5)$$

Dengan:

- C_s = koefisien kemencengan curah hujan
- a = parameter kemencengan
- S = standar deviasi dari sampel curah hujan
- n = jumlah data curah hujan
- x_i = curah hujan ke i
- \bar{x} = nilai rata-rata data sampel curah hujan

e. Koefisien Kurtosis

Koefisien kurtosis merupakan nilai puncak dalam suatu bentuk kurva distribusi. Koefisien kurtosis dirumuskan sebagai berikut:

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 \quad (3.6)$$

Dengan:

- C_k = koefisien kurtosis
- S = standar deviasi dari sampel curah hujan
- n = jumlah data curah hujan
- x_i = curah hujan ke i
- \bar{x} = nilai rata-rata data sampel curah hujan

2. Pemilihan Jenis Distribusi Sebaran

Dalam menentukan jenis distribusi sebaran yang akan digunakan harus mencocokkan syarat dari tiap jenis distribusi berdasarkan parameter statistik. Syarat dalam menentukan jenis distribusi yang digunakan dipaparkan dalam Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Syarat Menentukan Jenis Distribusi Sebaran

No	Distribusi	Persyaratan
1	Normal	$(\bar{x} \pm S) = 68.27\%$ $(\bar{x} \pm 2S) = 95.44\%$ $C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
2	LogNormal	$C_s = C_v^3 + 3C_v = 0.6409$ $C_v \approx 0.06$ atau $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 3.739$
3	Gumbel	$C_s = 1.14$ $C_k = 5.4$
4	LogPearsonIII	Selain dari nilai di atas

(Sumber: Triatmodjo, 2010)

a. Distribusi Normal

Fungsi kerapatan probabilitas (PDF = *probability density function*) yang dimiliki distribusi Normal dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S \quad (3.7)$$

Dengan:

- X_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang
T-tahunan
- \bar{X} = nilai rata-rata hitung variat
- K_T = faktor frekuensi
- S = standar deviasi nilai variat

b. Distribusi Log Normal

Fungsi kerapatan probabilitas (PDF = *probability density function*) yang dimiliki distribusi Log Normal dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Y_T = \bar{Y} + K_T \cdot S \quad (3.8)$$

$$Y = \text{Log}X \quad (3.9)$$

Dengan:

- Y_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang
T-tahunan
- \bar{Y} = nilai rata-rata hitung variat
- K_T = faktor frekuensi
- S = standar deviasi nilai variat

c. Distribusi Log Pearson III

Langkah-langkah dalam menggunakan distribusi Log-Pearson III yaitu sebagai berikut:

- 1) Ubah data ke dalam bentuk logaritmis, $Y = \log X$
- 2) Hitung harga rata-rata:

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y}{n} \quad (3.10)$$

3) Hitung harga simpangan baku:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^2}{n - 1}} \quad (3.11)$$

4) Hitung koefisien *skewness*:

$$C_s = \frac{a}{S^3} = \frac{n \sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} \quad (3.12)$$

5) Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T

dengan rumus:

$$Y_T = \bar{Y} + K_T \cdot S \quad (3.13)$$

K merupakan variabel standar untuk Y yang besarnya tergantung pada koefisien *skewness*.

Tabel 3.3 Nilai KT untuk Distribusi Pearson III (Kemencengan Positif)

Koefisien Kemencengan (Cs)	Periode Ulang Tahun							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3	-0,4	0,42	1,18	2,28	3,15	4,05	4,97	7,25
2,5	-0,36	0,52	1,25	2,26	3,05	3,85	4,65	6,6
2,2	-0,33	0,57	1,28	2,24	2,97	3,71	4,44	6,2
2	-0,31	0,61	1,3	2,22	2,91	3,61	4,3	5,91
1,8	-0,28	0,64	1,32	2,19	2,85	3,5	4,15	5,66
1,6	-0,25	0,68	1,33	2,16	2,78	3,39	3,99	5,39
1,4	-0,23	0,71	1,34	2,13	2,71	3,27	3,83	5,11
1,2	-0,2	0,73	1,34	2,09	2,63	3,15	3,66	4,82
1	-0,16	0,76	1,34	2,04	2,54	3,02	3,49	4,54
0,9	-0,15	0,77	1,34	2,02	2,5	2,96	3,4	4,4
0,8	-0,13	0,78	1,34	2	2,45	2,89	3,32	4,25
0,7	-0,12	0,79	1,33	1,97	2,41	2,82	3,22	4,11
0,6	-0,1	0,8	1,33	1,94	2,36	2,76	3,13	3,96
0,5	-0,08	0,81	1,32	1,91	2,31	2,69	3,04	3,82
0,4	-0,07	0,82	1,32	1,88	2,26	2,62	2,95	3,67
0,3	-0,05	0,82	1,31	1,85	2,21	2,54	2,86	3,53
0,2	-0,03	0,83	1,3	1,82	2,16	2,47	2,76	3,38
0,1	-0,02	0,84	1,29	1,79	2,11	2,4	2,67	3,24
0	0	0,84	1,28	1,75	2,05	2,33	2,58	3,09

(Sumber: Triatmodjo, 2010)

d. Distribusi Gumbel

Dalam analisis frekuensi hujan metode distribusi Gumbel cukup banyak digunakan, distribusi ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$X_{Tr} = b + \frac{1}{a} Y_{Tr} \quad (3.14)$$

$$a = \frac{S_n}{S} \quad (3.15)$$

$$b = \bar{X} - \frac{Y_n S}{S_n} \quad (3.16)$$

Dengan:

X_{Tr} = besar variabel dengan kala ulang T tahun

\bar{X} = nilai rata-rata

S = standar deviasi

S_n = *reduced standard deviation* yang juga tergantung pada jumlah sampel n

Y_n = *reduced mean* yang tergantung jumlah sampel/data n

Y_{Tr} = *reduced variate*

3.3.4 Intensitas Hujan

Intensitas hujan merupakan tinggi atau kedalaman air hujan per-satuan waktu. Semakin sebentar waktu terjadinya hujan maka intensitasnya akan semakin tinggi dan semakin tinggi periode ulangnya maka semakin tinggi pula intensitasnya. Intensitas hujan, lama hujan dan frekuensi hujan saling berhubungan, biasanya dinyatakan dalam lengkung IDF (*Intensity-Duration-Frequency Curve*). Untuk membentuk lengkung IDF maka diperlukan data hujan jangka pendek, seperti 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit (Suripin, 2004).

Ada beberapa metode dalam menghitung besarnya intensitas hujan, salah satunya yaitu metode Mononobe. Metode Mononobe digunakan apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang dimiliki hanya data hujan harian. Untuk

menghitung intensitas hujan dengan metode Mononobe menggunakan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (3.17)$$

Dengan:

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

R₂₄ = curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) (mm)

3.3.5 Waktu Konsentrasi (tc)

Waktu konsentrasi (t_c) merupakan waktu yang dibutuhkan air hujan yang jatuh ke permukaan untuk mengalir dari titik terjauh hingga ke tempat keluaran DAS (titik kontrol) di bagian hilir suatu saluran (Wesli, 2008). Salah satu cara untuk menghitung waktu konsentrasi yaitu dengan membagi menjadi dua komponen. Terdapat dua komponen dalam perhitungan waktu konsentrasi, yaitu *inlet time* (t_o) dan *conduit time* (t_d). *Inlet time* (t_o) merupakan waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir di permukaan tanah hingga masuk ke saluran drainase. *Conduit time* (t_d) merupakan waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir selama di saluran hingga mencapai titik kontrol yang ditentukan pada bagian hilir. Dalam perhitungan untuk memperoleh nilai *inlet time* (t_o) dan *conduit time* (t_d) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$t_o = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right] \quad (3.18)$$

Dengan:

t_o = *inlet time* (menit)

n = angka kekasaran manning

S = kemiringan lahan

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

$$t_d = \frac{L}{60V} \quad (3.19)$$

Dengan:

t_d = *conduit time* (menit)

L = panjang lintasan aliran di dalam saluran/sungai (m)

V = kecepatan aliran dalam saluran (m/detik)

Waktu konsentrasi saluran drainase merupakan penjumlahan dari *inlet time* (t_o) ditambah *conduit time* (t_d). Yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$t_c = t_o + t_d \quad (3.20)$$

Ada beberapa metode yang digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi, salah satunya metode ARR (*Australian Rainfall and Runoff*). Metode ARR biasa digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi pada suatu lahan. Waktu konsentrasi dengan metode ARR dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$t_c = 0,76A^{0,38} \quad (3.21)$$

Dengan:

t_c = waktu konsentrasi (jam)

A = Luas DAS (km²)

3.4 Limpasan (*Runoff*)

Air hujan yang turun sebagian ada yang ditangkap oleh permukaan buatan seperti atap bangunan dan lapisan kedap air lainnya dan sebagian lainnya akan jatuh ke permukaan bumi dan sebagian akan menguap, berinfiltrasi dan tersimpan dalam cekungan-cekungan. Sisa air hujan yang tidak hilang seperti cara tersebut akan mengalir secara langsung diatas permukaan tanah menuju alur aliran terdekat. Limpasan (*runoff*) merupakan bagian air hujan yang dijadikan perhatian

dalam pengendalian banjir. Limpasan (*runoff*) adalah gabungan dari aliran yang tertampung pada cekungan-cekungan, aliran permukaan (*surface runoff*), serta aliran bawah permukaan (*subsurface flow*) (Suripin, 2004).

Faktor yang mempengaruhi limpasan secara umum dapat dikelompokkan menjadi 2, yaitu faktor meteorologi dan faktor karakteristik DAS. Faktor meteorologi meliputi intensitas hujan, durasi hujan dan distribusi curah hujan sedangkan faktor karakteristik DAS meliputi luas dan bentuk DAS, topografi, serta tata guna lahan (Suripin, 2004).

3.4.1 Koefisien Limpasan dan Faktor Limpasan

Koefisien limpasan (C) merupakan perbandingan antara air hujan yang mengalir di permukaan tanah (*surface run-off*) dengan jumlah air yang jatuh dari atmosfer. Koefisien limpasan (C) merupakan angka yang mempengaruhi debit aliran, sehingga dapat memperkirakan daya tampung saluran yang nilainya berkisar antara 0 sampai dengan 1. Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai C yaitu jenis tanah, tanaman penutup tanah atau jenis vegetasi, karakteristik tata guna lahan dan laju infiltrasi tanah atau penyerapan air kedalam tanah. Laju infiltrasi sangat dipengaruhi oleh konstruksi-konstruksi yang ada diatas permukaan tanah tersebut. Aspal, atap bangunan serta konstruksi-konstruksi lain yang menghambat penyerapan air kedalam tanah akan menghasilkan limpasan permukaan hampir 100% (Wesli, 2008).

Faktor limpasan (fk) merupakan angka yang dikalikan dengan koefisien *runoff* dengan tujuan agar kinerja saluran tidak melebihi kapasitasnya akibat daerah pengaliran yang terlalu luas. nilai fk menyesuaikan dengan kondisi permukaan tanah dipaparkan dalam Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Koefisien Limpasan (C)

Kondisi Daerah	Koefisien Pengaliran	Sifat Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran
Perdagangan		Jalan	
Daerah kota	0,70 – 0,95	Aspalt	0,70 – 0,95
Derah dekat kota	0,50 - 0,70	Beton	0,80 – 0,95
Pemukiman		Batu bata	0,70 – 0,85
Rumah tinggal	0,30 – 0,50	Batu kerikil	0,15 – 0,35
terpencar	0,40 – 0,60	Jalan raya dan trotoar	0,70 – 0,85
Kompleks perumahan	0,25 – 0,40	Atap	0,75 – 0,95
Pemukiman(suburban)	0,50 – 0,70	Lapangan rumput, tanah berpasir	
Apartemen		Kemiringan 2 persen	0,05 – 0,10
Industri		Rata-rata 2 – 7 persen	0,10 – 0,15
Industri ringan	0,50 – 0,80	Curam (7 persen)	0,15 – 0,20
Industri berat	0,60 – 0,90		
Taman, kuburan	0,10 – 0,25	Lapangan rumput, tanah keras.	0,13 – 0,17 0,18 – 0,22
Lapangan bermain	0,10 – 0,25	Kemiringan 2 persen	0,25 – 0,35
Daerah halaman KA	0,20 – 0,40	Rata-rata 2 – 7 persen	
Daerah tidak terawat	0,10 – 0,30	Curam (7 persen)	

(Sumber: Peraturan Menteri PU no 12, 2014)

Apabila dalam suatu daerah pengaliran atau daerah pelayanan terdiri dari beberapa tipe kondisi permukaan yang mempunyai nilai C yang berbeda-beda maka nilai C yang digunakan yaitu nilai C rata-rata. Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai C rata-rata yaitu sebagai berikut:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (3.22)$$

Dengan:

C_i = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

A_i = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan

3.4.2 Debit Aliran Puncak

Untuk menghitung debit aliran puncak ada beberapa metode yang digunakan, pada umumnya salah satu metode yang biasa digunakan yaitu metode rasional. Metode rasional ini merupakan metode yang paling sederhana serta sangat sering digunakan dalam perencanaan drainase perkotaan. Beberapa parameter hidrologi yang diperhitungkan yaitu intensitas hujan, durasi hujan, frekuensi hujan, luas DAS, abstraksi (kehilangan air akibat evaporasi, intersepsi, infiltrasi, tampungan permukaan), serta konsentrasi aliran (Triatmodjo, 2010). Persamaan yang digunakan untuk menghitung debit aliran puncak dengan metode rasional adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \quad (3.23)$$

Dengan:

- Q = Debit puncak yang ditimbulkan oleh hujan dengan intensitas, durasi dan frekuensi tertentu (m^3/s)
- I = Intensitas hujan (mm/jam)
- A = Luas daerah tangkapan (km^2)
- C = Koefisien limpasan

3.5 Saluran Drainase

3.5.1 Umum

Definisi drainase sendiri diambil dari bahasa inggris *drainage* yang berarti mengalirkan, menguras, membuang atau mengalihkan air. Secara umum arti dari saluran drainase adalah kumpulan saluran yang terhubung satu sama lain dan kontinyu yang berfungsi untuk mengalirkan air yang berlebih, sehingga kelebihan air tersebut tidak mengganggu fungsi dari satu kawasan atau lahan (Suripin, 2004).

3.5.2 Penampang Saluran Drainase Paling Ekonomis

Penampang saluran dapat dikatakan ekonomis apabila penampang saluran yang memiliki keliling basah minimum mampu memberikan daya tampung yang maksimum kepada penampang saluran (Peraturan Menteri PU no 12, 2014). Berdasarkan persamaan kontinuitas, apabila kecepatan aliran maksimum serta luas penampang tetap maka debit maksimum yang dicapai dapat dirumuskan dengan menggunakan persamaan manning sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \quad (3.24)$$

$$Q = A \times V \quad (3.25)$$

Dengan:

Q = Debit aliran (m³/s)

A = Luas penampang basah (m²)

V = Kecepatan aliran (m/s)

R = Jari-jari hidrolis (m)

S = Kemiringan aliran

n = Koefisien manning

Nilai koefisien manning akan dipaparkan dalam Tabel 3.5 berikut.

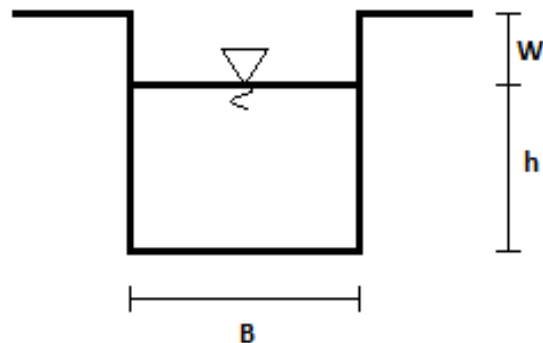
Tabel 3.5 Nilai Koefisien Manning

Bahan	Koefisien Manning (n)
Besi tuang dilapisi	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapisi mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran tanah dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

(Sumber: Triatmodjo, 2010)

Dari rumus Manning dapat diketahui bahwa jika jari-jari hidrolik (R) maksimum maka untuk kemiringan dasar dan kekasaran tetap, kecepatan maksimum bisa dicapai. Lalu apabila keliling basah (P) minimum maka luas penampang tetap, jari-jari hidrolik bisa maksimum. Dimensi penampang saluran drainase untuk berbagai macam bentuk dapat ditentukan dari persamaan tersebut.

1. Penampang Saluran Berbentuk Persegi



Gambar 3.3 Penampang Saluran Persegi Panjang

(Sumber: Suripin, 2004)

- a. Luas penampang basah (A)

$$A = B \cdot h \quad (3.26)$$

- b. Keliling basah (P)

$$P = B + 2h \quad (3.27)$$

- c. Jari-jari hidrolik (R)

$$R = \frac{A}{P} \quad (3.28)$$

- d. Tinggi jagaan (W)

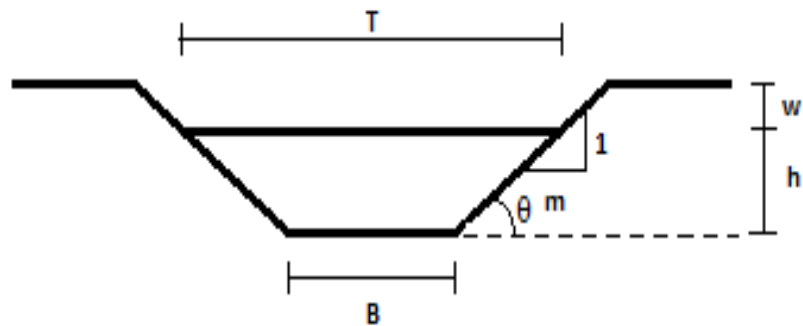
$$W = \sqrt{0,5h} \quad (3.29)$$

Penampang saluran persegi yang paling ekonomis apabila lebar dasar saluran dua kali kedalam air ($B = 2h$) atau jari-jari hidrauliknya setengah dari kedalam air ($R = h/2$). Persamaannya menjadi:

$$A = 2h^2 \quad (3.30)$$

$$P = 4h \quad (3.31)$$

2. Penampang Saluran Berbentuk Trapesium



Gambar 3.4 Penampang Saluran Trapesium

(Sumber: suripin, 2004)

- a. Luas penampang basah (A)

$$A = (B + m \cdot h)h \quad (3.32)$$

- b. Keliling basah (P)

$$P = B + 2h\sqrt{m^2 + 1} \quad (3.33)$$

- c. Jari-jari hidrolik (R)

$$R = \frac{A}{P} \quad (3.34)$$

- d. Lebar atas saluran (T)

$$T = B + 2mh \quad (3.35)$$

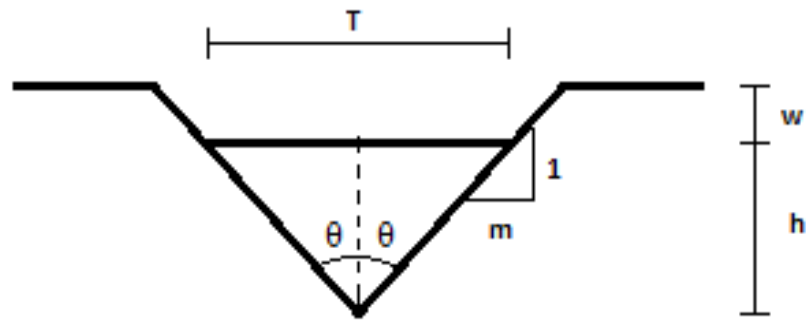
Penampang saluran trapesium yang paling ekonomis apabila kemiringan dindingnya, $m = (1/\sqrt{3})$ atau $\theta = 60^\circ$. Akan membentuk trapesium yang berupa setengah segi enam beraturan (heksagonal). Persamaannya menjadi:

$$A = h^2\sqrt{3} \quad (3.36)$$

$$P = 2h\sqrt{3} \quad (3.37)$$

$$B = \frac{2}{3}h\sqrt{3} \quad (3.38)$$

3. Penampang Saluran Berbentuk Segitiga



Gambar 3.5 Penampang Saluran Segitiga

(Sumber: Suripin, 2004)

- a. Luas penampang basah (A)

$$A = h^2 \tan\theta \quad (3.39)$$

atau

$$A = m \cdot h^2 \quad (3.40)$$

- b. Keliling basah (P)

$$P = (2h) \sec\theta \quad (3.41)$$

atau

$$P = 2h\sqrt{1 + m^2} \quad (3.42)$$

- c. Jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} \quad (3.43)$$

- d. Lebar atas saluran (T)

$$T = 2mh \quad (3.44)$$

Penampang saluran segitiga yang paling ekonomis apabila sudut kemiringan dindingnya berbentuk sudut 45° terhadap garis vertikal. Persamaannya menjadi:

$$A = h^2 \tan 45^\circ = h^2 \quad (3.45)$$

$$P = (2h) \sec 45^\circ = 2h\sqrt{2} \quad (3.46)$$

Dengan:

A = Luas penampang basah saluran (m^2)

P = Keliling basah saluran (m)

R = Jari-jari hidrolis (m)

W = Tinggi jagaan (m)

B = Lebar dasar saluran (m)

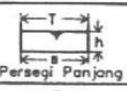
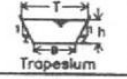


