

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE DAN
KOLAM RETENSI PADA WILAYAH TAMAN
NAROGONG INDAH, KOTA BEKASI
(*EVALUATING THE CAPACITY OF DRAINAGE
CHANNELS AND RETENTION BASIN IN TAMAN
NAROGONG INDAH, BEKASI CITY*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



**Muhammad Azhar Fadhil Suwanto
18511036**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – PROGRAM SARJANA
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2024**

TUGAS AKHIR

EVALUASI KAPASITAS SALURAN DRAINASE DAN KOLAM RETENSI PADA WILAYAH TAMAN NAROGONG INDAH, KOTA BEKASI (EVALUATING THE CAPACITY OF DRAINAGE CHANNELS AND RETENTION BASIN IN TAMAN NAROGONG INDAH, BEKASI CITY)

Disusun oleh

Muhammad Azhar Fadhil Suwanto

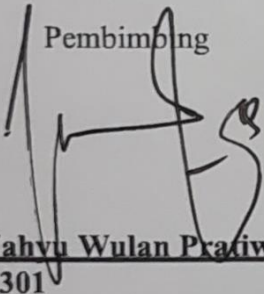
18511036

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

Di uji pada tanggal 23 Februari 2024

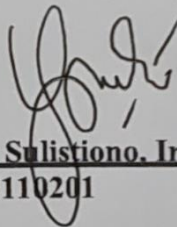
Oleh dewan penguji :

Pembimbing



Astuti Wahyu Wulan Pratiwi, S.T., M.T.
NIK : 155111301

Penguji I



Bambang Sulistiono, Ir., MSCE.
NIK : 805110201

Penguji II

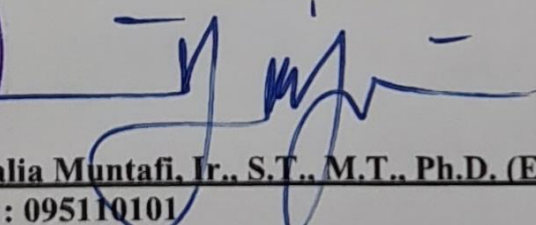


Shofwatul Fadilah, S.T.P., M. Eng
NIK : 215111308

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Sarjana Teknik Sipil




Yunalia Muntafi, Ir., S.T., M.T., Ph.D. (Eng), IPM.
NIK : 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas, Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan 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 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, 23 Februari 2024

Yang membuat pernyataan,

A handwritten signature in black ink is written over a yellow postage stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'SEKULUH RIDE RUPIAH', '2000', and 'METERAI TEMPEL'. A unique alphanumeric code '9C9ALX045452511' is printed at the bottom of the stamp.

Muhammad Azhar Fadhil Suwanto

(18511036)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

Alhamdulillahirabbil'alamin, Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase dan Kolam Retensi pada Wilayah Taman Narogong Indah, Kota Bekasi” yang merupakan salah satu syarat menyelesaikan studi serta memperoleh Derajat Sarjana Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penyusunan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan baik berkat bantuan, bimbingan, dan kerjasama dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

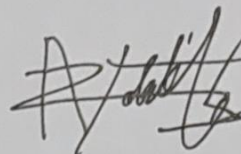
1. Bapak Sigit Suwanto dan Ibu Sri Nuryati selaku orang tua penulis yang telah berkorban begitu banyak baik material maupun spiritual hingga selesainya Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dwi Astuti Wahyu Wulan Pratiwi S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing yang memberikan arahan, bimbingan sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
3. Bambang Sulistiono, Ir., MSCE. selaku Dosen Penguji I dalam sidang Tugas Akhir jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Shofwatul Fadilah. S.T.P., M. Eng. selaku Dosen Penguji II dalam sidang Tugas Akhir jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
5. Yunalia Muntafi, Ir., S.T., M.T., Ph.D. (Eng)., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
6. Bapak Ilya Fadjar Maharika, Dr.-Ing., Ir., MA., IAI., selaku Ketua Jurusan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

7. Teman-teman Teknik Sipil UII 2018 yang banyak memberikan kesan selama perkuliahan dan memberikan bantuan dalam penyusunan Tugas Akhir.
8. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah banyak membantu proses penyusunan Tugas Akhir.

Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karenanya diharapkan kritik dan saran demi menyempurnakannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Yogyakarta, 24 Februari 2024

Penulis,



Muhammad Azhar Fadhil Suwanto

(18511036)

DAFTAR ISI

JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
ABSTRAK	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kajian Penelitian Terdahulu	4
2.1.1 Analisis Pengendalian Genangan Dengankolam Retensi Di Wilayah Sentul-Rsud Cilacap	4
2.1.2 Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Pada Jalan Merpati, Kecamatan Tegal Selatan, Kotamadya Tegal	5
2.1.3 Desain Kolam Retensi Gerilya Soedirman Purwokerto	5
2.1.4 Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Mayang Kecamatan Kota Baru, Kota Jambi	6
2.2 Perbedaan Dengan Penelitian Sebelumnya	7
BAB III LANDASAN TEORI	10

3.1	Drainase	10
3.1.1	Drainase Perkotaan	10
3.1.2	Sistem Jaringan Drainase	11
3.1.3	Pola Jaringan Drainase	11
3.2	Analisis Hidrologi	14
3.2.1	Curah Hujan	14
3.2.2	Analisis Curah Hujan	15
3.2.3	Periode Ulang Hujan (PUH)	15
3.2.4	Analisis Frekuensi	16
3.2.5	Hujan Rencana	18
3.2.6	Uji Kecocokan Distribusi	25
3.2.7	Koefisien aliran (C)	28
3.2.8	Waktu konsentrasi (t_c)	29
3.2.9	Intensitas Curah Hujan	30
3.2.10	Debit Rencana	30
3.3	Analisis Hidrolika Saluran	31
3.3.1	Perhitungan Geometri Penampang Saluran.	31
3.3.2	Kemiringan Dasar Saluran	34
3.3.3	Koefisien Kekasaran Saluran	34
3.3.4	Debit Aliran	36
3.3.5	Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase	36
3.4	Kolam Retensi	36
3.4.1	<i>Hytograph</i> Hujan Rancangan	37
3.4.2	Hidrograf Satuan Sintetis (HSS)	38
3.4.3	Debit Hidrograf Limpasan Langsung	44
3.5	Pompa	45
	BAB IV METODE PENELITIAN	47
4.1	Jenis Penelitian	47
4.2	Lokasi Penelitian	47
4.3	Alat dan Bahan Penelitian	49
4.4	Pengumpulan Data	49

4.5	Tahap Penelitian	50
4.6	Tahap Analisis Data	51
4.7	Bagan Alir Penelitian (<i>flowchart</i>)	52
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN		55
5.1	Analisis Hidrologi	55
5.1.1	Penentuan Hujan Kawasan	57
5.1.2	Analisis Parameter Statistik	59
5.1.3	Analisis Curah Hujan Rencana	64
5.1.4	Uji Kecocokan Distribusi	66
5.1.5	<i>Catchment Area</i>	68
5.1.6	Koefisien Pengaliran (C)	70
5.1.7	Analisis Waktu Konsentrasi (t_c)	72
5.1.8	Analisis Waktu Saluran (t_d)	73
5.1.9	Analisis Debit Rencana Saluran Drainase	75
5.2	Analisis Hidrolika	80
5.2.1	Perhitungan Geometri Penampang Saluran <i>Existing</i>	82
5.2.2	Kecepatan Aliran (v)	83
5.2.3	Kapasitas Debit Saluran (Q _{sal})	83
5.3	<i>Redesign</i> Dimensi Saluran <i>Existing</i>	85
5.4	Kolam Retensi	89
5.4.1	Perhitungan Hujan Jam-Jaman	90
5.4.2	Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu	93
5.4.3	Hidrograf Satuan Sintetis ITB I	100
5.4.4	Analisis Daya Tampung Kolam Retensi	107
5.5	Analisis Pompa	110
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		123
5.1	Kesimpulan	123
6.2	Saran	124
DAFTAR PUSTAKA		125
LAMPIRAN		127