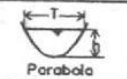
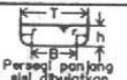
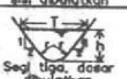
T = Lebar atas saluran (m)

h = tinggi basah saluran (m)

m = kemiringan sisi saluran

Ada beberapa bentuk penampang saluran selain beberapa bentuk diatas. Rumus-rumus untuk penampang saluran tersebut dipaparkan dalam Tabel 3.6 berikut:

Tabel 3.6 Rumus Penampang Saluran

Penampang	Luas A	Keliling basah O	Jari-jari hidrolis R	Lebar puncak T	Kedalaman hidrolis D	Faktor penampang Z
 Persegi Panjang	Bh	$B+2h$	$\frac{Bh}{B+2h}$	B	h	$Bh^{1.5}$
 Trapezium	$(B+zh)h$	$B+2h\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(B+zh)h}{B+2h\sqrt{1+z^2}}$	$B+2zh$	$\frac{(B+zh)h}{B+2zh}$	$\frac{[(B+zh)h]^{1.5}}{\sqrt{B+2zh}}$
 Segi tiga	zh^2	$2h\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zh}{2\sqrt{1+z^2}}$	2zh	$\frac{1}{2}h$	$\frac{\sqrt{2}}{2}zh^{2.5}$
 Lingkaran	$\frac{1}{2}(\theta - \sin\theta)d_0^2$	$\frac{1}{2}\theta d_0$	$\frac{1}{4}(1 - \frac{\sin\theta}{\theta})d_0$	$\frac{(\sin \frac{1}{2}\theta)d_0}{2\sqrt{h(d_0-h)}}$	$\frac{1}{6}(\frac{\theta - \sin\theta}{\sin \frac{1}{2}\theta})d_0$	$\frac{\sqrt{2}(\theta - \sin\theta)^{1.5}}{32(\sin \frac{1}{2}\theta)^{0.5}}d_0^{2.5}$
 Parabola	$\frac{1}{2}Th$	$T + \frac{8}{3}h^2$	$\frac{2T^2h}{3T^2+8h^2}$	$\frac{3}{2}\frac{A}{h}$	$\frac{2}{3}h$	$\frac{2}{9}\sqrt{6}Th^{1.5}$
 Persegi panjang sisi dibulatkan	$(\frac{\pi}{2}-2)r^2+(B+2r)h$	$(\pi-2)r+B+2h$	$\frac{(\frac{\pi}{2}-2)r^2+(B+2r)h}{(\pi-2)r+B+2h}$	B+2r	$\frac{(\frac{\pi}{2}-2)r^2}{B+2r} + h$	$\frac{[(\frac{\pi}{2}-2)r^2+(B+2r)h]^{1.5}}{\sqrt{B+2r}}$
 Segi tiga, dasar dibulatkan	$\frac{T^2}{4} - \frac{r^2}{z}(1-z\cot^{-1}z)$	$\frac{T}{z}\sqrt{1+z^2} - \frac{2r}{z}(1-z\cot^{-1}z)$	$\frac{A}{O}$	$2[z(h-r)+r\sqrt{1+z^2}]$	$\frac{A}{T}$	$A\sqrt{\frac{A}{T}}$

(Sumber: Chow dalam Kaucil, 2017)

BAB IV

METODE PENELITIAN

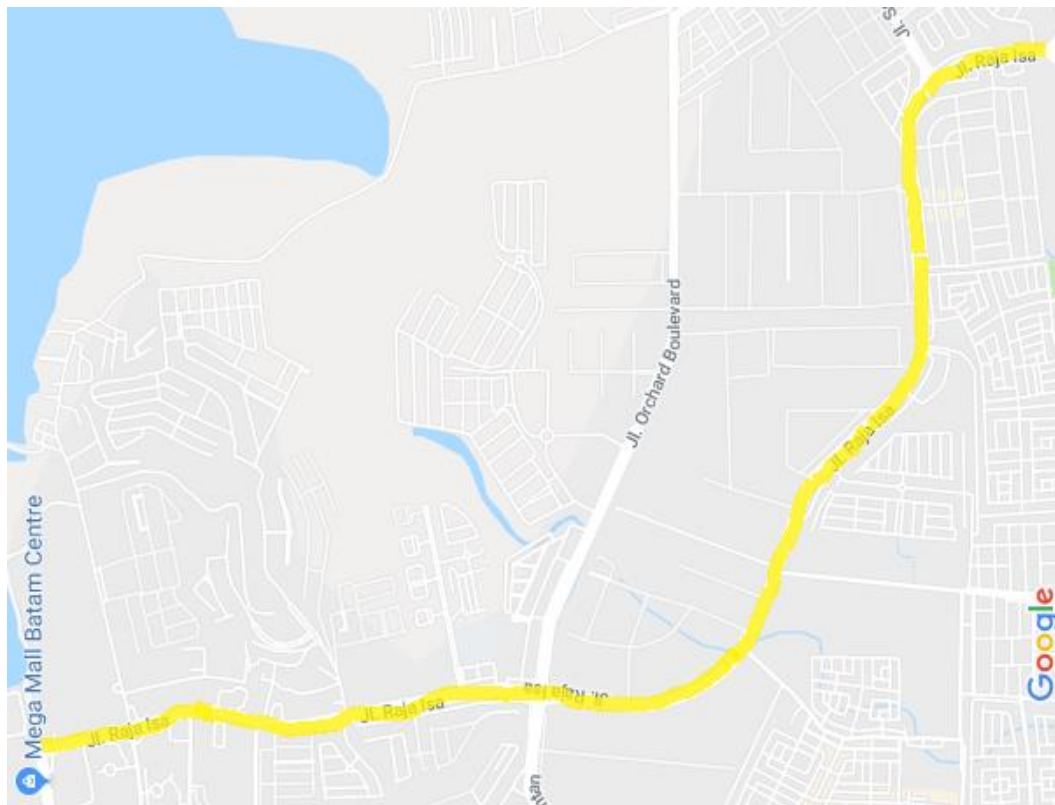
4.1 Jenis Penelitian

Terdapat beberapa jenis penelitian, pertama berdasarkan kedalaman analisisnya ada yang disebut penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif bertujuan untuk menggambarkan secara faktual, sistematis serta akurat suatu situasi atau kejadian sehingga mudah dipahami dan disimpulkan. Kedua berdasarkan pendekatan analisisnya ada yang disebut penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif merupakan penelitian yang datanya berupa data numerikal atau bersifat angka (Azwar, 2004).

Untuk mengolah data pada penelitian ini metode yang digunakan yaitu metode kuantitatif deskriptif. Metode kuantitatif deskriptif merupakan metode perhitungan serta menjabarkan hasil dari pengolahan data.

4.2 Lokasi Penelitian

Penelitian yang dilakukan berlokasi di jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam dengan total jarak 4,7 km. saluran drainase yang ditinjau yaitu sepanjang jalan tersebut. Agar lebih jelas dapat dilihat pada gambar 4.1 peta lokasi jalan Raja Isa.



Gambar 4.1 Peta Lokasi Jalan Raja Isa

(Sumber: Google Map)

4.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumber yang diteliti. Data primer meliputi dimensi saluran eksisting, gambar lokasi. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari sumber lain yang berkaitan dengan materi penelitian. Data sekunder meliputi data hidrologi, data topografi, data tata guna lahan, data sistem drainase yang ada.

1. Data hidrologi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa data hujan harian dari tahun 1995-2014 yang diambil dari stasiun BMKG Batam. Data ini digunakan untuk merencanakan debit banjir rancangan.
2. Data topografi digunakan untuk memperoleh luasan area dan elevasi permukaan tanah dari lokasi saluran. Dari data topografi dapat melakukan

penyusunan tata ruang sistem drainase, genangan air hujan, arah aliran air hujan, dan daerah aman untuk jalanan dan permukiman.

3. Data tata guna lahan digunakan untuk memperoleh koefisien aliran permukaan (C). Koefisien aliran permukaan (C) merupakan suatu bilangan yang menunjukkan perbandingan antar besarnya aliran permukaan dengan besarnya curah hujan.
4. Data sistem drainase yang ada yang harus dicari tahu serta dipelajari yaitu batas daerah layanan saluran drainase dan saluran drainase eksisting.

4.4 Analisis Data

4.4.1 Analisis Frekuensi Hujan

Melakukan analisis frekuensi terhadap data hujan harian. Pertama-tama menghitung parameter statistik dengan mencari nilai rata-rata (\bar{x}), standar deviasi (S), koefisien variasi (Cv), dan koefisien kemencengan (Cs), dan koefisien kurtosis (Ck). Lalu menentukan jenis distribusi sebaran dengan cara mencocokkan syarat dari tiap jenis distribusi berdasarkan parameter statistik. Setelah melakukan perhitungan sesuai dengan jenis distribusi yang ditentukan, selanjutnya mencari nilai hujan rancangan dengan kala ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun.

4.4.2 Luas DAS

Daerah aliran sungai (DAS) merupakan kawasan yang dibatasi oleh punggung-punggung gunung. Data topografi yang ada digunakan untuk menentukan luasan DAS. Data topografi tersebut akan menunjukkan ketinggian atau elevasi suatu tempat.

4.4.3 Koefisien Aliran (C) dan Kemiringan Kawasan (*Slope*)

Data tata guna lahan yang diperoleh digunakan nilai koefisien aliran permukaan (C). Setiap kawasan memiliki nilai koefisien yang berbeda-beda, misalnya taman memiliki nilai C 0.20, parkir memiliki nilai C 0.60, dan lain-

lain. Nilai koefisien tersebut akan dikalikan dengan luas kawasannya sehingga memperoleh nilai C kawasan.

Slope saluran merupakan kemiringan tanah dari panjang saluran yang ditinjau. Untuk memperoleh nilai *slope* saluran perlu diketahui panjang saluran serta elevasi tanah awal dan elevasi tanah akhir.

4.4.4 Debit Banjir Rancangan

Untuk mencari debit banjir rancangan (Q) menggunakan metode rasional. Dalam metode ini memerlukan data koefisien limpasan (C), intensitas hujan (I), dan luas daerah tangkapan (A). Untuk koefisien limpasan (C) menggunakan nilai C kawasan yang telah diperoleh sebelumnya. Untuk luas daerah tangkapan (A) merupakan luas DAS dalam km². Untuk intensitas hujan (I) pertama-tama perlu mencari nilai waktu konsentrasi (t_c), setelah memperoleh nilai t_c , selanjutnya menghitung intensitas hujan (I). Karena menggunakan periode kala ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun, maka nilai intensitas hujan yang dihitung ada tiga, yaitu nilai I dengan hujan rancangan 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun. Nilai debit banjir rancangan yang diperoleh juga ada tiga, yaitu Q kala ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun.

4.4.5 Evaluasi Saluran Drainase

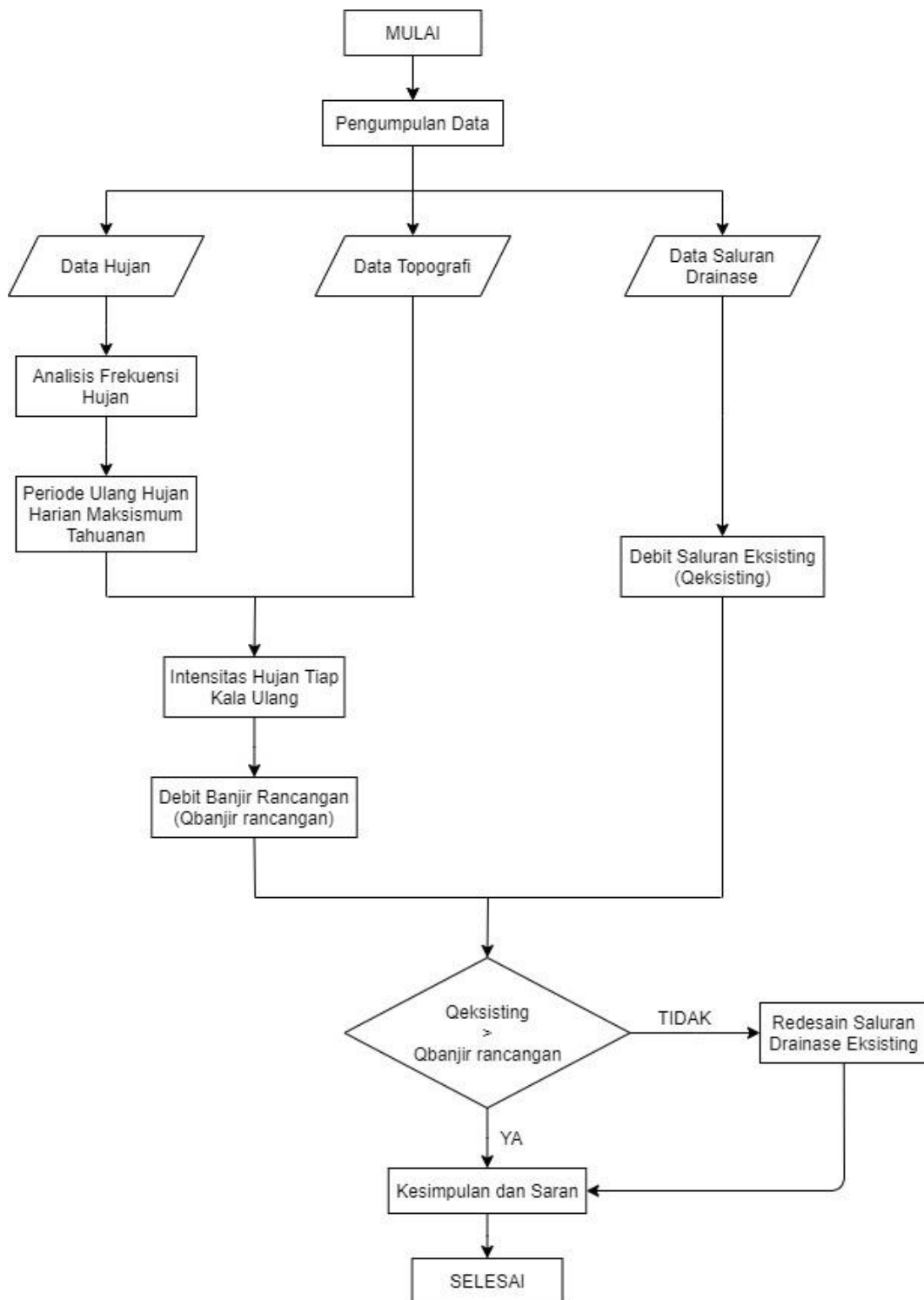
Untuk mengetahui besarnya debit tampungan yang mampu ditampung oleh saluran dengan dimensi yang sudah ada (eksisting), maka perlu dilakukan evaluasi terhadap saluran tersebut. Apabila kapasitas tampung saluran drainase yang sudah ada lebih besar dari debit banjir rancangan ($Q_{\text{eksisting}} > Q_{\text{banjir rancangan}}$), maka saluran tersebut aman dan dapat berfungsi secara normal. Apabila kapasitas tampung saluran drainase yang sudah ada lebih kecil dari debit banjir rancangan ($Q_{\text{eksisting}} < Q_{\text{banjir rancangan}}$), maka perlu dilakukannya perencanaan ulang terhadap saluran drainase tersebut.

4.4.6 Perancangan Ulang Saluran Drainase

Untuk melakukan perencanaan ulang saluran drainase, maka perlu menghitung besar debit banjir rancangan dengan menggunakan data hujan dan perhitungan debit limpasan dengan menggunakan kala ulang 10 tahun. Dari perhitungan yang telah dilakukan akan memperoleh saluran dengan kapasitas tampungan yang paling optimal.

4.5 Bagan Alir Tugas Akhir

Bagan alir yang tepat sangat mempengaruhi proses jalannya penelitian sehingga hasil yang diperoleh bersifat ilmiah. Bagan alir yang dikerjakan haruslah sesuai dengan metode analisis serta data pendukung dalam penelitian yang akan digunakan harus lengkap semua. Berikut bagan alir analisis perencanaan yang disajikan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Bagan Alir Analisis Perancangan Saluran Drainase

BAB V

ANALISIS, PERENCANAAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Hujan Harian

Penelitian ini menggunakan data hujan harian selama 20 tahun yang diperoleh dari stasiun BMKG Batam dari tahun 1995-2014. Karena hanya menggunakan satu stasiun hujan, maka pada penelitian ini tidak melakukan perhitungan hujan rerata kawasan. Data hujan yang digunakan merupakan data hujan harian maksimal pada tahun tersebut dengan asumsi nilai-nilai dari data yang terukur lebih besar dari nilai-nilai data yang tidak terukur. Data hujan harian maksimum dapat dilihat pada Tabel 5.1 sebagai berikut.

Tabel 5.1 Data Hujan Harian Maksimal Tahun 1995 Sampai 2014

Tahun	Hujan (mm)	Tanggal
1995	230,7	4 Februari
1996	84,1	2 Februari
1997	80,3	3 Desember
1998	148,2	8 Januari
1999	98,7	29 Agustus
2000	141,7	1 Oktober
2001	127,4	15 Januari
2002	228	15 Desember
2003	254,3	31 Januari
2004	239	24 Januari
2005	145,8	2 Januari
2006	246,3	8 Januari
2007	209	5 Desember
2008	117,4	23 Desember
2009	99,3	9 Maret

Lanjutan Tabel 5.1

Tahun	Hujan (mm)	Tanggal
2010	94,1	27 September
2011	279,5	30 Januari
2012	77,6	13 Maret
2013	64,5	27 November
2014	116,7	19 Desember

5.2 Menentukan Jenis Distribusi

Analisis distribusi hujan digunakan untuk mencari probabilitas besaran hujan yang akan terjadi di masa mendatang yang didasari dari data hujan yang telah lalu. Dalam hal ini, sifat statistik data hujan mendatang dengan sifat statistik data hujan masa lalu dianggap akan tetap sama. Ada beberapa jenis sebaran yaitu distribusi Normal, distribusi Log Normal, distribusi Gumbel, dan distribusi Log Pearson III. Jenis distribusi yang akan digunakan dipilih dengan mencocokkan parameter statistik dengan syarat dari tiap jenis distribusi.

Untuk mengetahui jenis distribusi yang akan digunakan, data hujan yang telah diperoleh sebelumnya diolah secara statistik kedalam beberapa parameter statistik. Parameter statistik yang digunakan tersebut meliputi nilai rata-rata (\bar{x}), standar deviasi (S), koefisien variasi (Cv), dan koefisien kemencengan (Cs), dan koefisien kurtosis (Ck). Berikut perhitungan nilai parameter statistik yang ditunjukkan dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Perhitungan Nilai Parameter Statistik Hujan

Tahun	Hujan (X)	$(X-\bar{X})$	$(X-\bar{X})^2$	$(X-\bar{X})^3$	$(X-\bar{X})^4$
1995	230,7	76,57	5862,96	448927,22	34374357,42
1996	84,1	-70,03	4904,20	-343441,19	24051186,47
1997	80,3	-73,83	5450,87	-402437,65	29711971,76
1998	148,2	-5,93	35,16	-208,53	1236,57
1999	98,7	-55,43	3072,48	-170307,84	9440163,46
2000	141,7	-12,43	154,50	-1920,50	23871,76

Lanjutan Tabel 5.2

Tahun	Hujan (X)	(X- \bar{X})	(X- \bar{X}) ²	(X- \bar{X}) ³	(X- \bar{X}) ⁴
2001	127,4	-26,73	714,49	-19098,40	510500,10
2002	228	73,87	5456,78	403092,11	29776414,14
2003	254,3	100,17	10034,03	1005108,67	100681735,97
2004	239	84,87	7202,92	611311,56	51882011,87
2005	145,8	-8,33	69,39	-578,01	4814,82
2006	246,3	92,17	8495,31	783012,62	72170273,31
2007	209	54,87	3010,72	165198,04	9064416,25
2008	117,4	-36,73	1349,09	-49552,18	1820051,65
2009	99,3	-54,83	3006,33	-164837,01	9038013,45
2010	94,1	-60,03	3603,60	-216324,16	12985939,45
2011	279,5	125,37	15717,64	1970520,14	247044109,72
2012	77,6	-76,53	5856,84	-448224,03	34302585,33
2013	64,5	-89,63	8033,54	-720045,91	64537715,12
2014	116,7	-37,43	1401,00	-52439,61	1962814,73
TOTAL	3082,6	0.00	93431,86	2797755,34	733384183,35

Diperoleh nilai parameter statistik sebagai berikut.

1. rerata (\bar{X}) = $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = 154,13$
2. Standar Deviasi (S) = $\sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = 70,125$
3. Koefisien Variasi (Cv) = $\frac{S}{\bar{x}} = 0,455$
4. Koefisien Asimetri (Cs) = $\frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum_{i=1}^n (x - \bar{X})^3 = 0,475$
5. Koefisien Kurtosis (Ck) = $\frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 = 2,087$

Setelah memperoleh nilai parameter statistik, langkah selanjutnya ialah mencocokkan nilai parameter tersebut dengan syarat-syarat yang sesuai dengan tiap jenis distribusi. Parameter statistik yang telah dicocokkan dengan syarat tiap distribusi sebaran dapat dilihat pada Tabel 5.3 sebagai berikut.

Tabel 5.3 Syarat Menentukan Jenis Distribusi Sebaran

Distribusi	Persyaratan	Hitungan
Normal	$(\bar{X} \pm S) = 68,27\%$	55%
	$(\bar{X} \pm 2S) = 95,44\%$	100%
	$C_s \approx 0$	0,475
	$C_k \approx 3$	2,087
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$	1,459
	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	7,009
Gumbel	$C_s = 1,14$	0,475
	$C_k = 5,4$	2,087
Log Pearson III	Selain dari nilai diatas	

Berdasarkan tabel diatas maka jenis distribusi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu distribusi Log Pearson III.

5.3 Distribusi Log Pearson III

Distribusi Log Pearson III merupakan tipe distribusi dari hasil transformasi distribusi Pearson III dengan transformasi variat menjadi nilai logaritmik. Perhitungan dengan menggunakan metode distribusi Log Pearson III dapat dilihat pada Tabel 5.4 sebagai berikut.

Tabel 5.4 Perhitungan dengan Metode Log Pearson III

Tahun	Hujan (X)	$Y = \log(X)$	$(y - \bar{y})$	$(y - \bar{y})^2$	$(y - \bar{y})^3$	$(y - \bar{y})^4$
1995	230,7	2,363	0,219	0,0479	0,0105	0,0023
1996	84,1	1,925	-0,219	0,0481	-0,0106	0,0023
1997	80,3	1,905	-0,240	0,0574	-0,0137	0,0033

Lanjutan Tabel 5.4

Tahun	Hujan (X)	Y = log(X)	(y - \bar{y})	(y - \bar{y}) ²	(y - \bar{y}) ³	(y - \bar{y}) ⁴
1998	148,2	2,171	0,027	0,0007	0,0000	0,0000
1999	98,7	1,994	-0,150	0,0225	-0,0034	0,0005
2000	141,7	2,151	0,007	0,0001	0,0000	0,0000
2001	127,4	2,105	-0,039	0,0015	-0,0001	0,0000
2002	228	2,358	0,214	0,0457	0,0098	0,0021
2003	254,3	2,405	0,261	0,0682	0,0178	0,0046
2004	239	2,378	0,234	0,0548	0,0128	0,0030
2005	145,8	2,164	0,020	0,0004	0,0000	0,0000
2006	246,3	2,391	0,247	0,0611	0,0151	0,0037
2007	209	2,320	0,176	0,0310	0,0054	0,0010
2008	117,4	2,070	-0,075	0,0056	-0,0004	0,0000
2009	99,3	1,997	-0,147	0,0217	-0,0032	0,0005
2010	94,1	1,974	-0,171	0,0291	-0,0050	0,0008
2011	279,5	2,446	0,302	0,0913	0,0276	0,0083
2012	77,6	1,890	-0,254	0,0647	-0,0165	0,0042
2013	64,5	1,810	-0,335	0,1120	-0,0375	0,0125
2014	116,7	2,067	-0,077	0,0060	-0,0005	0,0000
TOTAL	3082,6	42,8844	0,0000	0,7696	0,0084	0,0493

Menggunakan rumus yang sama dengan rumus yang digunakan pada perhitungan parameter statistik sebelumnya, maka diperoleh nilai-nilai sebagai berikut.

1. rerata (\bar{X}) = 2,144
2. Standar Deviasi (S) = 0,201
3. Koefisien Variasi (Cv) = 0,094
4. Koefisien Asimetri (Cs) = 0,060
5. Koefisien Kurtosis (Ck) = 2,067

5.4 Hujan Rancangan

Mencari nilai hujan rancangan dengan kala ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun. Karena kota Batam memiliki penduduk lebih dari 1 juta jiwa, batam termasuk dalam kota metropolitan, sehingga berdasarkan tipologi kota menggunakan kala ulang 10 tahun. Untuk mencari nilai hujan rancangan tersebut digunakan persamaan berikut.

$$Y_T = \bar{Y} + K_T \cdot S$$

Nilai K_T didapat berdasarkan nilai koefisien asimetris (C_s). Nilai C_s yang diperoleh sebesar $C_s = 0,060$, nilai tersebut berada diantara 0,0 dan 0,1 sehingga perlu dilakukan interpolasi sebagai berikut.

Tabel 5.5 Nilai K_T untuk Distribusi Log Pearson III (Kemencengan Positif)

Cs or Cw	Periode Ulang		
	2	5	10
0,1	-0,017	0,836	1,292
0	0	0,842	1,282

$$K_{2\text{tahun}} = 0 + \frac{0,060 - 0}{0,1} (-0,017 - 0) = -0,0102$$

Nilai hujan rancangan 2 tahun sebagai berikut:

$$Y_{2\text{tahun}} = 2,144 + (-0,0102 \times 0,201) = 2,142$$

$$P = \text{anti log } (2,142) = 138,72$$

Hujan rancangan dengan kala ulang 5 tahun dan 10 tahun dicari dengan cara yang sama dengan hujan rancangan kala ulang 2 tahun. Nilai hujan rancangan kala ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun dapat dilihat pada tabel 5.6 sebagai berikut.

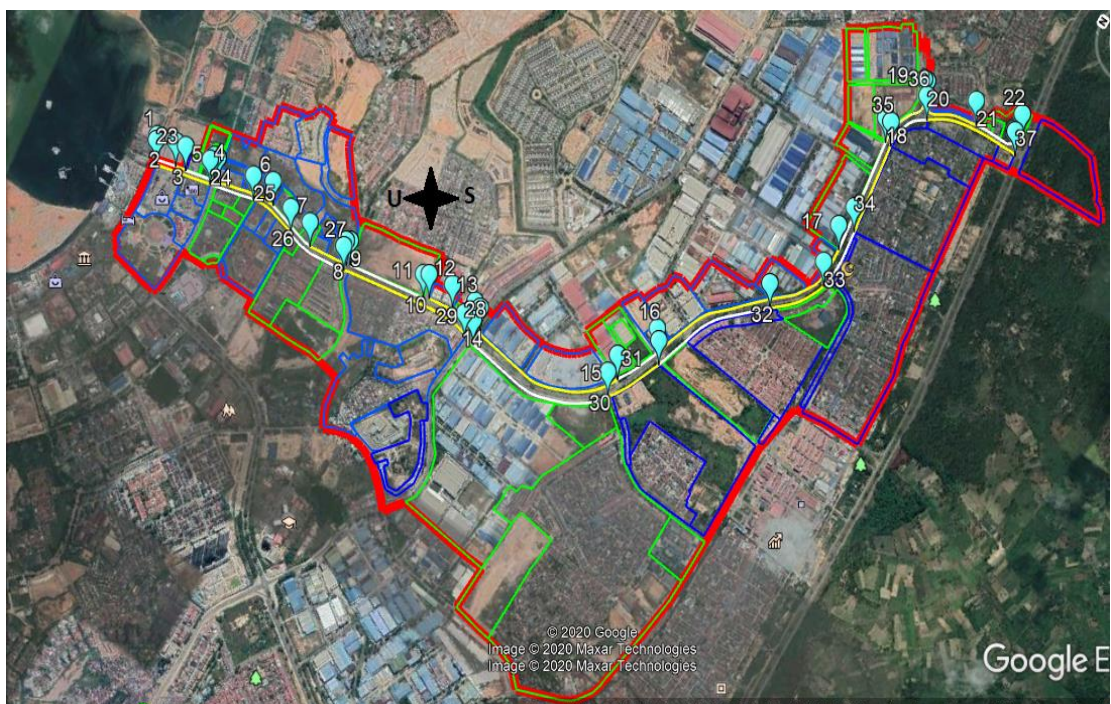
Tabel 5.6 Hujan Rancangan Kala Ulang

Tahun	\bar{Y}	K	Y_n	P (mm)
2	2,1442	-0,01019	2,142149	138,7231
5	2,1442	0,838403	2,312939	205,5601
10	2,1442	1,287995	2,403425	253,1773

5.5 Koefisien Limpasan Permukaan

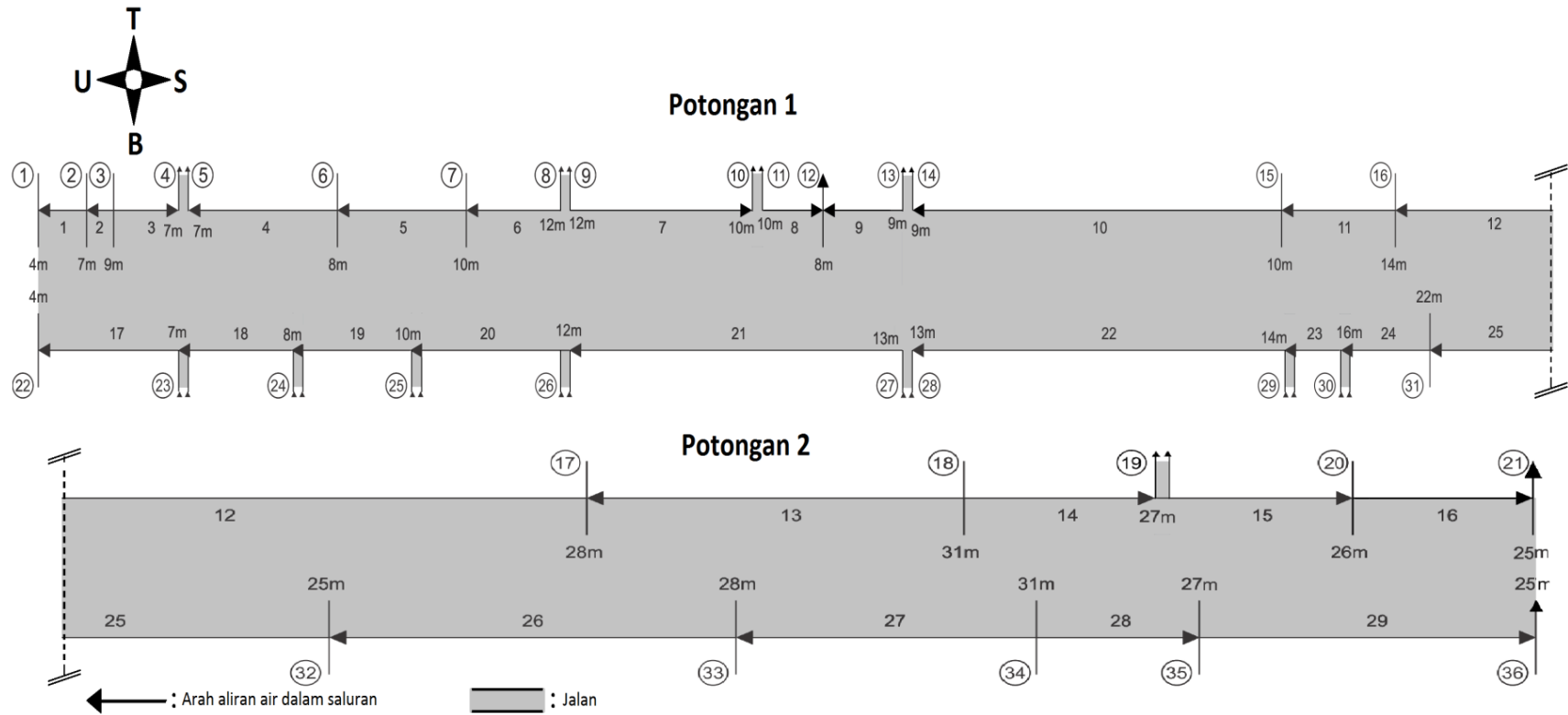
Air hujan yang turun ke permukaan bumi ada yang langsung meresap kedalam tanah dan ada pula yang tertahan di permukaan tanah dan mengalir di permukaan tanah dari permukaan yang tinggi ke permukaan yang rendah. Koefisien limpasan permukaan ini merupakan nilai yang menunjukkan fungsi dari

tata guna lahan suatu kawasan. Untuk memperoleh nilai koefisien limpasan maka harus mengetahui luasan serta tata guna lahan kawasan tersebut. Karena dalam suatu wilayah pengaliran atau daerah pelayanan terdiri dari beberapa tipe kondisi permukaan yang mempunyai nilai koefisien yang berbeda-beda maka nilai koefisien yang digunakan yaitu nilai koefisien rata-rata. Kondisi wilayah dan skema layanan saluran drainase pada jalan Raja Isa kecamatan Batam Kota, kota Batam dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2 berikut.



**Gambar 5.1 Kondisi Wilayah Saluran Drainase pada Jalan Raja Isa,
kecamatan Batam Kota, Kota Batam**

(Sumber: Google Earth)



Gambar 5.2 Skema Layanan Saluran Drainase pada Jalan Raja Isa, Kecamatan Batam Kota, Kota Batam

Dari gambar skema layanan diatas dapat dilihat bahwa beberapa saluran drainase saling terhubung karena memiliki arah aliran yang sama. Berdasarkan arah alirannya tersebut, maka tiap saluran drainase dikelompokkan sesuai arah alirannya yang membuat saluran drainase tersebut saling terhubung. Pengelompokan ini akan mempengaruhi dalam perhitungan koefisien limpasan permukaan serta perhitungan waktu konsentrasi tiap saluran. Berikut pengelompokan saluran drainase sesuai arah alirannya yang saling terhubung.

- Kelompok 1 : saluran 2, ke saluran 1
- Kelompok 2 : saluran 3
- Kelompok 3 : saluran 6, ke saluran 5, ke saluran 4
- Kelompok 4 : saluran 7
- Kelompok 5 : saluran 8
- Kelompok 6 : saluran 9
- Kelompok 7 : saluran 13, ke saluran 12, ke saluran 11, ke saluran 10
- Kelompok 8 : saluran 14, ke saluran 15, ke saluran 16
- Kelompok 9 : saluran 21, ke saluran 20, ke saluran 19, ke saluran 18,
ke saluran 17
- Kelompok 10 : saluran 27, ke saluran 26, ke saluran 25, ke saluran 24,
ke saluran 23, ke saluran 22
- Kelompok 11 : saluran 28, ke saluran 29

Tiap-tiap saluran drainase melayani wilayah dengan kondisi tata guna lahan yang beragam. Untuk menghitung nilai koefisien limpasan permukaan menggunakan persamaan (3.21) berikut.

$$C_6 = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$C_6 = \frac{0,872}{2,168}$$

$$C_6 = 0,40$$

Pada kondisi yang ada di lapangan, saluran- saluran tersebut saling terhubung. Seperti saluran 5 yang mendapat aliran dari saluran 6, serta saluran 4 mendapat aliran dari saluran 5 dan saluran 6. Cara menghitung nilai koefisien limpasan permukaan saluran 4 dan nilai koefisien saluran 5 adalah sebagai berikut.

$$C_5 = \frac{1,225 + 0,872}{2,293 + 2,168}$$

$$C_5 = 0,47$$

$$C_4 = \frac{1,037 + 1,225 + 0,872}{2,737 + 2,293 + 2,168}$$

$$C_4 = 0,44$$

Untuk keseluruhan perhitungan koefisien limpasan permukaan tiap saluran dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut.

Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Koefisien Limpasan

Kel	Saluran	Tata Guna Lahan	Luas (ha)	C	(AxC)	C Kawasan	
1	2	Lahan Kosong	0,1	0,15	0,015	0,381	
		Jalan	0,055	0,8	0,044		
		Total	0,155		0,059		
	1	Jalan	0,099	0,80	0,0792	0,54	
		Total	0,099		0,0792		
2	3	Gedung Kantor	0,57	0,50	0,285	0,33	
		Lahan Kosong	1,53	0,15	0,2295		
		Daerah Industri	0,32	0,70	0,224		
		Jalan	0,154	0,80	0,1232		
		Total	2,574		0,8617		
3	6	Gedung Kantor	0,39	0,50	0,195	0,40	
		Lahan Kosong	0,54	0,15	0,081		
		Gedung Kantor	0,22	0,50	0,11		
		Pemukiman	0,22	0,40	0,088		
		Pemukiman	0,6	0,40	0,24		
		Jalan	0,198	0,80	0,1584		
		Total	2,168		0,8724		
	5	5	Gedung Kantor	1,52	0,50	0,76	0,47
			Jalan	0,263	0,80	0,2104	
			SPBU	0,51	0,50	0,255	
			Total	2,293		1,2254	
	4	4	Gedung Kantor	0,68	0,50	0,34	0,44
			Lahan Kosong	0,57	0,15	0,0855	
			Gedung Kantor	0,56	0,50	0,28	
			Jalan	0,297	0,80	0,2376	
			Lahan Kosong	0,63	0,15	0,0945	
			Total	2,737		1,0376	
4	7	Lahan Kosong	6,79	0,15	1,0185	0,19	
		Jalan	0,396	0,80	0,3168		
		Total	7,186		1,3353		
5	8	Ruko	0,8	0,50	0,4	0,54	
		Jalan	0,128	0,80	0,1024		
		Total	0,928		0,5024		
6	9	Ruko	0,68	0,50	0,34	0,55	
		Jalan	0,138	0,80	0,1104		
		Total	0,818		0,4504		

Lanjutan Tabel 5.7

Kel	Saluran	Tata Guna Lahan	Luas (ha)	C	(AxC)	C Kawasan
7	13	Daerah Industri	5,39	0,70	3,773	0,71
		Jalan	0,54	0,80	0,432	
		Daerah Industri	2,15	0,70	1,505	
		Total	8,08		5,71	
	12	Daerah Industri	0,74	0,70	0,518	0,67
		Jalan	1,067	0,80	0,8536	
		Lahan Kosong	1,36	0,15	0,204	
		Daerah Industri	3,89	0,70	2,723	
		Daerah Industri	3,84	0,70	2,688	
		Daerah Industri	2,1	0,70	1,47	
		Taman	0,2	0,30	0,06	
		Total	13,777		8,9226	
	11	Daerah Industri	2,1	0,70	1,47	0,65
		Jalan	0,232	0,80	0,1856	
		Daerah Industri	0,61	0,70	0,427	
		Lahan Kosong	1,4	0,15	0,21	
Total		4,342		2,2926		
10	Daerah Industri	3,3	0,70	2,31	0,66	
	Jalan	0,792	0,80	0,6336		
	Daerah Industri	4,68	0,70	3,276		
	Total	8,772		6,2196		
8	14	Ruko	3,26	0,50	1,63	0,48
		Lahan Kosong	2,12	0,15	0,318	
		Jalan	0,274	0,80	0,2192	
		Ruko	4,59	0,50	2,295	
		Daerah Industri	1,86	0,70	1,302	
		Total	12,104		5,76	
	15	Jalan	0,293	0,80	0,2344	0,48
		Taman	0,24	0,30	0,072	
		Taman	0,0222	0,30	0,00666	
		Total	0,56		0,31	
	16	Lapangan Parkir	0,15	0,60	0,09	0,45
		Jalan	0,257	0,80	0,2056	
		Ruko	0,12	0,50	0,06	
		SPBU	0,3	0,50	0,15	
		Hutan	1,65	0,15	0,2475	
		Total	2,477		0,75	

Lanjutan Tabel 5.7

Kel	Saluran	Tata Guna Lahan	Luas (ha)	C	(AxC)	C Kawasan
9	21	Pemukiman	8,98	0,40	3,592	0,35
		Jalan	0,693	0,80	0,5544	
		Lahan Kosong	4,1	0,15	0,615	
		Pemukiman	8,91	0,40	3,564	
		Lahan Kosong	4,46	0,15	0,669	
		Gedung Kantor	3,22	0,50	1,61	
		Ruko	0,98	0,50	0,49	
		Total	31,343		11,0944	
	20	Jalan	0,325	0,80	0,26	0,35
		Gedung Kantor	0,3	0,50	0,15	
		Pemukiman	5,32	0,40	2,128	
		Pemukiman	3,8	0,40	1,52	
		Lahan Kosong	3,85	0,15	0,5775	
		Total	13,595		4,6355	
	19	Gedung Kantor	0,78	0,50	0,39	0,37
		Jalan	0,242	0,80	0,1936	
		Gedung Kantor	0,62	0,50	0,31	
		Gedung Kantor	0,96	0,50	0,48	
		Asrama Haji	4,31	0,50	2,155	
		Taman	0,18	0,30	0,054	
		Total	7,092		3,5826	
	18	Gedung Kantor	0,65	0,50	0,325	0,38
		Taman	0,34	0,30	0,102	
		Gedung Kantor	0,47	0,50	0,235	
		Jalan	0,231	0,80	0,1848	
		Gedung Kantor	0,46	0,50	0,23	
		Taman	0,18	0,30	0,054	
		Gedung Kantor	2,63	0,50	1,315	
Total		4,961		2,4458		

Lanjutan Tabel 5.7

Kel	Saluran	Tata Guna Lahan	Luas (ha)	C	(AxC)	C Kawasan
9	17	Gedung Kantor	1,16	0,50	0,58	0,41
		Mall	2,68	0,50	1,34	
		Jalan	0,286	0,80	0,2288	
		Gedung Kantor	1,1	0,50	0,55	
		Gedung Kantor	1,1	0,50	0,55	
		Alun-alun	5,95	0,60	3,57	
		Total	12,276		6,8188	
10	27	Pemukiman	15,6	0,40	6,24	0,41
		Jalan	0,43	0,80	0,344	
		Total	16,03		6,584	
	26	Ruko	1,57	0,50	0,785	0,41
		Pemukiman	23,9	0,40	9,56	
		Jalan	0,292	0,80	0,2336	
		Total	25,762		10,5786	
	25	Ruko	1,11	0,50	0,555	0,40
		Jalan	0,292	0,80	0,2336	
		Lahan Kosong	3,1	0,15	0,465	
		Total	4,502		1,2536	
	24	Lahan Kosong	7,22	0,15	1,083	0,38
		Ruko	0,39	0,50	0,195	
		Pemukiman	13,2	0,40	5,28	
		Ruko	1,61	0,50	0,805	
		Jalan	0,627	0,80	0,5016	
		Total	23,047		7,8646	
	23	Lahan Kosong	17	0,15	2,55	0,34
		Pemukiman	8	0,40	3,2	
		Ruko	0,4	0,50	0,2	
		Jalan	0,297	0,80	0,2376	
		Total	25,697		6,1876	
	22	Daerah Industri	34,8	0,70	24,36	0,41
		Pemukiman	57,6	0,40	23,04	
		Ruko	3,54	0,50	1,77	
		Jalan	0,759	0,80	0,6072	
		Lahan Kosong	3,76	0,15	0,564	
Lahan Kosong		9,1	0,15	1,365		
Total		109,559		51,7062		

Lanjutan Tabel 5.7

Kel	Saluran	Tata Guna Lahan	Luas (ha)	C	(AxC)	C Kawasan
11	28	Pemukiman	4,74	0,40	1,896	0,42
		Jalan	0,234	0,80	0,1872	
		Total	4,974		2,0832	
	29	Hutan	7,98	0,15	1,197	0,30
		Ruko	2,58	0,50	1,29	
		Lahan Kosong	0,58	0,15	0,087	
		Jalan	0,482	0,80	0,3856	
		Total	11,622		2,9596	

5.6 Kemiringan Saluran (*Slope*)

Hasil perhitungan nilai *slope* yang telah diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut.