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan Antara Penelitian Sebelumnya Dengan Penelitian yang Akan Dilaksanakan	8
Tabel 3.1	Penentuan PUH berdasarkan Jenis Kawasan	16
Tabel 3.2	Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota	16
Tabel 3.3	Distribusi Frekuensi	18
Tabel 3.4	Variabel Reduksi Gauss Untuk Distribusi Normal	19
Tabel 3.5	Faktor Frekuensi (K_T) Untuk Distribusi Log Normal	21
Tabel 3.6	Nilai <i>Reduced Mean</i> (Y_n) Untuk Distribusi Gumbel	23
Tabel 3.7	<i>Reduced Standard Deviation</i> (S_n) Untuk Distribusi Gumbel	23
Tabel 3.8	<i>Reduced Variated</i> (Y_1) Untuk Distribusi Gumbel	23
Tabel 3.9	Nilai K_T Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III	25
Tabel 3.10	Nilai X^2_{Cr} (Chi-kuadrat <i>Critic</i>)	27
Tabel 3.11	Koefisien Pengaliran (C)	28
Tabel 3.12	Harga Koefisien Manning	35
Tabel 3.13	Harga α dan β untuk HSS ITB	43
Tabel 5.1	Curah Hujan Maksimum Bulanan Sta Bend Bekasi 10a	55
Tabel 5.2	Curah Hujan Maksimum Bulanan Sta Cikeas No 26	56
Tabel 5.3	Curah Hujan Maksimum Bulanan Sta Kranji Dkt 25	56
Tabel 5.4	Koordinat Stasiun Curah Hujan	57
Tabel 5.5	Curah Hujan Maksimum Tahunan	58
Tabel 5.6	Curah Hujan Metode Aritmatik	58
Tabel 5.7	Analisis Distribusi Perhitungan ($x_i - \bar{x}$)	59
Tabel 5.8	Analisis Distribusi Perhitungan ($\text{Log } x_i - \text{Log } \bar{x}$)	60
Tabel 5.9	Analisis Kecocokan Parameter Statistik	64
Tabel 5.10	Hujan Rencana Log Pearson Tipe III	65
Tabel 5.11	Urutan Data Curah Hujan Terkecil ke Terbesar	66

Tabel 5.12	Perhitungan Nilai Chi-Kuadrat (X^2)	68
Tabel 5.13	Tata Guna Lahan pada <i>Catchment Area</i>	71
Tabel 5.14	Nilai Koefisien C	72
Tabel 5.15	Perhitungan Waktu Konsentrasi (t_c)	73
Tabel 5.16	Perhitungan Waktu Saluran (t_d)	74
Tabel 5.17	Keofisien C dan Waktu Konsentrasi (t_c) Aliran	77
Tabel 5.18	Intensitas Hujan (I) Aliran	78
Tabel 5.19	Debit Rencana (Q) Aliran	78
Tabel 5.20	Data Saluran <i>Existing</i>	80
Tabel 5.21	Debit Kapasitas Saluran <i>Exiiting</i> (Q_{sal})	84
Tabel 5.22	Evaluasi Saluran <i>Existing</i>	84
Tabel 5.23	Kapasitas Debit Saluran <i>Redesign</i>	87
Tabel 5.24	Kinerja Saluran <i>Redesign</i>	89
Tabel 5.25	Hasil Perhitungan Hujan Jam-jaman metode ABM	91
Tabel 5.26	Nilai ABM Setelah Dikurang Phi Indeks	92
Tabel 5.27	Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Terkoreksi	96
Tabel 5.28	Limpasan Langsung HSS Nakayasu Kala Ulang 2 tahun	98
Tabel 5.29	Limpasan Langsung HSS Nakayasu Kala Ulang 5 tahun	98
Tabel 5.30	Limpasan Langsung HSS Nakayasu Kala Ulang 10 tahun	99
Tabel 5.31	Perhitungan A_{HSS} Pada HSS ITB-1	102
Tabel 5.32	Unit Hidrograf HSS ITB-1	104
Tabel 5.33	Limpasan Langsung HSS ITB-1 Kala Ulang 2 tahun	105
Tabel 5.34	Limpasan Langsung HSS ITB-1 Kala Ulang 5 tahun	106
Tabel 5.35	Limpasan Langsung HSS ITB-1 Kala Ulang 10 tahun	106
Tabel 5.36	Perhitungan Volume Rencana HSS Nakayasu	108
Tabel 5.37	Perhitungan Volume Rencana HSS ITB-1	108
Tabel 5.38	Kinerja Pompa Kolam Retensi <i>Existing</i> pada Volume Rencana Nakayasu	112
Tabel 5.39	Kinerja Pompa Kolam Retensi <i>Existing</i> pada Volume Rencana ITB-1	113
Tabel 5.40	Tinggi Muka Air Tampungan Pola Operasi Pompa <i>Existing</i>	114