Tabel 5.8 Kemiringan Saluran

Kel	Saluran	Titik		Ld (m)	Elevasi (mdpl)		Sf
		dari	ke		Awal	Akhir	
1	2	3	2	50	9	7	0,040
	1	2	1	90	7	4	0,033
2	3	3	4	140	9	7	0,014
3	6	8	7	180	12	10	0,011
	5	7	6	239	10	8	0,008
	4	6	5	270	8	7	0,004
4	7	9	10	360	12	10	0,006
5	8	11	12	116	10	8	0,017
6	9	13	12	125	9	8	0,008
7	13	18	17	491	31	28	0,006
	12	17	16	970	28	14	0,014
	11	16	15	211	14	10	0,019
	10	15	14	720	10	9	0,001
8	14	18	19	249	31	27	0,016
	15	19	20	253	27	26	0,004
	16	20	21	234	26	25	0,004
9	21	27	26	630	13	12	0,002
	20	26	25	295	12	10	0,007
	19	25	24	220	10	8	0,009
	18	24	23	210	8	7	0,005
	17	23	22	260	7	4	0,012

Lanjutan Tabel 5.8

Kel	Saluran	Titik		Ld (m)	Elevasi (mdpl)		Sf
		dari	ke		Awal	Akhir	
10	27	34	33	391	31	28	0,008
	26	33	32	265	28	25	0,011
	25	32	31	265	25	22	0,011
	24	31	30	570	22	16	0,011
	23	30	29	270	16	14	0,007
	22	29	28	690	14	13	0,001
11	28	34	35	213	31	27	0,019
	29	35	36	438	27	25	0,005

5.7 Dimensi Saluran Eksisting

Data dari dimensi saluran eksisting diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan. Data dimensi saluran eksisting dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.9 Dimensi Saluran Eksisting

Kel	Saluran	bentuk saluran	B (m)	T (m)	H (m)	m	A (m ²)	P (m)	R (m)
1	2	Persegi	0,4	-	0,4	-	0,160	1,200	0,133
	1	Persegi	0,6	-	0,6	-	0,360	1,800	0,200
2	3	Persegi	0,9	-	0,9	-	0,810	2,700	0,300
3	6	Persegi panjang	0,4	-	0,6	-	0,240	1,600	0,150
	5	Persegi	0,4	-	0,4	-	0,160	1,200	0,133
	4	Persegi	0,6	-	0,6	-	0,360	1,800	0,200
4	7	Persegi panjang	0,4	-	0,6	-	0,240	1,600	0,150
5	8	Persegi panjang	4	-	2	-	8,000	8,000	1,000
6	9	Persegi panjang	0,4	-	0,6	-	0,240	1,600	0,150
7	13	Segitiga		0,9	0,5	0,9	0,225	1,345	0,167
	12	Persegi	1	-	1	-	1,000	3,000	0,333
	11	Persegi panjang	2,5	-	2	-	5,000	6,500	0,769
	10	Persegi panjang	5	-	3,5	-	17,500	12,000	1,458
8	14	Segitiga		0,9	0,5	0,9	0,225	1,345	0,167
	15	Persegi	0,9	-	0,9	-	0,810	2,700	0,300
	16	Persegi	0,4	-	0,4	-	0,160	1,200	0,133
9	21	Parabola		0,8	0,9	-	0,360	3,500	0,103
	20	Persegi panjang	0,96	-	1,5	-	1,440	3,960	0,364
	19	Trapesium	0,55	0,85	0,85	0,176	0,595	2,285	0,260
	18	Parabola		0,8	0,9	-	0,360	3,500	0,103
	17	Persegi panjang	0,96	-	1,5	-	1,440	3,960	0,364

Lanjutan Tabel 5.9

Kel	Saluran	bentuk saluran	B (m)	T (m)	H (m)	m	A (m ²)	P (m)	R (m)
10	27	Segitiga	-	0,9	0,5	0,9	0,225	1,345	0,167
	26	Segitiga	-	0,9	0,5	0,9	0,225	1,345	0,167
	25	Persegi	1	-	1	-	1,000	3,000	0,333
	24	Persegi	1,5	-	1,5	-	2,250	4,500	0,500
	23	Persegi panjang	2	-	1,5	-	3,000	5,000	0,600
	22	Trapesium	2,6	3	1,5	0,133	4,200	5,650	0,743
11	28	Persegi	0,6	-	0,6	-	0,360	1,800	0,200
	29	Persegi	0,6	-	0,6	-	0,360	1,800	0,200

5.8 Debit Banjir Rancangan

Untuk menghitung debit banjir rancangan dengan metode rasional menggunakan persamaan (3.23) berikut.

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Nilai yang belum diketahui yaitu nilai dari intensitas hujan (I), sedangkan nilai A dan nilai C sudah diketahui dan dapat dilihat pada Tabel 5.8 perhitungan yang akan dilakukan yaitu perhitungan pada saluran 4, saluran 5 dan saluran 6. Karena sesuai arah aliran, air mengalir dari saluran 6 menuju ke saluran 4, maka perhitungan dilakukan dari saluran 6. Berikut proses perhitungan hingga memperoleh nilai debit banjir pada tiap-tiap saluran.

1. Mencari nilai kecepatan aliran (V) dengan menggunakan persamaan *mannig* (3.24).

$$V_6 = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$V_6 = \frac{1}{0,013} \times 0,150^{\frac{2}{3}} \times 0,011^{\frac{1}{2}}$$

$$V_6 = 2,289 \text{ m/s}$$

$$V_5 = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$V_5 = \frac{1}{0,013} \times 0,133^{\frac{2}{3}} \times 0,008^{\frac{1}{2}}$$

$$V_5 = 1,837 \text{ m/s}$$

$$V_4 = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$V_4 = \frac{1}{0,013} \times 0,200^{\frac{2}{3}} \times 0,004^{\frac{1}{2}}$$

$$V_4 = 1,601 \text{ m/s}$$

2. Mencari nilai waktu konsentrasi (t_c) dengan menggunakan metode ARR, dengan menggunakan persamaan (3.21). serta mencari nilai *conduit time* (t_d) dengan menggunakan persamaan (3.19)

$$t_{c6} = 0,76A^{0,38}$$

$$t_{c6} = (0,76 \times 0,02168^{0,38} \times 60)$$

$$t_{c6} = 10,6333 \text{ menit}$$

Dikarenakan saluran 5 mendapat aliran dari saluran 6 begitu juga saluran 4 mendapat aliran dari saluran 5 dan saluran 6, maka untuk nilai t_{c5} dan t_{c4} yang akan digunakan merupakan nilai t_{c5} dan t_{c4} terbesar dari perbandingan beberapa nilai t_c . Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada penyelesaian berikut.

$$t_{d6} = \frac{L_6}{60V_6}$$

$$t_{d6} = \frac{180}{60 \times 2,289}$$

$$t_{d6} = 1,3106 \text{ menit}$$

$$t_{d5} = \frac{L_5}{60V_5}$$

$$t_{d5} = \frac{239}{60 \times 1,837}$$

$$t_{d5} = 2,1689 \text{ menit}$$

$$t_{c5} = 0,76A^{0,38}$$

$$t_{c5} = (0,76 \times 0,02293^{0,38} \times 60)$$

$$t_{c5} = 10,8622 \text{ menit}$$

$$t_{c5} = t_{c6} + t_{d5} =$$

$$t_{c5} = 10,6333 + 2,1689$$

$$t_{c5} = 12,8022 \text{ menit}$$

Nilai waktu konsentrasi yang digunakan yaitu $t_{c5} = 12,8022$ menit

$$t_{d4} = \frac{L_4}{60V_4}$$

$$t_{d4} = \frac{270}{60 \times 1,601}$$

$$t_{d4} = 2,8107 \text{ menit}$$

$$t_{c4} = 0,76A^{0,38}$$

$$t_{c4} = (0,76 \times 0,02737^{0,38} \times 60)$$

$$t_{c4} = 11,6179 \text{ menit}$$

$$t_{c4} = t_{c5} + t_{d4}$$

$$t_{c4} = 10,8622 + 2,8107$$

$$t_{c4} = 13,6729 \text{ menit}$$

$$t_{c4} = t_{c6} + t_{d5} + t_{d4}$$

$$t_{c4} = 10,6333 + 2,1689 + 2,8107$$

$$t_{c4} = 15,6129 \text{ menit}$$

Nilai waktu konsentrasi yang digunakan yaitu $t_{c4} = 15,6129$ menit

Untuk keseluruhan perhitungan kecepatan aliran (V) dan waktu konsentrasi (t_c) tiap saluran dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.10 Hasil Perhitungan Kecepatan Aliran (V) dan Waktu Konsentrasi (t_c)

Kel	Saluran	A (km ²)	L (m)	v (m/s)	t_c (Menit)
1	2	0,00155	50	4,015	3,902
	1	0,00099	90	4,803	4,214
2	3	0,02574	140	4,120	11,350
3	6	0,02168	180	2,289	10,633
	5	0,02293	239	1,837	12,802
	4	0,02737	270	1,601	15,613
4	7	0,07186	360	1,619	16,766
5	8	0,00928	116	10,100	7,703
6	9	0,00818	125	1,942	7,342
7	13	0,08080	491	1,825	17,530
	12	0,13777	970	4,443	21,471
	11	0,04342	211	3,853	22,383
	10	0,08772	720	1,598	29,895
8	14	0,12104	249	2,959	20,440
	15	0,00555	253	2,167	22,385
	16	0,02477	234	1,312	25,357
9	21	0,31343	630	0,673	29,343
	20	0,13595	295	3,227	30,866
	19	0,07092	220	2,991	32,092
	18	0,04961	210	1,165	35,096
	17	0,12276	260	4,210	36,125
10	27	0,16030	391	2,045	22,743
	26	0,25762	265	2,484	27,236
	25	0,04502	265	3,935	28,358
	24	0,23047	570	4,972	30,269
	23	0,25697	270	4,710	31,224
	22	1,09559	690	2,403	47,210
11	28	0,04974	213	3,605	14,579
	29	0,11622	438	1,778	20,127

3. Mencari nilai intensitas hujan rancangan (I) kala ulang 2 tahun dengan menggunakan persamaan (3.16).

$$I_4 = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I_4 = \frac{138,723}{24} \left(\frac{24}{\frac{15,613}{60}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I_4 = 117,993 \text{ mm/jam}$$

$$I_5 = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I_5 = \frac{138,723}{24} \left(\frac{24}{\frac{12,802}{60}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I_5 = 134,686 \text{ mm/jam}$$

$$I_6 = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I_6 = \frac{138,723}{24} \left(\frac{24}{\frac{10,633}{60}} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$I_6 = 152,429 \text{ mm/jam}$$

Untuk mencari intensitas hujan rancangan kala ulang 5 tahun dan 10 tahun menggunakan cara yang sama dengan cara diatas, dengan mengganti nilai R sesuai dengan nilai hujan rancangan 5 tahun dan 10 tahun. Untuk hasil lebih jelasnya akan dipaparkan pada Tabel 5.11.

4. Terakhir mencari nilai debit banjir rancangan ($Q_{\text{banjir rancangan}}$) kala ulang 2 tahun dengan menggunakan persamaan (3.23).

$$Q_4 = 0,278 \times C_4 \times I_4 \times A_4$$

$$Q_4 = 0,278 \times 0,436 \times 117,993 \times 0,07198$$

$$Q_4 = 1.028 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_5 = 0,278 \times C_5 \times I_5 \times A_5$$

$$Q_5 = 0,278 \times 0,470 \times 134,686 \times 0,04461$$

$$Q_5 = 0,785 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_6 = 0,278 \times C_6 \times I_6 \times A_6$$

$$Q_6 = 0,278 \times 0,402 \times 152,429 \times 0,02168$$

$$Q_6 = 0,370 \text{ m}^3/\text{det}$$

Untuk mencari debit banjir rancangan kala ulang 5 tahun dan 10 tahun menggunakan cara yang sama dengan cara diatas, dengan mengganti nilai I sesuai dengan nilai intensitas hujan rancangan 5 tahun dan 10 tahun. Untuk mengetahui hasil keseluruhan lebih jelasnya dapat di lihat pada Tabel 5.11 berikut.

Tabel 5.11 Hasil Perhitungan Debit Banjir Rancangan

Kel	Saluran	Intensitas (mm/jam)			Qbanjir (m3/det)		
		2 tahun	5 Tahun	10 Tahun	2 tahun	5 Tahun	10 Tahun
1	2	297,385	440,665	542,744	0,049	0,072	0,089
	1	282,505	418,617	515,588	0,109	0,161	0,198
2	3	145,943	216,258	266,353	0,350	0,518	0,638
3	6	152,429	225,870	278,191	0,370	0,548	0,675
	5	134,686	199,578	245,809	0,785	1,164	1,434
	4	117,993	174,842	215,344	1,028	1,524	1,877
4	7	112,519	166,731	205,353	0,418	0,619	0,762
5	8	188,983	280,036	344,905	0,264	0,391	0,482
6	9	195,122	289,131	356,108	0,244	0,362	0,446

Lanjutan Tabel 5.11

Kel	Saluran	Intensitas (mm/jam)			Qbanjir (m ³ /det)		
		2 tahun	5 Tahun	10 Tahun	2 tahun	5 Tahun	10 Tahun
7	13	109,226	161,851	199,343	1,734	2,569	3,164
	12	95,415	141,386	174,138	3,881	5,751	7,084
	11	92,803	137,516	169,371	4,367	6,470	7,969
	10	76,521	113,389	139,655	4,924	7,296	8,986
8	14	98,596	146,100	179,944	1,580	2,341	2,884
	15	92,797	137,507	169,360	1,568	2,323	2,861
	16	85,398	126,543	155,856	1,622	2,403	2,959
9	21	77,478	114,808	141,402	2,390	3,541	4,361
	20	74,907	110,997	136,710	3,276	4,854	5,978
	19	72,987	108,152	133,206	3,919	5,807	7,152
	18	68,761	101,890	125,493	4,159	6,163	7,591
	17	67,449	99,945	123,097	5,358	7,940	9,779
10	27	91,823	136,064	167,583	1,681	2,490	3,067
	26	81,424	120,655	148,604	3,885	5,757	7,090
	25	79,261	117,450	144,656	4,058	6,013	7,406
	24	75,889	112,453	138,502	5,545	8,216	10,119
	23	74,333	110,147	135,662	6,709	9,942	12,245
	22	56,428	83,615	102,984	13,204	19,566	24,099
11	28	123,510	183,018	225,413	0,715	1,060	1,305
	29	99,617	147,612	181,806	1,397	2,069	2,549

5.9 Kapasitas Saluran Eksisting

Dari hasil perhitungan sebelumnya telah diperoleh debit banjir rancangan untuk kala ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun. Setelah itu dapat diketahui apakah saluran yang ada masih dapat menampung debit banjir yang akan datang yang telah diperhitungkan sebelumnya dengan cara debit tampung saluran eksisting ($Q_{eksisting}$) dibandingkan dengan debit banjir rancangan ($Q_{banjir\ rancangan}$). Apabila debit tampung saluran eksisting lebih besar dari debit banjir rancangan maka saluran tersebut aman. Apabila debit tampung saluran eksisting lebih kecil dari debit banjir rancangan maka saluran tersebut tidak aman, artinya air yang masuk ke saluran tersebut melimpas. Perhitungan untuk memperoleh nilai debit tampung saluran eksisting menggunakan persamaan (3.25). Berikut perhitungan $Q_{eksisting}$ saluran 4, saluran 5 dan saluran 6.

$$Q_4 = A_4 \times V_4$$

$$Q_4 = 0,360 \times 1,601$$

$$Q_4 = 0,576 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_5 = A_5 \times V_5$$

$$Q_5 = 0,160 \times 1,837$$

$$Q_5 = 0,294 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$Q_6 = A_6 \times V_6$$

$$Q_5 = 0,160 \times 2,289$$

$$Q_5 = 0,549 \text{ m}^3/\text{det}$$

Hasil perhitungan debit tampung saluran eksisting dan kemudian dibandingkan dengan debit banjir rancangan akan dipaparkan dalam Tabel 5.12 berikut.

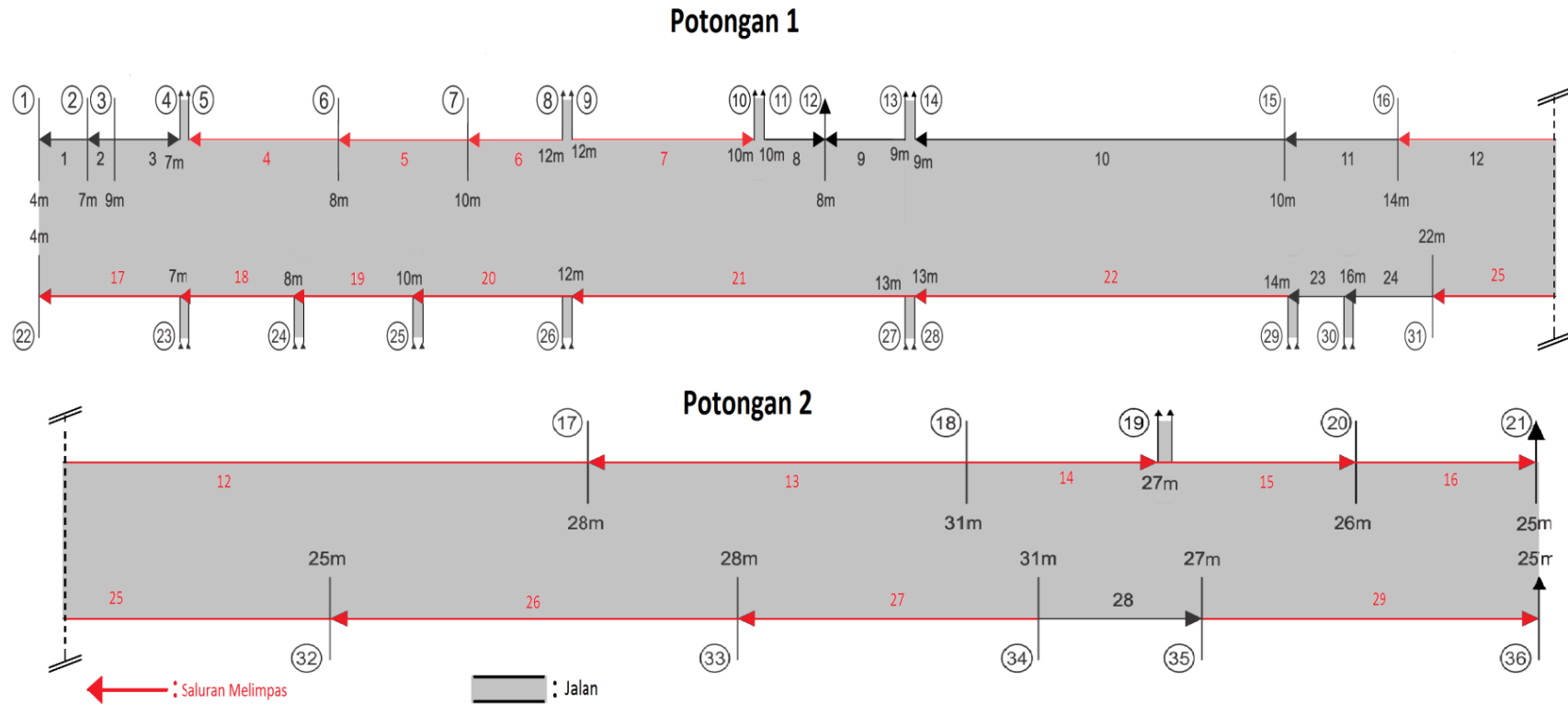
Tabel 5.12 Kondisi Debit Eksisting Terhadap Debit Banjir Rancangan

Kel	Saluran	Qeksisting (m ³ /det)	Qbanjir (m ³ /det)	Selisih (m ³ /det)	Keterangan
			10 Tahun		
1	2	0,642	0,089	0,553	Aman
	1	1,729	0,198	1,531	Aman
2	3	3,337	0,638	2,699	Aman
3	6	0,549	0,675	-0,125	Melimpas
	5	0,294	1,434	-1,140	Melimpas
	4	0,576	1,877	-1,301	Melimpas
4	7	0,388	0,762	-0,374	Melimpas
5	8	80,804	0,482	80,322	Aman
6	9	0,466	0,446	0,020	Aman
7	13	0,411	3,164	-2,754	Melimpas
	12	4,443	7,084	-2,641	Melimpas
	11	19,265	7,969	11,296	Aman
	10	27,957	8,986	18,971	Aman

Lanjutan Tabel 5.12

Kel	Saluran	Qeksisting (m ³ /det)	Qbanjir (m ³ /det)	Selisih (m ³ /det)	Keterangan
			10 Tahun		
8	14	0,666	2,884	-2,218	Melimpas
	15	1,755	2,861	-1,106	Melimpas
	16	0,210	2,959	-2,749	Melimpas
9	21	0,242	4,361	-4,119	Melimpas
	20	4,647	5,978	-1,332	Melimpas
	19	1,780	7,152	-5,372	Melimpas
	18	0,420	7,591	-7,171	Melimpas
	17	6,062	9,779	-3,718	Melimpas
10	27	0,460	3,067	-2,607	Melimpas
	26	0,559	7,090	-6,531	Melimpas
	25	3,935	7,406	-3,471	Melimpas
	24	11,186	10,119	1,067	Aman
	23	14,129	12,245	1,884	Aman
	22	10,093	24,099	-14,005	Melimpas
11	28	1,298	1,305	-0,008	Melimpas
	29	0,640	2,549	-1,909	Melimpas

Dari perhitungan diatas dapat diketahui bahwa terdapat 19 saluran yang tidak aman, yaitu saluran nomor 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 27 dan 29. Untuk saluran nomor 7 diketahui dari perhitungan bahwa saluran tersebut melimpas, serta dari pengamatan langsung di lapangan yang telah dilakukan bahwa saluran tersebut tertimbun oleh tanah. Untuk saluran nomor 9 diketahui dari perhitungan bahwa saluran tersebut aman, akan tetapi dari pengamatan langsung di lapangan yang telah dilakukan bahwa saluran tersebut tertimbun oleh tanah.



Gambar 5.3 Skema Layanan Saluran Drainase yang Melimpas

5.10 Desain Ulang Saluran

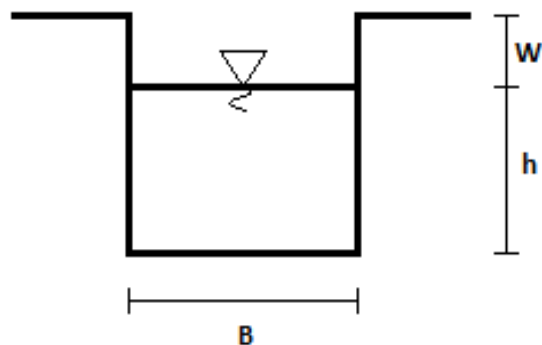
Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, ditemukan 19 saluran yang tidak aman atau melimpas. Saluran-saluran yang melimpas tersebut akan didesain ulang sehingga dari saluran dengan desain yang baru tersebut dapat menampung debit rancangan untuk 10 tahun ke depan yang telah dihitung sebelumnya. Perhitungan yang akan dilakukan menggunakan perhitungan untuk bentuk saluran paling ekonomis. Jalan yang diteliti termasuk kelas jalan arteri, sehingga menggunakan debit rancangan kala ulang 10 tahun. Berikut perhitungan untuk desain ulang saluran yang melimpas.

Tabel 5.13 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota

TIPOLOGI KOTA	DAERAH TANGKAPAN AIR (Ha)			
	< 10	10 - 100	101 - 500	> 500
Kota Metropolitan	2 Th	2 - 5 Th	5 - 10 Th	10 - 25 Th
Kota Besar	2 Th	2 - 5 Th	2 - 5 Th	5 - 20 Th
Kota Sedang	2 Th	2 - 5 Th	2 - 5 Th	5 - 10 Th
Kota Kecil	2 Th	2 Th	2 Th	2 - 5 Th

(Sumber: Peraturan Menteri PU no 12, 2014)

1. Penampang Saluran Berbentuk Persegi



Gambar 5.4 Penampang Saluran Berbentuk Persegi

Penampang saluran persegi yang paling ekonomis apabila lebar dasar saluran dua kali kedalam air ($B = 2h$) atau jari-jari hidraulik nya setengah dari kedalam air ($R = h/2$). Berikut perhitungan saluran nomor 4 dengan bentuk persegi

$$Q = A \times V$$

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times Sf^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times \left(\frac{A}{P}\right)^{\frac{2}{3}} \times Sf^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 2h^2 \times \frac{1}{n} \times \left(\frac{2h^2}{4h}\right)^{\frac{2}{3}} \times Sf^{\frac{1}{2}}$$

$$h = \left(\frac{2^{\frac{2}{3}} \times Q \times n}{2 \times Sf^{\frac{1}{2}}}\right)^{\frac{3}{8}}$$

$$h = \left(\frac{2^{\frac{2}{3}} \times 1,877 \times 0,013}{2 \times 0,0042^{\frac{1}{2}}}\right)^{\frac{3}{8}}$$

$$h = 0,651 \text{ m}$$

$$W = \sqrt{0,5 \times h}$$

$$W = \sqrt{0,5 \times 0,651}$$

$$W = 0,570 \text{ m}$$

$$H = h + W$$

$$H = 0,651 + 0,570$$

$$H = 1,221 \text{ m}$$

$$H = 122,1 \text{ cm} \approx 123 \text{ cm}$$

$$B = 2 \times H$$

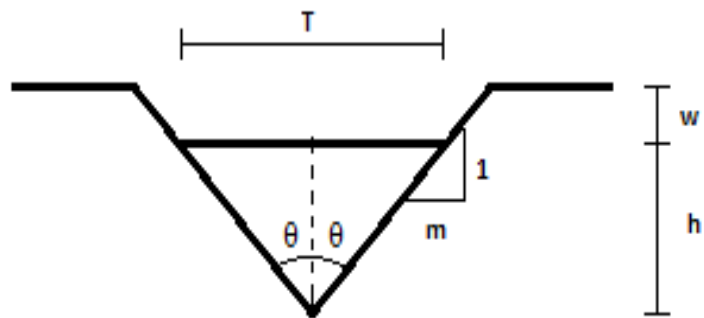
$$B = 2 \times 1,221$$

$$B = 2,443 \text{ m}$$

$$B = 244,3 \text{ cm} \approx 245 \text{ cm}$$

Untuk saluran dengan bentuk parabola seperti saluran nomor 18 dan saluran nomor 21 didesain ulang menjadi berbentuk persegi, sehingga cara perhitungannya sama dengan cara perhitungan penampang saluran berbentuk persegi.

2. Penampang Saluran Berbentuk Segitiga



Gambar 5.5 Penampang Saluran Berbentuk Segitiga

Penampang saluran segitiga yang paling ekonomis apabila sudut kemiringan dindingnya berbentuk sudut $\theta = 45^\circ$ terhadap garis vertikal atau $m=1$. Berikut perhitungan saluran nomor 13 dengan bentuk segitiga

$$Q = A \times V$$

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times Sf^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times \left(\frac{A}{P}\right)^{\frac{2}{3}} \times Sf^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = h^2 \tan 45^\circ \times \frac{1}{n} \times \left(\frac{h^2 \tan 45^\circ}{2h \sec 45^\circ}\right)^{\frac{2}{3}} \times Sf^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = h^2 \times \frac{1}{n} \times \left(\frac{h^2}{2h\sqrt{2}}\right)^{\frac{2}{3}} \times Sf^{\frac{1}{2}}$$

$$h = \left(\frac{(2\sqrt{2})^{\frac{2}{3}} \times Q \times n}{Sf^{\frac{1}{2}}}\right)^{\frac{3}{8}}$$

$$h = \left(\frac{(2\sqrt{2})^{\frac{2}{3}} \times 3,164 \times 0,013}{0,006^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$h = 1,019 \text{ m}$$

$$W = \sqrt{0,5 \times h}$$

$$W = \sqrt{0,5 \times 1,019}$$

$$W = 0,714 \text{ m}$$

$$H = h + W$$

$$H = 1,019 + 0,714$$

$$H = 1,733 \text{ m}$$

$$H = 173,3 \text{ cm} \approx 174 \text{ cm}$$

$$T = 2 \times m \times H$$

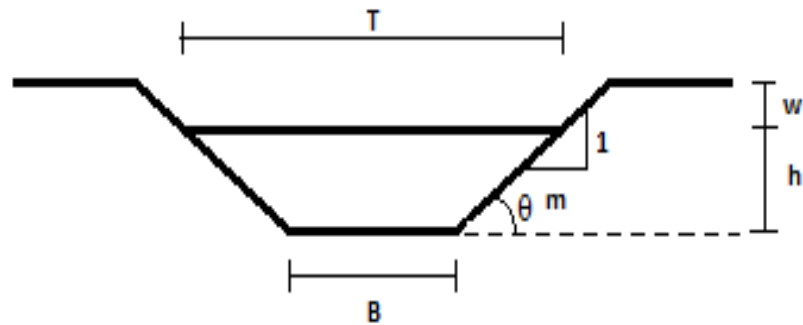
$$T = 2 \times 1 \times 1,733$$

$$T = 3,467 \text{ m}$$

$$T = 346,7 \text{ cm} \approx 347 \text{ cm}$$

Hasil dari perhitungan penampang saluran berbentuk segitiga menghasilkan saluran dengan dimensi tinggi (H) = 1,733 m dan lebar atas (T) = 3,467 m. Dengan debit rancangan yang sama, dicoba perhitungan penampang saluran berbentuk persegi. Dimensi saluran yang diperoleh menjadi lebih kecil yang mana tinggi (H) = 1,321 m dan lebar (B) = 2,642 m. Penampang persegi memiliki lebar atas sama dengan lebar dasar. Dari hasil kedua dimensi yang diperoleh, maka desain ulang yang digunakan adalah penampang saluran dengan bentuk persegi karena dimensi penampang persegi lebih ekonomis. Untuk seluruh saluran dengan penampang berbentuk segitiga juga diubah menjadi berbentuk persegi.

3. Penampang Saluran Berbentuk Trapesium



Gambar 5.6 Penampang Saluran Berbentuk Trapesium

Penampang saluran trapesium yang paling ekonomis apabila kemiringan dindingnya, $m = (1/\sqrt{3})$ atau $\theta = 60^\circ$ akan membentuk trapesium yang berupa setengah segi enam beraturan (heksagonal). Berikut perhitungan saluran nomor 22 dengan bentuk trapesium.

$$Q = A \times V$$

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S f^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times \left(\frac{A}{P}\right)^{\frac{2}{3}} \times S f^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = h^2 \sqrt{3} \times \frac{1}{n} \times \left(\frac{h^2 \sqrt{3}}{2h \sqrt{3}}\right)^{\frac{2}{3}} \times S f^{\frac{1}{2}}$$

$$h = \left(\frac{2^{\frac{2}{3}} \times Q \times n}{S f^{\frac{1}{2}} \times \sqrt{3}}\right)^{\frac{3}{8}}$$

$$h = \left(\frac{2^{\frac{2}{3}} \times 24,099 \times 0,013}{0,001^{\frac{1}{2}} \times \sqrt{3}}\right)^{\frac{3}{8}}$$

$$h = 2,133 \text{ m}$$

$$W = \sqrt{0,5 \times h}$$

$$W = \sqrt{0,5 \times 2,133}$$

$$W = 1,033 \text{ m}$$

$$H = h + W$$

$$H = 2,133 + 1,033$$

$$H = 3,166 \text{ m}$$

$$H = 316,6 \text{ cm} \approx 317 \text{ cm}$$

$$B = \frac{2}{3} \times H \times \sqrt{3}$$

$$B = \frac{2}{3} \times 3,166 \times \sqrt{3}$$

$$B = 3,656 \text{ m}$$

$$B = 365,6 \text{ cm} \approx 366 \text{ cm}$$

$$T = B + (2 \times m \times H)$$

$$T = 3,656 + \left(2 \times \frac{1}{\sqrt{3}} \times 3,166 \right)$$

$$T = 7,312 \text{ m}$$

$$T = 731,2 \text{ cm} \approx 733 \text{ cm}$$

Hasil dari perhitungan penampang saluran berbentuk trapesium menghasilkan saluran dengan dimensi tinggi (H) = 3,166 m, lebar atas (T) = 7,312 m dan lebar dasar (B) = 3,656 m. Dengan debit rancangan yang sama, dicoba perhitungan penampang saluran berbentuk persegi. Dimensi saluran yang diperoleh menjadi lebih kecil yang mana tinggi (H) = 3,027 m dan lebar (B) = 6,053 m. Penampang persegi memiliki lebar atas sama dengan lebar dasar. Dari hasil kedua dimensi yang diperoleh, maka desain ulang yang digunakan adalah penampang saluran dengan bentuk persegi karena dimensi penampang persegi lebih ekonomis. Untuk seluruh saluran dengan penampang berbentuk trapesium juga diubah menjadi berbentuk persegi

Hasil perhitungan desain ulang penampang saluran drainase yang tidak aman atau melimpas akan dipaparkan dalam Tabel 5.14 berikut.

Tabel 5.14 Desain Ulang Penampang Saluran Drainase

Saluran	bentuk saluran	Qbanjir (m ³ /det)	h (m)	W (m)	H (m)	B (m)
4	Persegi	1,877	0,651	0,570	1,221	2,443
5	Persegi	1,434	0,505	0,502	1,007	2,015
6	Persegi	0,675	0,361	0,425	0,786	1,572
7	Persegi	0,762	0,430	0,464	0,894	1,788
12	Persegi	7,084	0,830	0,644	1,474	2,948
13	Persegi	3,164	0,721	0,600	1,321	2,642
14	Persegi	2,884	0,581	0,539	1,120	2,239
15	Persegi	2,861	0,753	0,614	1,367	2,734
16	Persegi	2,959	0,752	0,613	1,365	2,729
17	Persegi	9,779	0,977	0,699	1,676	3,351
18	Persegi	7,591	1,049	0,724	1,773	3,545
19	Persegi	7,152	0,908	0,674	1,582	3,165
20	Persegi	5,978	0,897	0,670	1,567	3,134
21	Persegi	4,361	1,047	0,723	1,770	3,540
22	Persegi	24,099	2,021	1,005	3,027	6,053
25	Persegi	7,406	0,883	0,665	1,548	3,096
26	Persegi	7,090	0,869	0,659	1,528	3,056
27	Persegi	3,067	0,683	0,584	1,267	2,534
29	Persegi	2,549	0,702	0,592	1,294	2,589

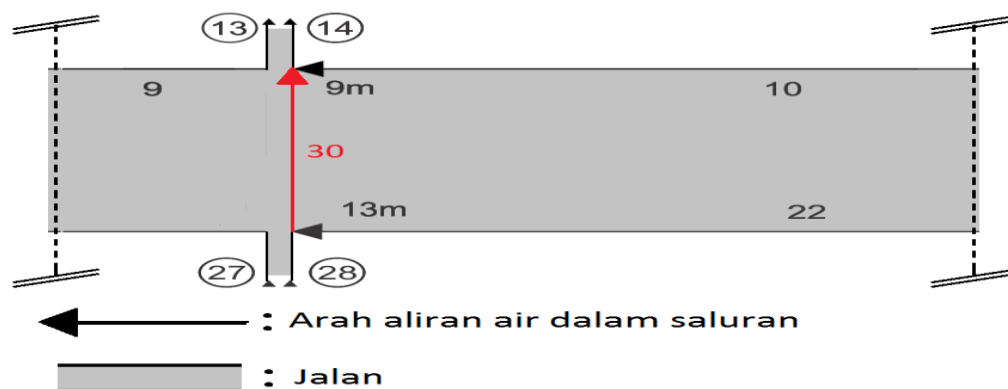
5.11 Rancangan Saluran Tambahan

Dari pengamatan yang dilakukan di lapangan, diketahui bahwa pada saluran nomor 22 aliran air terhenti dan tidak mengalir kemana-mana. Jika hal ini dibiarkan maka air yang mengalir pada saluran tersebut akan tertahan dan meluap sehingga dapat menyebabkan banjir ketika musim hujan.



Gambar 5.7 Kondisi Saluran Nomor 22

Untuk mengatasi hal tersebut maka akan dirancang saluran nomor 30, saluran ini menghubungkan saluran nomor 22 ke saluran nomor 10. Dengan prinsip sama seperti saluran terbuka saluran tersebut merupakan saluran tertutup berbentuk lingkaran yang akan berada dibawah jalan.



Gambar 5.8 Rancangan Letak Saluran Drainase Nomor 30

Perhitungan rancangan saluran drainase nomor 30 menggunakan debit banjir yang berasal dari saluran 22 yaitu sebesar 24,099 m³/det. Saluran 30 mengalir dari ujung saluran 22 menuju ujung saluran 10 dengan jarak 16 m, serta elevasi awal 13 mdpl dan elevasi akhir 9 mdpl. Berikut perhitungan rancangan saluran drainase nomor 30.

$$Sf = \frac{13-9}{3}$$

$$Sf = 0,25$$

$$Q = A \times V$$

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times Sf^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = A \times \frac{1}{n} \times \left(\frac{A}{P}\right)^{\frac{2}{3}} \times Sf^{\frac{1}{2}}$$

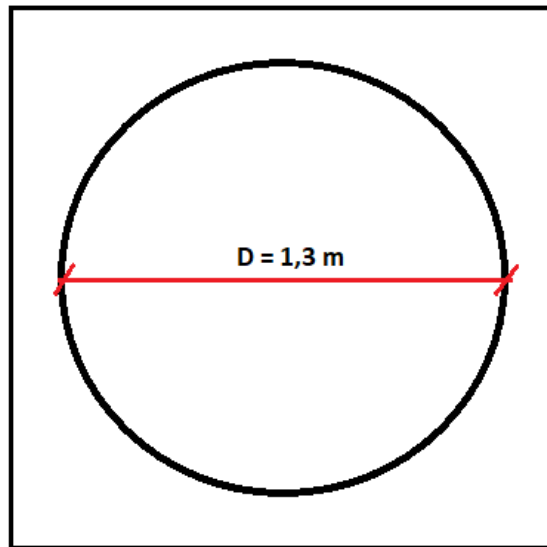
$$Q = \frac{1}{4} \pi D^2 \times \frac{1}{n} \times \left(\frac{\frac{1}{4} \pi D^2}{\pi D}\right)^{\frac{2}{3}} \times Sf^{\frac{1}{2}}$$

$$D = \left(\frac{Q \times n}{\left(\frac{1}{4}\right)^{\frac{5}{3}} \times \pi \times Sf^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$D = \left(\frac{24,0987 \times 0,013}{\left(\frac{1}{4}\right)^{\frac{5}{3}} \times \pi \times 0,25^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$D = 1,2991 \text{ m} \approx 1,3 \text{ m}$$

Dari hasil perhitungan maka diperoleh diameter untuk saluran nomor 30 yaitu sebesar 1,3m.



Gambar 5.9 Penampang Saluran Saluran Nomor 30

5.12 Pembahasan

Penelitian tentang Evaluasi Saluran Drainase Pada Jalan Raja Isa Kota Batam menggunakan data hujan harian maksimum selama 20 tahun (1995-2014) dengan asumsi data-data hujan yang tidak terukur tidak lebih besar dari data-data hujan yang terukur. Data tersebut diperoleh dari satu stasiun pencatatan hujan yaitu stasiun BMKG kota Batam. Dari data hujan tersebut dilakukan perhitungan untuk mencari nilai parameter statistik sehingga dari nilai parameter tersebut bisa dicocokkan kedalam syarat-syarat dalam menentukan jenis distribusi. Dari hasil pencocokan tersebut diperoleh jenis distribusi yang digunakan yaitu distribusi Log Pearson III, selanjutnya yaitu mencari nilai hujan rancangan kala ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun. Kala ulang yang digunakan hingga 10 tahun karena berdasarkan tipologi kota saluran tersebut berada di kota metropolitan.

Saluran drainase yang diteliti dibagi menjadi 11 kelompok, kelompok tersebut disesuaikan dengan saluran yang saling terhubung sesuai arah alirannya. Saluran yang saling terhubung maka dikelompokkan dalam satu kelompok. Pengelompokan ini akan mempengaruhi dalam perhitungan koefisien limpasan permukaan, waktu konsentrasi serta debit banjir rancangan tiap saluran.

Dalam penelitian ini untuk menghitung debit banjir rancangan menggunakan metode rasional. Debit banjir rancangan yang dihitung yaitu debit banjir rancangan dengan kala ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun, selanjutnya membandingkan debit banjir rancangan kala ulang 10 tahun dengan kondisi debit banjir eksisting. Apabila debit banjir eksisting lebih besar dibandingkan debit banjir rancangan maka saluran tersebut aman, sedangkan apabila debit banjir eksisting lebih kecil dari debit banjir rancangan maka saluran tersebut tidak aman atau melimpas.