Tabel 5.41 Tinggi Operasi Debit Pompa	117
Tabel 5.42 Pola Operasional Pompa <i>Redesign</i> Untuk Volume Rencana Nakayasu	119
Tabel 5.43 Pola Operasional Pompa <i>Redesign</i> Untuk Volume Rencana ITB-1	120
Tabel 5.44 Tinggi Muka Air Tampungan Pola Operasi Pompa <i>Redesign</i>	121
Tabel 6.1 Perubahan Dimensi Saluran Existing	123

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Pola Jaringan Drainase Siku	12
Gambar 3.2	Pola Jaringan Drainase Paralel	12
Gambar 3.3	Pola Jaringan Drainase <i>Grid Iron</i>	13
Gambar 3.4	Pola Jaringan Drainase Alamiah	13
Gambar 3.5	Pola Jaringan Drainase Radial	14
Gambar 3.6	Pola Jaringan Drainase Jaring-Jaring	14
Gambar 3.7	Penampang Saluran Segi Empat	31
Gambar 3.8	Penampang Saluran Trapesium	33
Gambar 3.9	Bentuk <i>Hytograph</i> Metode ABM	38
Gambar 3.10	Bentuk HSS Nakayasu	40
Gambar 3.11	Rumus TL dan TP untuk HSS ITB	41
Gambar 3.11	Penurunan Hidrograf dari Hujan Berurutan	45
Gambar 4.1	Lokasi Penelitian Wilayah Taman Narogong Indah	48
Gambar 4.2	Peta Lokasi Penelitian	48
Gambar 4.3	Bagan Alir Penelitian (<i>Flowchart</i>)	53
Gambar 5.1	Analisis Polygon Thiessen	57
Gambar 5.2	Peta Kontur Untuk Penentuan Catchment Area	69
Gambar 5.3	Pembagian Catchment Area	70
Gambar 5.4	Tata Guna Lahan pada Cachment Area	71
Gambar 5.5	Sketsa Tata Letak Inlet dan Karakteristik Sub-Area	75
Gambar 5.6	Hasil Perhitungan debit Metode Das yang terdiri dari beberapa sub-area	79
Gambar 5.7	Penampang Saluran SU01	80
Gambar 5.8	Penampang Saluran SU02	80
Gambar 5.9	Penampang Saluran SU03	81
Gambar 5.10	Penampang Saluran SU04	81
Gambar 5.11	Penampang Saluran SU05	81