Dari perbandingan yang dilakukan dapat diketahui bahwa terdapat 19 saluran yang tidak aman, yaitu saluran nomor 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 27 dan 29. Selain masalah tersebut, ada juga beberapa masalah lain yang terjadi pada saluran yaitu, saluran nomor 7 diketahui dari perhitungan bahwa saluran tersebut melimpas, serta dari pengamatan langsung di lapangan yang telah dilakukan bahwa saluran tersebut tertimbun oleh tanah, saluran nomor 9 diketahui dari perhitungan bahwa saluran tersebut aman, akan tetapi dari pengamatan langsung di lapangan yang telah dilakukan bahwa saluran tersebut tertimbun oleh tanah, serta pada saluran nomor 22 diketahui aliran air terhenti dan tidak ada jalan untuk mengalir. Dari pengamatan langsung di lapangan terdapat masalah yaitu banyaknya sampah yang terdapat di beberapa saluran.

Untuk menyelesaikan masalah saluran yang melimpas maka dilakukan desain ulang terhadap saluran-saluran tersebut. Semua saluran tersebut di desain ulang menjadi penampang dengan bentuk persegi karena penampang dengan bentuk persegi merupakan penampang yang paling ekonomis. Desain ulang tersebut menghasilkan dimensi saluran yang berbeda sehingga untuk usulan dalam pelaksanaannya di lapangan ada transisi perubahan bentuk yang menyesuaikan di setiap pertemuan antara saluran-saluran yang berbeda dimensi. Untuk masalah saluran yang tertimbun dan yang dipenuhi sampah yang perlu dilakukan yaitu dengan melakukan perawatan yang baik terhadap saluran tersebut. Untuk masalah saluran nomor 22 yang salurannya terhenti maka perlu merancang saluran baru

yang akan menghubungkan ujung saluran nomor 22 ke ujung saluran nomor 10. Saluran baru tersebut akan berbentuk lingkaran dan terdapat di bawah jalan.



Gambar 5.10 Saluran yang Tertimbun Oleh Tanah



Gambar 5.11 Saluran yang Terisi Oleh Sampah

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil evaluasi saluran drainase yang telah dilakukan, maka ada beberapa hal yang dapat disimpulkan yaitu:

1. Dari hasil analisis terdapat 19 saluran dari 29 saluran yang memiliki kapasitas kurang sehingga menyebabkan air melimpas. Hal ini disebabkan karena dimensi saluran *existing* tidak mampu mengalirkan debit air yang disebabkan oleh intensitas hujan.
2. Dari pengamatan langsung di lapangan ada beberapa hal yang menyebabkan terjadinya banjir pada saluran drainase jalan Raja Isa yaitu:
 - a. Pada ujung saluran nomor 22 itu buntu sehingga aliran air terhenti dan tidak ada jalan untuk mengalir.
 - b. Terdapat 2 saluran drainase yang bermasalah, yaitu saluran drainase nomor 7 dan saluran drainase nomor 9. Kedua saluran tersebut tertimbun oleh tanah sehingga air tidak dapat masuk ke saluran tersebut.
 - c. Saluran-saluran drainase tersebut kurang dijaga kebersihannya, terlihat dari adanya sampah-sampah yang berada di dalam saluran.
3. Untuk mengatasi masalah-masalah yang terjadi pada saluran drainase pada jalan Raja Isa ada beberapa hal yang dapat dilakukan yaitu:
 - a. Untuk masalah saluran yang memiliki kapasitas kurang maka perlu mendesain ulang dimensi saluran-saluran tersebut.

- b. Dalam mengatasi masalah pada saluran nomor 22 yang buntu maka evaluasi yang dilakukan yaitu merancang saluran baru yang akan menghubungkan ujung saluran nomor 22 ke ujung saluran nomor 10.
- c. Untuk permasalahan saluran yang tertimbun dan saluran yang kotor maka dalam hal ini diperlukannya kesadaran semua orang dalam melakukan perawatan terhadap saluran drainase.

6.2 Saran

Dari kesimpulan hasil penelitian yang telah dilakukan maka ada beberapa saran yang dapat disampaikan sebagai berikut:

1. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan acuan dalam perbaikan saluran drainase jalan Raja Isa kota Batam
2. Pentingnya kesadaran masyarakat untuk menjaga kebersihan saluran dengan tidak membuang sampah ke saluran drainase. Apabila saluran telah diperbarui tetapi masih saja ada yang membuang sampah, maka bencana banjir akan tetap terus terjadi.
3. Diperlukan penelitian lain dengan metode yang berbeda dalam perhitungannya, sehingga hasil dari perhitungannya menjadi beragam dan dapat dijadikan sebagai pembanding.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2011. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 38 tahun 2011 Tentang Sungai*. Jakarta
- Aplikasi GPS Tools (<https://www.play.google.com>. Diunduh Februari 2019)
- Azwar. 2004. *Metode Penelitian*. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- BNPB. 2011. *Jurnal Penanggulangan Bencana, Volume 2, Nomor 2, Tahun 2011*. (<https://bnpb.go.id/uploads/migration/pubs/380.pdf>. Diakses 12 Februari 2018).
- Data Online Pusat Database-BMKG (<https://www.dataonline.bmkg.go.id>. Diakses 24 Agustus 2018).
- Departemen Pekerjaan Umum. 2006. *Pedoman Perencanaan Sistem Drainase Jalan* (<https://www.slideshare.net/febrianus1/pedoman-perencanaandrainase-jalan2006-2>. Diakses 19 Desember 2018).
- Fairizi, D. 2015. *Analisis Dan Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Perumnas Talang Kelapa Di Subdas Lambidaro Kota Palembang*. Tugas Akhir. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Google Maps (<https://www.google.co.id/maps/@1.1084432,104.070843,15.71z?hl=id>. Diakses Desember 2018)
- Hertanto, H.B. 2012. *DAS Daerah Aliran Sungai*. (<http://geoenviron.blogspot.com/2012/09/das-daerah-aliran-sungai.html>. Diakses 8 januari 2019)
- Kaucil, R.N.G. 2017. *Studi Kehilangan Air Baku PDAM Makassar Yang Masuk Ke IPA Panaikang*. Tugas Akhir. Universitas Hasanuddin. Makassar.

- Michico, N.R. *Bencana Diawal Tahun 2017 Potensi Banjir Meningkat*. (<https://news.detik.com/berita/d-3433672/bnpb-654-bencana-di-awal-tahun-2017-potensi-banjir-meningkat.html>). Diakses 12 Februari 2018).
- Maulidin, A. 2016. *Evaluasi Kapasitas Tampung Saluran Drainase Kawasan Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia*. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014. 2014. *Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*. Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta
- Reztasari. 2015. *Siklus Hidrologi*. (<https://reztasari.wordpress.com/2015/12/18/siklus-hidrologi/>). Diakses Desember 2018).
- Rimba, K. 2017. *Pertumbuhan Penduduk Batam Tertinggi Di dunia Waduk Sei Gong Jadi Andalan*. (<http://www.batamnews.co.id/berita-21061-pertumbuhan-penduduk-batam-tertinggi-di-dunia-waduk-sei-gong-jadi-andalan.html>). Diakses 12 februari 2018).
- Software Google Earth Pro
(<https://www.google.com/intl/id/earth/download.html>). Diunduh Mei 2018)
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Titah, K.E.M.A. 2013. *Evaluasi Saluran Drainase Pada Jalan Pasar I Di Kelurahan Tanjung Sari Kecamatan Medan Selayang (Studi Kasus)*. Skripsi. Universitas Islam Sumatra Utara. Medan.
- Triatmodjo, B. 2010. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Wesli. 2008. *Drainase Perkotaan*, Graha Ilmu. Yogyakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Curah Hujan Harian Tahun 1995-2014 (mm)

1995	BULAN											
TANGGAL	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	27.2	5.6	0.6	0.2	13.7	8888	2.3	8888	40.3	8888	1.5	0.2
2	20	0.5	9.9	8888	8888	8888	3.8	4	8888	12.6	5.8	0.2
3	8888	34.2	8888	39.6	43.9	8888	8888	8888	8888	43	8.2	51.6
4	3	230.7	8888	3.2	0.9	3.8	8.5	1.4	8888	8888	0.3	9.7
5	13.7	33	8888	8888	8888	8888	8888	5.5	8888	0.4	0.2	0.5
6	16.1	81	8888	6.4	2.5	8888	8888	64.1	45.9	8888	61.8	8888
7	17.9	8888	0.2	8888	14.7	3	8888	7.7	8888	8888	8888	8.4
8	3	8888	8888	8888	0.4	8888	8888	2.7	3.4	10	2.5	8888
9	8888	8888	8888	8888	1.5	8888	44	8888	8888	0.2	1.7	13.2
10	8888	8888	8888	8888	16.1	42.4	8888	2.1	8888	2.3	8888	0.2
11	0.7	8888	8888	8888	8888	8888	8888	3.2	8888	28.3	4.7	8888
12	8888	1.8	6	50	8888	8888	8888	6.3	8888	8888	10.6	0.4
13	8888	8888	8888	8888	3	1.5	8888	8888	8888	8888	37.5	1.2
14	8888	8888	8888	0.2	8888	8888	8888	18.3	0.2	21	8888	0.8
15	8888	8888	8888	8888	8888	10.5	9.6	70.7	1.9	8888	8888	8888
16	5	0.2	8888	4.2	8888	4.6	1.8	11.4	8888	8888	66	1.2
17	8888	0.1	0.2	8888	8888	5.5	8888	8888	8888	8888	5.3	8888
18	37	0.4	10.1	8888	8888	8888	59.8	8888	8888	8888	24	8888
19	91.5	8888	8888	8888	8888	7	8888	2.6	8888	8888	8888	2.7
20	6	2	8888	0.2	32	13.9	8888	6.4	14.7	29.6	2.9	8888
21	8888	9	8888	2	0.4	5.2	2.5	8888	8888	8888	20.5	19.6
22	8888	20.3	1.2	8888	8888	9.3	0.7	30.7	8888	2.5	1.4	1
23	1	0.9	8888	0.2	8888	8888	24.3	8888	8888	8888	8888	8888
24	8888	3.7	8888	3.2	8888	8888	58	4.5	3	8888	8888	1
25	0.7	58.6	8888	0.3	8888	17.9	1.3	22.3	8888	8888	8888	5
26	8888	0.2	8888	2.7	27.5	8888	2.8	11.9	8888	8888	68.7	0.6
27	8888	8888	1.7	4.7	8888	0.4	20.8	8888	8888	21	15.4	19
28	10.5	7	8888	4.9	17.2	35	1.2	8888	8	8888	19.4	12.5
29	2.5		8.4	8888	8888	8888	10.6	8888	8888	20.3	0.4	19.8
30	1		8888	8888	8888	33.4	8888	8888	8888	13.7	8888	8888
31	16.8		12.5		0.4		8888	8888		8888		8888

* 8888 : Data Tidak Terukur

* 9999 : Tidak Ada Data

1996	BULAN											
TANGGAL	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	8888	41.4	8888	1.6	4.6	19	8888	8888	4	8.5	4.6	8888
2	8888	84.1	8888	8888	15.5	0.1	0.5	53.5	47	40.4	8888	34
3	8888	1.2	8888	0.5	8888	0.4	12.6	8888	24	8888	8888	8888
4	8888	8888	8888	16.5	2.8	8888	24.4	8888	5	8888	8888	8888
5	0.5	8888	8888	0.2	8888	47.6	8888	8888	8888	8888	2.4	10.8
6	8888	8888	8888	13.2	45.6	1	8.2	8888	4.2	4.2	6.4	9.5
7	8888	8888	8888	8888	8888	0.5	11.2	7.1	10.2	0.3	8888	26.3
8	10.9	8888	8888	4.8	2.2	9.8	8888	56.2	8.4	41.3	8888	8888
9	53	8888	8888	8888	1	11.7	33.9	6.5	0.6	0.2	8888	2.6
10	14.4	8888	8888	8888	48	19.1	8888	4	8888	19.9	4.5	8888
11	22.4	32.1	8888	8888	3.6	8888	40.7	7.1	8888	37.6	0.8	51.4
12	8888	10.6	8888	8888	8888	8888	8888	2.4	8888	8888	23.8	1.8
13	8888	8888	8888	8888	11	25.2	0.9	5.2	2	5.4	8888	8888
14	8888	8888	8888	8888	2.8	4.2	0.4	8888	18.9	8888	8888	8888
15	8888	8888	8888	0.3	8888	8888	12.9	64.7	8888	15	8888	8888
16	8888	8888	8888	5	8888	27.9	8888	3.6	8888	16.1	35.7	0.3
17	8888	8888	8888	8888	8888	48.9	8888	29	9.7	3.8	5.7	3.2
18	8888	2.3	8888	8888	8888	8888	8888	3.3	1.5	8888	4	0.2
19	8888	8888	3.5	20.5	8888	8888	8888	5.3	8888	21.4	8888	5
20	1.8	8888	1.5	8888	8888	8888	8888	8888	8888	0.3	1.3	8888
21	4.5	8888	3	11.1	10.6	8888	8888	10	8888	25.1	0.8	8888
22	8888	8888	8888	8888	73.7	8888	8888	8888	0.8	0.2	42	8888
23	8888	4.4	4.2	5.6	59	8888	8888	0.6	8888	8888	0.5	13.5
24	44	0.5	10.2	8888	0.1	23	8888	8888	8888	0.8	8888	1.3
25	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	0.2	4.4	8888	1.4
26	8888	8888	15	8888	8888	8888	2.3	23.4	8888	14	38.9	10.2
27	5.4	8888	9.6	9	9	8888	8888	5.6	1	3.9	8888	0.6
28	1.5	8888	1.2	38.4	8.9	5.8	8888	10.3	8888	8888	8888	0.9
29	15.2	8888	2.6	33.7	2.8	10	8888	0.5	8888	0.2	0.6	8888
30	2.8		8888	1.6	5	16.2	8888	8888	24.5	0.2	8888	8888
31	4.8		8888		8888		8888	11.1		8888		8888

* 8888 : Data Tidak Terukur

* 9999 : Tidak Ada Data

1997	BULAN											
TANGGAL	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	8888	8888	8888	10.7	8888	8888	3.7	8888	8888	8888	0.3	8888
2	8888	8888	8888	37.5	8888	8888	8888	8888	8888	12	8888	8888
3	8888	8888	8888	8888	8888	8888	48.3	8888	8888	8888	8888	80.3
4	8888	8888	8888	8888	0.9	8888	8888	8888	8888	8888	8888	16.5
5	8888	8888	8888	7.2	3.6	8888	1.3	9	8888	32.7	8888	59.9
6	8888	8888	8888	8888	12.4	8888	8888	59.3	56	22.7	8888	0.3
7	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	1.6	8888	1.8	8888	7
8	1	8888	8888	15.1	8888	6.3	8888	8888	9	8888	8888	59.2
9	8	1	8888	0.2	8888	43.8	8888	8888	42	8888	8888	65.6
10	8888	8888	8888	21.2	8888	8888	8888	8888	8888	8888	33.9	0.8
11	8888	8888	8888	22.6	0.2	9.4	5.6	2.6	8888	8888	1.6	6
12	8888	0.6	0.4	38.6	8888	0.3	8888	8888	8888	0.3	16.2	7.1
13	8888	8888	8888	8888	15.6	1.8	8888	8888	8888	0.1	2	9.3
14	8888	8888	8888	8888	0.2	0.4	8888	8888	4.1	8888	13.9	19.2
15	8888	8888	8888	2.2	21.9	8888	8888	8888	8888	8888	0.2	55
16	8888	8888	9.5	4	25.2	8888	8888	22.8	8888	8888	2.4	8888
17	8888	8888	2.1	8888	8888	0.6	8888	0.2	8888	8888	3.8	0.2
18	8888	8888	6.2	0.4	8888	8888	8888	8.7	8888	8888	8888	1.2
19	8888	8888	8888	4.6	8888	8888	8888	8888	8888	8888	5.5	13.6
20	8888	8888	4.7	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	0.7	0.5
21	8888	7.5	8888	8888	8888	8888	8888	16.5	8888	8888	4.5	8.6
22	8888	3.2	8888	8888	8888	24.2	8888	10.9	8888	8888	8888	0.5
23	8888	7.9	8888	8888	8888	8888	8888	21.4	8888	1.2	8888	8888
24	8888	0.8	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	2.8
25	8888	8888	1.2	8888	8888	16.4	8888	8888	8888	8888	60.7	8888
26	8888	8888	7.2	1.2	8888	4.6	8888	8888	8888	8888	0.6	8888
27	8888	8888	4	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	0.4
28	8888	8888	8888	3.6	0.6	8888	8888	8888	36.5	2.7	8888	8888
29	8888		8888	8888	8888	49.4	8888	1	8888	6.2	8888	8888
30	8888		8888	8888	52.5	4.3	8888	25.3	5.2	8888	30.1	8888
31	8888		10		8888		8888	8888		8888		8888

* 8888 : Data Tidak Terukur

* 9999 : Tidak Ada Data

1998	BULAN											
TANGGAL	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	8888	9.2	8888	0.4	8888	21	8888	0.2	7.2	8888	6.2	2
2	2.2	1.7	2.6	11.7	8888	2.7	8888	1.4	8888	8888	47.2	8888
3	2.8	2.6	8888	2	8888	0.6	10.7	0.2	23.7	8888	1.6	8888
4	8888	1	8888	90.2	8888	8888	8888	8888	8888	8888	35.4	8888
5	1.8	8888	8888	22.5	0.2	8888	0.5	8888	8888	0.3	7.7	8888
6	8.2	8888	8888	3	6	17.7	2.7	0.7	8888	8888	1.6	8888
7	71.1	8888	8888	8888	9	46.1	8888	35.2	8888	8888	3.7	8888
8	148.2	8888	18.3	8888	35.5	8888	8.7	8888	37	8888	8888	18.6
9	27.7	8888	1.8	8888	2.8	8.2	4	5.9	8888	1.2	8888	8888
10	8888	8888	8888	8888	27.7	8888	8888	8888	8888	8888	35.3	0.6
11	6.7	8888	8888	7	1.8	8888	0.2	8888	8888	8888	16.3	1.7
12	1	8888	8888	8888	4.3	8888	0.4	2.8	17.4	8888	1	0.2
13	8888	8888	8888	8888	3.6	8888	0.2	0.4	8888	8888	8888	8888
14	8888	8888	8888	0.2	61.8	5.8	8888	14.8	0.4	6.2	2.1	6
15	8888	8888	8888	8888	8888	43.7	8888	0.8	8888	4.2	0.3	16.3
16	8888	8888	8888	8888	28.6	8888	2.8	0.3	24.4	61.1	8888	8888
17	8888	8888	8888	8888	11.8	4	8888	2	11.1	39.6	8888	5.3
18	8888	8888	8888	8888	8888	2	8888	80.9	8888	8888	8888	0.6
19	8888	8888	8888	8888	8888	10.7	0.2	4.5	6.4	8888	22.6	25.7
20	8888	8888	8888	8888	0.8	7.7	0.2	1.4	4	1.5	8888	8888
21	8888	8888	8888	1.4	8888	19.9	8.2	1.3	8888	8.6	17.8	8888
22	8888	8888	8888	29.8	8888	8888	8888	8888	8888	0.4	8888	1.5
23	8888	8888	25.2	8888	16.1	0.4	1.8	10.7	8888	75.3	8888	10.1
24	8888	8888	8888	8888	3.8	0.5	8888	77	7.1	3.6	8888	8888
25	1.2	8888	8888	8888	8888	1.3	8888	5	5.9	8888	8888	0.3
26	8888	8888	0.9	8888	0.4	0.3	41.3	1.7	5	98	8888	33.9
27	3.2	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	1.8	8888	6
28	56.3	8888	1.7	8888	8888	16.7	3.1	7.7	8888	1.3	8888	1
29	9.5		5	8888	26.5	8888	8888	8888	23	8888	8888	25.8
30	23.8		1.2	8888	8888	8888	8888	45.7	1.6	12.4	16.8	24.5
31	4		1.6		1.2		42	8888		3		10.4

* 8888 : Data Tidak Terukur

* 9999 : Tidak Ada Data

1999	BULAN											
TANGGAL	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	0.5	8888	16	2.5	8888	8888	6.5	8888	8888	31.7	14	12.7
2	2.6	21.4	8888	8888	8888	4.3	8888	8888	8888	6.6	0.2	2
3	0.3	0.4	8888	1.8	8888	8888	0.8	8888	26.6	7.1	8888	75.2
4	25.8	8888	0.3	8888	8888	6.7	8888	8888	61.7	0.5	8888	8888
5	0.1	8888	11.4	17.8	8888	8888	5.8	65.5	8888	8888	8888	82
6	29.5	8888	0.2	21	8888	8888	52.8	0.4	8888	2.4	8888	14.2
7	2.5	8888	8.8	8888	5.4	8888	0.1	15.1	0.3	8888	8	8888
8	7.2	8888	8888	8888	4.8	8888	0.7	8888	8888	8888	8888	11.2
9	47	8888	8888	8888	8888	14	8888	8888	11	0.2	3.9	0.8
10	5.3	8888	8888	0.3	4.8	8888	10.7	10.4	3.8	8888	1	8888
11	8888	3.4	1.1	2	0.8	19.8	8888	8888	8888	8888	19.8	8.2
12	8888	5.2	15.7	1	7.2	3.3	2.4	25.4	8888	10.2	29.6	8888
13	8888	2	8888	8888	8888	8888	8888	5.8	8888	1.3	15.9	8888
14	8888	10.4	8888	7	9.8	8888	6.1	8888	8888	0.3	6.7	8888
15	8888	8888	8888	8.8	0.2	3.1	48.4	8888	8888	6.8	60.5	8888
16	2.1	8888	8888	13	7.1	8888	8888	0.5	0.5	8888	21	8888
17	23.4	8888	8888	14	0.5	8888	8888	0.2	8888	8888	2.6	8.1
18	0.7	8888	8888	8888	4	8888	8888	8888	8888	8888	8.1	34.8
19	8888	8888	8888	8888	12.8	8888	8888	3.3	8888	8888	56	54.6
20	1.8	8888	0.3	11.5	23.5	8888	8888	8888	8888	8888	6.3	45.2
21	2.6	8888	8888	72.9	2.8	8888	8888	8.7	8888	23	8888	2.2
22	4.1	8888	0.3	8888	8888	14	8888	21.2	8888	1.4	8888	1.8
23	1.8	8888	0.5	8888	3.2	8888	8888	2.8	5	8888	8888	8888
24	2	8888	8888	27.7	2.6	8888	2.9	0.2	0.5	22.8	8888	8.2
25	8888	8888	8888	19.4	34.6	15.2	8888	15.2	8888	8888	0.5	0.5
26	8888	8888	29	8888	8888	18.8	8888	8888	1.2	8888	8888	8888
27	8888	8888	8888	8888	2.8	0.5	8888	8888	20.2	5.6	8888	8888
28	8888	2.5	0.1	8888	11.3	8.5	8888	18.4	8888	36.9	0.8	8888
29	8888		8888	7.5	8888	15.1	28.6	98.7	42.4	2.6	8.1	8888
30	8888		8888	0.2	8888	8888	8.6	0.3	8888	3.4	1.7	8888
31	8888		6.5		8888		8888	13		8888		0.9

* 8888 : Data Tidak Terukur

* 9999 : Tidak Ada Data

2000	BULAN											
TANGGAL	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	8888	1.6	8888	8.6	8.2	8888	1.1	20.3	8888	141.7	8888	8888
2	12.6	3	8888	1.2	8888	8888	8888	4.9	8888	2	23.4	2.4
3	32	8888	8888	7.4	4.2	9.3	45.6	4	8888	8888	8888	8888
4	8888	8888	8888	0.2	8888	8888	11.3	6.5	38.2	18.4	4.7	8888
5	57.8	8888	8888	27	8888	3.8	8888	2.9	8888	1.2	8888	8888
6	3.6	8888	8888	4.4	45.2	5.6	8888	8888	8888	8888	1.6	5.8
7	2.3	8888	8888	51.7	37.4	40.5	8888	2.8	8888	52.5	1.7	4
8	8888	8888	8888	8888	8888	0.4	8888	15.7	18.6	22.1	8888	8888
9	0.2	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	18.1	8888	23.8	8888
10	12.4	8888	8888	66.5	8888	1.4	8888	8888	6.5	67	17.6	8888
11	8888	8888	8888	1.7	8888	11.7	8888	29.2	8888	8888	6.9	19.3
12	3.2	8888	5	8888	8888	8888	8888	3.8	8888	8888	0.2	8888
13	0.4	8888	8888	8888	8888	10.6	8888	3.2	8888	4.5	5.3	8888
14	8888	18.7	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	3	5.8
15	8888	0.2	8888	8888	8888	9.4	8888	8888	5.6	8888	0.8	13
16	8888	8888	14	22.2	22.8	2.2	4.6	10.2	8888	8888	36.8	8888
17	27	8888	2.2	8888	8888	5.7	8888	8888	11.4	8.8	0.2	1
18	8888	8888	58.8	8888	8888	28.4	0.2	8888	13.2	6.6	8888	0.3
19	8888	27.2	21.2	8888	6.6	8888	54	0.2	0.3	0.4	12.8	10
20	8888	8888	0.3	8888	8888	0.9	8888	19.4	8888	24	8888	8888
21	8888	8888	8888	2	8888	8888	2.8	5.8	13.7	0.3	5.2	8.5
22	0.4	21.1	8888	8888	8888	8888	8888	8888	1.2	5.5	87.6	18.7
23	8888	8888	4.8	59.3	8888	8888	8888	8888	23.3	9	0.3	55.5
24	12.8	5.4	0.2	2.7	8888	8888	1.9	8888	8888	0.3	8888	2
25	93.1	8888	14.6	8888	8888	8888	0.4	8888	13.2	8888	8888	1.8
26	0.4	8888	2	6.2	1.4	8888	8888	8888	8888	8888	4.4	8888
27	8888	8888	8888	8888	8888	14.2	8888	23.6	8.5	21.6	15.9	8888
28	8888	8888	8.1	8888	16.4	0.2	2.4	8888	11.4	8888	6.1	3.6
29	4.1	8888	0.2	8888	8888	0.7	35.6	8888	5	8888	5	7.4
30	4.1		8888	5.6	18.1	8888	8888	0.5	4.5	4.3	38.3	19.7
31	6.8		8888		8888		1.2	2.6		8888		8888

* 8888 : Data Tidak Terukur

* 9999 : Tidak Ada Data

2001	BULAN											
TANGGAL	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	4.9	8888	8888	8888	1.6	8888	8888	6.9	8888	12.6	8888	8888
2	38.4	3.6	8888	8888	51.3	8888	8888	70.6	8888	90	20	2.1
3	8888	8888	13.1	8888	5.8	8888	4	2.6	8888	3.6	41.9	10
4	13.5	8888	14.7	8888	8888	8888	8888	8888	3.2	29.7	8888	8888
5	8888	8888	8888	31.1	8888	8888	8888	2.1	23.6	8888	8888	8888
6	8888	26.8	8888	18.8	8888	13.2	8888	8888	17.6	9.7	8888	8888
7	8888	8888	8888	2.6	47	8888	8888	9.8	4.4	15.3	8888	8888
8	8	8888	17.9	8888	11.1	8888	8888	12.6	1.1	8888	8888	8888
9	5.6	0.6	0.3	8888	8888	8888	8888	5.1	8888	8888	17.7	8.2
10	8888	8888	8888	0.4	51.5	2.3	8888	8888	8888	5.2	4.8	39
11	1.4	8888	8888	3.2	8888	11.1	8888	1.8	0.7	0.6	5.2	0.2
12	8888	6.8	24.6	8888	3.4	8888	31.2	8888	19.8	8888	17.6	8888
13	2.2	14.6	0.2	65.8	8888	8888	4	8888	8888	8888	4.9	8888
14	3.3	2.8	8888	8888	6.7	9.6	8888	8888	2	8888	28.8	8888
15	127.4	0.2	8888	0.7	8888	79	21.8	8888	2.7	1.5	2.1	8888
16	43.7	8888	17.3	8888	7.6	0.4	0.8	8888	0.2	1.5	8888	8888
17	4.7	8888	3.3	16.5	14.7	0.4	0.6	8888	8888	8888	0.3	1.4
18	8888	8888	1.8	0.6	0.1	1.3	12.6	8888	8888	8.9	8888	8888
19	4	2.4	8888	4.8	8888	8888	8888	6.6	17.1	8888	13.9	4.5
20	2.3	8888	8888	8888	8888	8888	5.4	11	8888	0.5	4.7	39.4
21	7	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	23.9	19.5	42.8
22	2.4	8888	7.7	8888	24	0.5	10.5	8888	8888	2.3	8888	8888
23	8888	8888	1.3	16	31.4	8888	8888	8888	8888	40.3	6.8	4
24	8888	8888	2.5	22.4	8888	0.5	8888	13.3	2.1	6.8	8888	34
25	8888	0.4	8888	18.2	8888	8	3.9	8888	0.2	4.3	8888	12.1
26	8888	8888	8888	16.3	8888	0.6	8888	7	8888	26	0.3	78.6
27	8888	8888	8888	7	16.3	8888	0.5	18.3	9.1	8888	8888	89.2
28	8888	8888	14.2	0.5	8888	2.7	57	8888	33.2	1	8888	0.2
29	8888		8888	34.6	8888	0.4	14.8	17.8	3.3	18.2	4.8	0.2
30	5.8		26	2.8	8888	8888	16.2	2.9	0.4	8888	6.7	2
31	0.6		26.8		8888		11.4	8888		52.2		8888

* 8888 : Data Tidak Terukur

* 9999 : Tidak Ada Data

2002	BULAN											
TANGGAL	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	8888	8888	8888	8888	2.2	8888	60.7	8888	8888	8888	8888	8888
2	8888	8888	8888	8888	17.4	8888	8888	8888	0.7	8888	5.8	39.7
3	8888	8888	8888	8888	3.2	3.5	8888	0.5	14.7	6	3.7	1.2
4	0.4	8888	8888	8888	8888	8888	3.2	5.6	0.2	8888	8888	8888
5	8888	8888	8888	8888	11.2	8888	8888	8	8888	8888	8888	0.6
6	3.9	8888	8888	8888	4.2	9.2	8888	8888	8888	0.5	11.5	8888
7	0.2	8888	8888	8888	7.3	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888
8	0.5	8888	8888	8.1	17.1	3.7	8888	0.8	21.3	8888	0.5	4.4
9	6.9	8888	8888	1.2	0.1	17.9	0.5	29.5	17.5	8888	8888	0.2
10	0.2	8888	8888	1.1	8888	4.6	8.5	8888	8.4	8888	27.7	2.9
11	3.4	8888	8888	8888	8888	34.8	1.2	8888	8888	8888	8888	2.6
12	8888	0.6	8888	8888	8888	44.5	8888	2.8	8888	8888	8888	15
13	8888	38	8888	8888	8888	1.5	8888	1.2	8888	8888	1.7	25.8
14	8888	8888	8888	8888	2.1	5.8	8888	8888	8888	8888	3.1	15.5
15	8888	0.2	8888	8888	8888	13.6	8888	8888	8888	8888	8888	228
16	8888	8888	8888	8888	8888	12.2	37.8	8888	8888	8888	8888	10.3
17	8888	8888	8888	8888	8888	0.3	0.3	8888	8888	1.4	1.3	27.2
18	8888	8888	20.3	8888	8888	8888	7.3	8888	8	8888	64.2	8888
19	8888	8888	2.3	8888	8888	8888	8888	0.8	8888	8888	7.1	8888
20	8888	0.5	8888	1.4	3.5	8888	8888	8888	8888	8888	11.5	0.3
21	11.4	8.2	8888	8888	8.5	8888	8888	8888	8888	4.8	0.4	8888
22	61.4	8888	8888	8888	15.8	4.3	8888	8888	8888	8888	8888	57.1
23	22.7	8888	8888	8888	6.3	8888	8888	26.4	8888	8888	8888	21.3
24	95.4	8888	8888	1	8888	8888	8888	8888	8888	32.8	6.3	6.9
25	12.9	8888	8888	35.2	1.8	0.5	14.3	8888	17.7	53.8	8888	10.3
26	8888	8888	8888	8888	22.5	30	8888	8888	7.1	8888	8888	2.8
27	8888	8888	8888	4.6	32.8	0.3	56.3	8888	11.3	12.8	8888	0.6
28	8888	8888	8888	68.3	8888	2.9	8888	2.3	20.2	8888	8888	8888
29	8888		8888	3.3	39.5	8888	8888	6	2	8888	60.8	6.4
30	1.3		13.8	4.4	8888	7	8888	5.7	8888	8888	8888	8888
31	8888		6.6		28.2		8888	7.2		8888		2.3

* 8888 : Data Tidak Terukur

* 9999 : Tidak Ada Data

2003	BULAN											
TANGGAL	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	8888	5.7	8888	8888	8888	8888	8888	8888	22.4	8888	0.2	8888
2	6.6	28.7	8888	8888	8888	8888	9.8	8888	4.8	8888	8888	0.2
3	2.6	14.6	8888	8888	2.3	8888	25	8888	0.9	0.4	8888	8888
4	1.7	2	8888	8888	7.2	0.6	5	8888	2.6	25.1	1.1	8.4
5	21.5	1.6	8888	8888	6.7	8888	8888	15.2	8888	11.6	8.6	8888
6	1.6	5.6	8888	2.4	8888	8888	0.8	8888	3	47.9	8888	8888
7	13	8888	8888	0.6	8888	40.2	0.6	8888	8888	10	8888	41.5
8	28.6	8888	37.9	10	0.4	0.2	16.6	8888	9.6	40	8888	0.2
9	8888	8888	8888	2.2	17.9	8888	2.5	8888	8888	15	8888	4
10	8888	8888	8888	3.3	2	8888	1.2	8888	8888	8888	8888	26.6
11	11.9	8888	0.1	30.8	8888	0.5	10.7	8888	0.2	24.8	20.9	8.4
12	16.1	8888	25.3	0.6	8888	1.4	8.3	0.2	11	9.8	1.9	28.3
13	8888	8888	37.2	8888	4.6	8888	8888	0.5	8888	1.6	55.6	12.1
14	8888	1.6	8888	8888	8888	8888	8888	0.8	18.6	30.8	5.2	8.2
15	8888	18.8	8888	34.8	8888	8888	8.2	33.3	1.8	1.8	21.2	8888
16	8888	8.1	8888	8888	8888	8888	3.8	45.5	8888	8888	0.2	28.8
17	1.1	8888	8888	1.2	8888	3.8	0.3	8888	12.3	18.8	0.2	5.6
18	64.5	21.6	8888	21.3	8888	8888	8888	8888	15.2	8888	10.6	7
19	181.9	8888	0.6	1.8	8888	8888	8888	8888	8888	3.8	8.1	2.5
20	8888	8888	28.6	0.5	8888	8888	1.2	8888	26.7	18.8	4.6	199.7
21	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	11.8	8888	15	33.9
22	4.8	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888
23	2.2	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	4.4	8888	8888	8888
24	8888	8888	8888	3.5	8888	2.3	8888	3.8	0.4	8888	8888	8888
25	8888	8888	8888	8888	8888	4.1	8888	23.2	74.6	8888	8.6	8888
26	8888	8888	8888	8888	8888	1.7	8888	8888	8888	8888	8888	0.1
27	8888	8888	0.2	1.2	8888	8888	8888	82	8888	1.2	6.2	8888
28	0.1	8888	9.7	8888	8888	8888	8888	0.7	0.2	7	3	8888
29	20.1		6.3	8888	8888	8888	3	8888	0.2	8888	8888	8888
30	3.6		8888	37.1	8888	5.1	8888	5.4	0.2	13.2	8888	8888
31	254.3		8888		0.7		8888	8888		12.6		8888

* 8888 : Data Tidak Terukur

* 9999 : Tidak Ada Data

2004	BULAN											
TANGGAL	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	0	16	8888	0	8888	0.6	1	30.1	8888	8888	11.6	8888
2	0	4	8888	0	4	8888	0	0.6	1	8888	14.4	2.3
3	0	8888	8888	0	5.4	8888	3.6	8888	8888	8888	0.3	5.5
4	0	8888	4.2	1.8	28.7	33.6	1	8888	8888	8888	4.3	8888
5	7	8888	1	0	15.2	8888	2.2	8888	32.6	8888	8888	8888
6	8888	0.6	0.2	0.7	0.9	8888	12	8888	8888	1.4	8888	4.8
7	0	8888	8888	0	8888	5.2	0.6	8888	8888	8888	6.4	1.4
8	0	8888	129.6	0	8888	8888	40.3	8888	8888	8888	0.7	7.4
9	2.9	8888	0.2	8888	8888	9.8	0.4	8888	8888	0.4	8888	8888
10	0.2	8888	8888	0	8888	8888	20.7	8888	8888	8888	8888	8888
11	9.4	8888	7.8	0	8888	8888	8888	8888	8888	8888	8888	9.6
12	8888	8888	5.2	0	8888	8888	8.6	8888	1	8888	17.2	12
13	0	8888	2.8	0	8888	8888	0	8888	8888	8888	4.4	4.1
14	10	8888	8888	0	8888	8888	16.4	8888	7.1	8888	3.4	1
15	0	8888	1	0	7.8	8888	0	8888	5	8888	8888	8888
16	0	8888	0.6	0	14.6	8888	22.6	1.4	9	8888	8888	8888
17	0	8888	8888	0	8888	8888	2.8	8888	8888	8888	8888	8888
18	0	8888	8888	0	12.2	8888	0	5.2	8888	3.8	8888	0.6
19	45.8	8888	18.2	0	10.3	8888	0	8888	8888	8888	53	8888
20	0	8888	8888	0	6.4	8888	19.4	49	3.6	3.4	0.4	8888
21	0	8888	2.2	0	14.8	8888	0.4	8888	2.6	38.4	9.4	8888
22	0	8888	8888	0	1.6	16.4	8888	8888	8888	11	8888	8888
23	86.8	8888	8888	0.4	12	8888	5.1	14.1	8888	1.2	3.9	8888
24	239	8888	8888	8888	8888	8888	8	8888	49.4	20.1	8888	8888
25	1	8888	8888	0	16.2	10	0	10.2	9.6	0.2	4.2	8888
26	3	8888	8888	0	6	0.2	7.6	8888	2.4	1	0.3	8888
27	5.6	8888	8888	0	41.7	8888	1.6	4	8888	2.8	8888	1.8
28	156	8888	8888	8888	8888	8888	1.8	8888	1.2	3	0.5	9.8
29	122.4	8888	8888	37.4	1.8	8888	2.4	8888	9.8	2.9	0.6	8888
30	0		8888	36.8	4.3	8888	0.2	8888	8888	19.8	8888	13.6
31	0		8888		8888		9.5	8888		15.6		56.4

* 8888 : Data Tidak Terukur

* 9999 : Tidak Ada Data

2005	BULAN											
	TANGGAL	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November
1	20.8	0	1	0	1.4	8888	0	41	8.6	3.2	32.6	3.2
2	145.8	0	0	10.6	0	0	0	28	10.9	6	21.5	2.8
3	0.8	0	1.3	10.2	0	0.8	8888	0	4.4	6.6	11.2	8888
4	47.2	8888	0	86.7	0	0	0.6	20.8	34.8	5.6	9.2	12
5	8888	8.8	5.9	1.5	1.8	0	0	0	1.8	0	13.5	0.6
6	8888	0	1	19.2	46.8	0	0	2.8	0	38.4	5.8	0
7	6.6	0	2.6	0	1.6	0.6	0	8888	2.9	23	8888	8888
8	2.2	0	0	3.4	67.2	0.6	0.6	5.3	8888	0.6	0	0
9	5.6	0	0	0	0	8888	0	0	0	8888	1.2	8.1
10	5.6	0	0	0	5.5	8888	0	0	5.8	0	0.1	33
11	0	0	0	8888	55.4	0	0	4.2	8888	8888	2.6	0.3
12	0	0	0	0	3	8888	10.8	8888	8888	0.8	0	7.8
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.1	1.3	0.6
14	8888	0	8888	8888	35.2	18.8	2	0.6	0	30.6	8888	0
15	8888	0	0	0	6.4	0.2	12	0	29.7	0	0.5	0
16	8888	0	0	0	62.8	0	0.2	0	7.3	66.4	57.8	0
17	24.6	0	0	0	24.9	5	0	0	8888	0.3	4.6	8888
18	0	0	0	2.4	0.6	8888	16.6	22.1	7.4	0	5.4	20
19	0	0	1	8.4	8888	9.4	8888	1.2	0	8888	12.9	8888
20	0	0	0	3	0	7.2	0	20	8888	0	17.7	0
21	0	0	0	0	2.4	2.4	8888	1	0	0.4	8888	9
22	0	0	0	0	0	8888	8888	8888	28.1	1.2	60.8	11
23	0	0	0	0	0.7	0	43.2	1.2	0	8888	0	0.7
24	0	0	0	0	15.1	5.8	23	1	1	8888	9.6	13.6
25	0	0	0	0	9.1	0.3	14.8	26.5	3.8	60.6	4.6	2
26	0	0	2	0	8888	1.6	1.9	0.3	0	2.3	0.2	2
27	0	5.6	1.2	0	2	8888	0	0	0.9	67.8	4.6	10.5
28	0	0	10.4	21.2	0	9.4	8888	0	3.4	16.7	8888	0
29	0		22.9	0	2.6	10.1	0	0	0	0	51	8888
30	0		34.8	0.9	6.5	8888	36.6	7.8	0	0	0.3	0
31	0		0.8		0		0	5.8		12.7		17.2

* 8888 : Data Tidak Terukur

* 9999 : Tidak Ada Data

2006	BULAN											
	TANGGAL	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November
1	1.3	1.4	0	0	0	0	1	8888	0	6.6	1	15.1
2	0.7	0	0	8888	0	16.2	0	0	8888	0	17.8	14.9
3	0	0	0	25	0	0	0	0	0	1.2	0.6	43
4	13.6	4.8	0	7.7	0.2	0	0	0	0	4	0	0
5	0.5	14.6	0	40	9	19.4	0	0	0.5	0	0	0
6	17.1	0	0	0	0	23.1	16.8	0	0	0	35.1	0.3
7	68.9	0	0	1	0	0	0	9	8888	0	2.4	0
8	246.3	0	0	2.7	0	10.7	0.2	0	6.7	0	0.5	0
9	18.8	33.7	0	0	0	3.2	69.7	0	8888	0	1.5	2
10	43.2	34.4	0	3.9	11.2	15.5	6.1	1.7	7	0	0.3	0
11	47.5	0	0	11.4	0	81	8	1.8	0	0	10	8888
12	28.5	0	0	8888	6	0	1	0	0	0	0	0.6
13	0	0	0	3.4	28.8	22.2	6.4	0.4	8888	0	8888	197.4
14	0	0	0	36.9	9.4	0	0.8	2.8	3.5	0	0	8888
15	0	0	0	0.2	0	2.8	0.4	28.5	10.3	1.2	23.1	8888
16	0	0	0	15.7	0	11.5	0	0	0.2	8888	0	1.3
17	1	0	0	0.5	0	2.5	3.9	0	0	10	8.3	39.1
18	0.2	0	0	7.3	0	5.7	0	0	8888	8888	16.6	162.3
19	0	8888	8888	13.7	0	3.6	1	14.2	0	0	9.3	168.8
20	0	0	0	53	1.4	4.5	0	0	0	2.7	4.8	23.2
21	0	8888	46.4	11.5	3.7	0	7.8	0	0	0	8888	45.9
22	8888	0	19.4	8888	1.2	13.2	2.8	0	0	3	8888	6
23	0	0.2	8888	0	0	4	0	0	0	0	1	5.9
24	1.4	0.8	0	1.2	5.1	28	0	0	3	0	2	20.9
25	0	0	0.4	3.6	3.1	10.7	0	0	8.3	9.1	0.2	74.1
26	8888	0	13	3.7	0	0	0	6.3	0	0	8888	112.5
27	0.1	0	5.9	8888	5	0	0	0	26.8	0	0.1	42.2
28	0	0	8888	0	57	0	8.6	10.2	0	0	8888	14
29	0		8888	6.8	0	0	8888	8888	0	34.5	0	8888
30	0		8.2	10.6	0	0	6	51.8	16	26.8	8888	0
31	0		12		8888		2.5	27.3		0		0

* 8888 : Data Tidak Terukur

* 9999 : Tidak Ada Data

2007	BULAN											
	TANGGAL	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November
1	8888	0	3.2	1.2	10.3	8888	8888	0.3	2	13.8	6.7	0
2	7	0	31.3	0	7.8	0	0	0	8888	0	0.4	0
3	46.4	0	0	1.2	37	8888	7	0	32	0	8888	0
4	9.2	0	8888	0	8888	5.3	0	0	8888	0	31.6	8888
5	0	0	0	0	0	8.3	0	0	0	0	0.3	209
6	0	0	0	0	0	8888	0	0	35	8888	23.2	12.9
7	8888	0	0	0	8888	0	0.4	8888	8888	29.4	3.8	0.8
8	8.6	0	0	0	0	8888	53.5	0	3.8	26	2.7	37.1
9	39	0	0	0	2.8	0.2	8888	0	0	0	26.7	2.2
10	8888	0	0	0.1	15.2	2.3	0	0	22.4	2.8	0.4	136.2
11	95.1	0	0	0	10	8888	15.8	0	8888	0	0	6.5
12	174	0	0	27	11.8	1.4	0	8888	0	0	14.7	4.7
13	21.2	0	4	8.5	59	11.1	0	1	8888	0.2	4.1	0
14	3.1	0	8888	0	10	1.6	7.2	8888	16.5	1	2.3	0
15	4.2	0	0.5	0	11.2	0.1	0	2.6	16.5	40.9	0.2	0
16	0	0	8888	0	0	51	2.7	0.5	21.8	8888	3.1	1.4
17	0	8888	0.2	0	2	3.6	0.3	8	0	0	11.3	8.6
18	0.3	0	8888	21.6	8888	0	3.5	5.7	4.6	16.6	39	1.6
19	0	22	7.9	8888	8888	43.7	2	25.6	0	0.4	36.4	2
20	15	0	48	0	0	0	8.5	0.6	0	8888	18.8	50.3
21	0	0	11.2	0	0.6	0	84.4	7.8	0	5.6	8888	0
22	0	0	0.6	0	8888	0	5.3	1	0	7.9	0	0.3
23	3.5	2.7	0	0.1	12	0	3.7	0	0.5	0	0	20.4
24	24.2	0	0	17.5	3.4	16.8	6.7	2.4	0.5	8888	0.3	0
25	25.5	0	8888	6.2	1.1	42.5	0	0	8.7	0	0	8888
26	2.4	0	2.4	3.5	8888	0	8888	62.8	30.9	8888	7	0.2
27	6.2	15.3	0	3.9	8888	0	8.7	10	22.4	1.8	37	0
28	8888	25.9	0	13	0	9	8888	72.8	0	63.8	8.6	0
29	8888		6.5	4.3	8888	5.4	0.2	4.5	0	2.9	8888	0
30	0		65	26.2	0	0	2	0.9	0	28.7	0	15.2
31	0		0.2		2		0	0		30.2		0

* 8888 : Data Tidak Terukur

* 9999 : Tidak Ada Data

2008	BULAN											
	TANGGAL	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November
1	8888	73.9	8.1	0	0	9.8	1.2	0	0.6	8888	2	0
2	0.3	0.6	13.8	0	0	0.6	0	0	12.2	0	0	3.4
3	0.2	22	42.1	9.4	0	5.5	0.4	0	103.2	0	0.3	8888
4	2.2	8888	1.2	0	27.3	0	0	8888	17.9	0	8888	15.8
5	4	8888	30.1	0	0	0.6	21	0	8888	0.7	0	8888
6	8888	0	15	0	12	42.9	1	8888	24.4	20.1	8888	3.1
7	7.7	0	0	6.8	0	31.4	41.9	16.7	0	1.5	13.4	25.4
8	57	8888	8888	0.8	3.8	8888	0.2	0	8888	2.5	0	0.7
9	37.9	0	6.4	0	6.4	0	13.1	14.8	0	0.4	37	0
10	0	0	65.6	4	1.4	10.9	12.7	7.4	0	0	12.4	0
11	0	0	81.2	1.4	4.6	1.9	0.2	0	0.8	8888	4.5	4.3
12	0	0	73.2	17.2	0	0	0.2	3.7	4	12	38.5	0
13	0	0	23.9	21.4	0	0	10.6	0	0	18.4	6.9	2.3
14	0	0	0	0	10.5	0	1	0	8888	19	0	23.6
15	8.5	0	8888	0	0	0	0.7	0	9.9	25.9	0	4.5
16	0	0	5.8	2	0	4.4	8888	4.9	0	24.7	0	2
17	13.8	0	0	8888	0	0	16.6	0	0	21.4	8.6	0
18	0	0	8888	8888	0	0.6	6.1	11.8	0	8888	1.7	0.2
19	0	0	8888	0	0	0	1.5	0.9	0	0	4.9	0.5
20	8888	0	0	38.8	0	8888	62.2	0	0	0	8888	0
21	0	0	0	0	0	9	43.6	1	1.2	19.6	8888	0
22	0	0	8888	8888	0	6	0	13	0	23	19.8	0
23	0	0	8888	0	0.2	8888	5.5	37.6	0	6.1	2.6	117.4
24	0	0	0	31.2	0.2	8888	6.2	64.4	9.8	17.8	8888	41.4
25	0	45.9	0	0	0	8888	67	8888	0	0	1.9	0
26	0	8888	2.8	0.8	1.7	0	8888	8888	19.4	0	14	0
27	4	0	0	0	0	12	8888	2.8	0	8888	8888	0
28	2.7	11.3	0	0	1	0	0	0	8888	0	0	20.3
29	0	1.6	0	8888	2.9	1	0	0	0	28.4	0	0
30	0		0	10.4	5	0	0	0	32.6	0	27.8	0
31	0		0		8888		0	0.4		19.5		0

* 8888 : Data Tidak Terukur

* 9999 : Tidak Ada Data

2009	BULAN												
	TANGGAL	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	0.3	0	69	0	6.7	0	8888	0	1.8	0	0	0	0
2	8888	0	0.6	0	1.3	2	0.5	0	0	9.3	0	0	0.5
3	5.2	0	4.1	0	19.3	59.5	0	0	0.4	1	2	8888	
4	0.3	12.8	0	0	0	0	2.5	0	10.4	0.1	65.4	5.4	
5	1.4	0	24.1	9.7	0.4	0	34.2	0	0	1	10.5	49.1	
6	0	0	0	8888	8888	0	11	0	69	0	1.4	0.3	
7	0	0	0.6	6	0	5	0.2	0	0	0	0	1.4	
8	0	0	0	1	10.6	0	3.5	0	0	27.5	1.3	0	
9	8888	0	99.3	36.6	0	0	0	8.7	0	0	63.1	0	
10	0.3	0	0	0	2	0	9	5.8	0	0.2	5.5	0	
11	8888	1.2	0	0	35.2	0	30.3	0	10.5	0	0	0	
12	0	0	1.2	8888	0	0	0	37.3	8888	31.8	3.9	0	
13	3.8	0	17.8	0.4	3	29.4	0	0	0	0	12.4	0.2	
14	0	8888	6.6	0	0	0	0	8888	0	0.6	8888	0	
15	0	0	1.4	8888	0	20	4.8	0.4	0	0	0	8888	
16	8888	1.3	15.2	0	0	8888	8888	0	0	0.4	8.1	27	
17	0	0	6.1	0	8888	0	0	31	4.7	0	0	40.2	
18	0	0	3.4	0	16	0	11.3	0	18.9	0.8	33.9	7.6	
19	0	0	3.6	0	0	0	22	0	19	0	14.5	24.6	
20	0	0	0	1.3	0	0.5	0	8888	0	0	3.8	2.7	
21	0	0	13.5	5.4	0	8888	6	26	2.3	30	6.1	1	
22	0	0	0.5	0	0	0	9.3	0	0.2	16.4	0.8	1.2	
23	0	0	0	8888	7.2	0	19	19.6	0	0	2.8	6.7	
24	0	5.3	2.3	0	0	16.6	2.3	11	16.7	0	0	0.6	
25	0.5	0	0	0	0	0	1.6	0	0	0	0	0	
26	0	0	5	2.9	45.5	0	0	40.4	0	16	0	8888	
27	0	0	0	0	0	0	26.7	17.4	0	11.5	1.4	8888	
28	0	22.2	0	9.1	0	11.4	0	0	12.4	36.2	1.8	1.4	
29	0		0	0.5	0	89.2	0	0	8888	0	0.2	0	
30	0		8888	0	0	0	0	22	0.8	17.2	0	1.2	
31	0		0		0	0	0	0		3		0	

* 8888 : Data Tidak Terukur

* 9999 : Tidak Ada Data

2010	BULAN											
	TANGGAL	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November
1	0	0	0	50.7	0	0.7	25.1	9.5	8888	0	3.4	8888
2	8888	0	0	0.8	0	6.6	30.4	0	0	6.3	0.7	10.3
3	8888	0	0	36	8888	1.4	2	0	1.4	0.5	8888	7.2
4	8888	0	0	6	0	0	0	0	8888	61.2	0	23.2
5	8888	0	0	0	0	3.9	0	0	2.3	14.2	0.5	0
6	8888	0	0	0	0.1	0	0	3.2	7.5	0	50.5	8888
7	8888	0	0	8888	0	12.4	0	0	0	8888	34.2	0
8	1	0	0	0	0	29.9	0.8	0	21.2	0	1.6	11.3
9	0	0	83.4	36	7.8	3	0	0	0	1.2	6.2	0
10	0	10.3	18.3	45	1.4	1.4	12.7	0	20.5	8888	8888	8.3
11	0	3.3	6.9	0	44.4	0	0	2.6	0	0	23.3	6.3
12	0	0	0	0	0.2	8888	0.4	0	0.9	9.9	0	0
13	8888	0	0	27	14.6	2	8.6	10.4	0	8888	0	5.7
14	0	0	0	0	58.2	2.8	0.5	0.5	0	0	11.9	0.8
15	0	0	5.7	3	8888	7.2	0	1.6	0	0	3.8	8.4
16	0	23	60.1	6.8	25	33.2	11.6	0	0	0	4	0
17	0	0.6	9	0	0.4	0	5.4	8888	16.5	0	7.5	8888
18	0.3	0	51.3	0	1.2	9	18	11.2	0	0.1	8888	1.8
19	18	0	3.4	3.5	0.9	4.3	0	19.5	0	4.6	0	0
20	2	0	11.9	0	1.7	0	16.6	6.1	6.3	8888	0.9	0
21	0	8	0	0	0.5	8888	14.9	0	5.4	8888	0	8888
22	9	0	0	0	1	37.4	16.9	1.4	0.1	16.1	0	0
23	0	0	1.5	0	0	1.7	0	31.2	10	0	11	0.1
24	0	0	0	0	0	1.1	0	0.5	9.1	19.8	0.7	4.4
25	0	0	58.6	0	0.3	9.9	8.4	0	0	4.6	28	1
26	0	0	0	0.5	0	0	12.6	0	5.2	8888	0	0
27	0	0	0	0	0	15.4	9	8888	94.1	8888	0	0
28	0	0	0	0	0	7.4	7.4	0	21.6	0	9.1	8888
29	0		0	0	1.6	0.8	0	24.3	0	13.9	13	0
30	0		0	0	1.2	0.2	7.5	0.6	64.2	13.4	11.2	0
31	0		0.5		3.9		6.7	0		0		0

* 8888 : Data Tidak Terukur

* 9999 : Tidak Ada Data

2011	BULAN											
	TANGGAL	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November
1	8888	1.4	0	1	15.4	6.1	0	8888	8888	9.9	0	12.5
2	0	3.2	0	0	2.2	1.1	0	8888	0.2	1.7	2.1	17.4
3	1.6	0	0	3	8888	1	2.3	2.1	4.6	21.5	2.3	8.7
4	0	0	8888	0	16.5	6.8	0	36.1	4.4	12.4	2.2	0
5	24.8	0	0	0	0.2	42.1	0	8888	4.2	8888	34	0
6	14.3	0	1.4	0	0	8.8	0	91.4	0	3.1	0.4	0
7	0.1	0	4.7	0	0	0	0	23.8	0	12.7	163.3	0
8	1.9	0	0	0	0	3.6	0	8888	0	13.9	20.5	1
9	19.2	0	8888	0	8888	6.2	0	1.8	0	0	0	3.2
10	24.7	0	15.6	30.9	19.5	0	0	8888	70.8	1.6	0.2	29.7
11	0.1	0	0	1.4	0	11.5	5	8888	44.9	42.8	0	40.3
12	31.8	0	0.1	0	13.8	0	2	8888	0	4.8	1.8	0
13	0	0	8888	0	0.9	4.9	5.4	8888	0.2	0	0.5	0
14	2.8	0	0.3	7.8	0.3	0	3.4	2.7	5.9	0	17.7	27.3
15	0	0	0.3	0	0	35.3	18.6	29	0	1.4	8888	0
16	0	0	4.2	12.2	8888	0	8888	1	0	0	0	1.2
17	18.9	0	3.1	7.4	8888	8.3	1.8	8888	12.4	5.4	0	4.3
18	0	0	0	8888	0	1.1	0	8888	2.9	5.7	6.7	18.5
19	0	4.3	1	0	0	12.8	0	8888	27	6.7	0	25.6
20	0	0	30.8	48.5	1.6	0.9	0	8888	14.1	15.2	8888	2.5
21	8888	0	22.8	64.4	1	3.9	0	8888	2.5	8.3	0	0
22	0	0	5.3	0	17	12.2	23.4	8888	5.3	110.8	69.1	8888
23	0	0	0	0	0	1.4	0	37.8	0	0	0.3	8888
24	0	8888	0	0	0	8888	5.6	8888	8888	0	46.9	53.7
25	15.7	0	0	0	0	10.5	3.1	33.5	4	0	2.3	1.6
26	36.7	0	0	0	0	0	5.7	0.8	2.5	49.4	21.3	0
27	0.1	0	0.3	0	1	0	67.8	14.8	1.3	1.8	0	2.2
28	0.4	0	0	0	0	0	3.1	8888	0	6	0.7	0.2
29	44.2		1.2	0.2	1	4.6	0	1.3	0	14.8	0	0
30	279.5		0	0	0	28.7	0	15.4	3.9	2.3	3.1	8888
31	137.2		0		4		0	8888		37.5		0

* 8888 : Data Tidak Terukur

* 9999 : Tidak Ada Data

2012	BULAN											
	TANGGAL	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November
1	0	0	20.6	7.2	21.8	0.4	0	0.1	0	11.6	1	11.2
2	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	1.9	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	2.2	0	4	0	0	0	3.4	0
5	0	0	0	0	0	8888	0	8888	0	0	8888	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8888	0	0
7	8888	0	3.5	0	0	1	4.6	0	0	0	0	0
8	0	0	4.6	0	2.6	6.8	0	0	0.2	0	0	1.7
9	0.3	0	0	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	8888	0	0	0	0	0	0	0	0
11	8888	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5
12	0	0	0	0	10.1	0	0	0	0	0	0	0.5
13	0	0.8	77.6	0	0	0	3.7	0	0	0	0	1.3
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.6
15	0	0.2	0	0	3.3	0	0	0	0	0	0	0
16	0	8888	0	0	31.6	0	0	0	0	3.7	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6
18	0	2.7	0	0	0	0	0	0	0	8888	3.6	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8888	0.2
20	0	8888	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	2.9
21	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	39.9	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0.9
25	0	0	0	0	0	0	0	0	5.6	0	0	0
26	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	8888	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	30.9	0	0	0	0	0	8888	0	0.3
30	0		5.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0		0		0		0	0		0		0

* 8888 : Data Tidak Terukur

* 9999 : Tidak Ada Data

2013	BULAN											
	TANGGAL	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November
1	4.9	0	0	0	0.5	1.5	0	8.6	18.1	2.5	3.5	46.4
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3
4	0	0	0	21.5	0	0	8.6	0	0	0	0	0
5	0	0	0	55	0	0	0	0	0	1	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0.8	1.8	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	2.5	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	8888	0	0	0	0	2	0	61.3	1.5
10	0	0	0	8888	2.9	4.5	0	19.7	0	0	0	0
11	0	0	0	0	8888	0	0	0	0	0	14.4	0
12	0	1.5	0	0	0	0	0	8888	0	0	0	0
13	0	0	0	37.8	0	0	3	0	0	8888	2.3	0
14	0	0	0	0	0	0	0.7	0	0	2.4	0	0
15	0	0	0	0	36.2	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	2.6	0	1	0	0	0	0	8888	0
17	0	0	0	0	8888	0	0	0	0	0	0	0
18	4.8	0	0	2.8	0	0	0	0	0	0	0	0
19	2.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19.8	2.3
20	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
21	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.4	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	10.5	4.6	0	0	0	0	0	0	8888	0
26	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64.5	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8	0	0	0
29	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0		0	0	0	0	0	0	0	0	51.5	0
31	0		0		0		0	0		0		0

* 8888 : Data Tidak Terukur

* 9999 : Tidak Ada Data

2014	BULAN												
	TANGGAL	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.9	0.6
2	0	0	0	0	0	33.5	23.9	0.9	6.2	0	0	8888	0
3	0	0	0	0.3	0	4.2	2.2	0	0	13.1	0	0	0.4
4	0	0	0	8.6	0	18.3	32	2	0.4	5.6	0	0	16.1
5	6.3	0	0	57.7	0	41.3	6.2	20.3	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	1.3	3.4	7	5	0	0	0	12	5.3
7	0	0	0	0	1.3	16.7	26	29.2	0	0	0	40	16.1
8	0	0	0	7.5	28.3	0	0.2	14.1	0	0	0	10.3	8888
9	0	0	0	0	1.8	0	39.4	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	8	0	1.5	3.4	3.8	0	0	9	0
11	0	0	0	2	0	36	33.9	1.3	0	2.4	8888	1.5	0
12	0	0	0	5.2	9.9	0.1	0	32.4	6.3	0	0	0	1.4
13	0	0	0	0	7.7	0	0	3.9	0	0	0	59.4	0
14	0	0	0	0	16.5	13.6	0	4.5	0	8888	1.7	0	0
15	0	0	1	0	0	0	0	1.8	0	0	0	2.2	8888
16	0	0	29.6	6.3	5.5	0	5.4	8888	0	0	0	0	1.2
17	0	0	12.7	7	2	14.7	5.6	0	0	26.4	0	13	8888
18	0	0	13	2.3	37.5	4.4	5.4	0	0	21.3	0.4	30.6	1.2
19	0	0	0	0.1	6.9	0	19.8	8888	0	0.2	0	1.1	116.7
20	0	0	1.2	0.3	17.5	0	0	2	17.2	0	0	0.6	5.3
21	0	0	0	30	0	0	0	2.6	0	2.5	1.7	10.5	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.8	3.8	1.4	0
23	0	0	0	0	4.6	0	0	76.4	0	8888	19.3	4.5	0
24	0	0	0	1.5	0	2.9	0	8	11	0	0.3	0	0
25	0	0	0.2	0	2.8	11.5	0	11.2	60.5	0	0	0	19
26	0	0	0	0	0	8888	0	4.4	0	8888	0.3	47.6	0
27	0	0	0	23.6	47	0.2	7.1	8888	0	1	2.6	45.1	0
28	0	0	0	8	0	0	0	8888	0	0	0	2.6	0
29	0	0	0	7.6	3.8	8888	20.5	0.5	0	0	6	2	0
30	0	0	0	3.5	22.7	3.7	36.6	0	2.3	8888	5.3	8888	0
31	0	0	0	0	4.8	0	0	0	0	0	0	0	0

* 8888 : Data Tidak Terukur

* 9999 : Tidak Ada Data