Gambar 5.12	Penampang Saluran SU06	81
Gambar 5.13	Penampang Saluran SS01	82
Gambar 5.14	Penampang Saluran SS02	82
Gambar 5.15	Data Spesifikasi Kolam Retensi Pengasinan	90
Gambar 5.17	Hyetograph ABM dan ϕ Indeks	92
Gambar 5.18	Hyetograph ABM Setelah Dikurang ϕ Indeks	92
Gambar 5.19	Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu	97
Gambar 5.20	Grafik Debit Limpasan Nakayasu	100
Gambar 5.21	Grafik Unit Hidrograf ITB-1	104
Gambar 5.22	Grafik Debit Limpasan ITB-1	107
Gambar 5.23	Grafik Volume Rencana Kala Ulang 2 Tahun	109
Gambar 5.24	Grafik Volume Rencana Kala Ulang 5 Tahun	110
Gambar 5.25	Grafik Volume Rencana Kala Ulang 10 Tahun	110
Gambar 5.26	Grafik Kinerja Pompa Kolam Retensi Existing Kala Ulang 2 Tahun	115
Gambar 5.27	Grafik Kinerja Pompa Kolam Retensi Existing Kala Ulang 5 Tahun	115
Gambar 5.28	Grafik Kinerja Pompa Kolam Retensi Existing Kala Ulang 10 Tahun	115
Gambar 5.29	Grafik Pola Operasi Pompa <i>Redesign</i> Kala Ulang 2 Tahun	121
Gambar 5.30	Grafik Pola Operasi Pompa <i>Redesign</i> Kala Ulang 5 Tahun	122
Gambar 5.31	Grafik Pola Operasi Pompa <i>Redesign</i> Kala Ulang 10 Tahun	122

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kondisi Banjir Pada Lokasi Penelitian	128
Lampiran 2. Kondisi Saluran Drainase dan Kolam Retensi <i>Existing</i>	129
Lampiran 3. Data Curah Hujan	134
Lampiran 4. Gambar Perbandingan Dimensi Penampang Saluran <i>Redesign</i> dan <i>Existing</i>	154
Lampiran 5. Peta <i>Digital Elevation Modeling</i> (DEM)	157
Lampiran 6. Peta Rupa Muka Bumi (RBI)	158
Lampiran 7. Data Kolam Retensi Existing	160

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

P_1, P_2, P_n	= curah hujan yang tercatat di pos penakaran
C_s	= koefisien kemencengan
C_k	= koefisien kurtosis
\bar{x}	= nilai rata-rata hujan dari data hujan (X)
S_n	= Standar deviasi
n	= jumlah data
X_T	= hujan rencana dengan periode ulang (mm)
K_T	= faktor frekuensi, nilainya bergantung periode ulang T
X^2	= parameter Chi Kuadrat terhitung
E_f	= frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya
O_f	= frekuensi yang diamati pada kelas yang sama
D_K	= derajat kebebasan
I	= Intensitas hujan rencana (mm/jam)
X_{24}	= Tinggi hujan harian maksimum atau hujan rencana (mm)
T	= Durasi hujan (jam)
t_c	= waktu kelambatan (jam)
t_d	= waktu konsentrasi (jam)
t_g	= waktu aliran saluran (jam)
T_b	= waktu dasar (jam)
$t_{0.3}$	= waktu saat debit sama dengan 0,3 kali debit puncak (jam)
α	= koefisien
β	= koefisien
C_p	= koefisien, biasa diambil nilai 1
t_p	= waktu puncak (jam)
Q_p	= debit puncak (m^3/s)
e	= bilangan euler, konstanta matematik

q	= perbandingan debit dan debit puncak
$q(t)$	= fungsi bentuk HSS ITB
Q_n	= debit hidrograf limpasan langsung (m^3/s)
A	= luas (Km^2)
Tr	= durasi hujan (jam)
R_0	= kedalaman hujan (mm), biasa diambil nilai 1
Q	= Debit Rencana (m^3/s)
A	= Luas daerah pengaliran (Km^2)
I	= Intensitas curah hujan (mm/jam)
C	= Koefisien limpasan
C_i	= Koefisien limpasan sub daerah pengaliran ke i
A_i	= Luas sub daerah pengaliran ke i
t	= Waktu konsentrasi (jam)
S	= Kemiringan saluran
n	= angka kekasaran permukaan lahan
L_s	= panjang lintas aliran di dalam saluran (m)
v	= kecepatan aliran di dalam saluran (m/s)
b	= lebar saluran (m)
h	= kedalaman air (m)
m	= perbandingan kemiringan talud
R	= jari-jari hidrolis (m)
P	= keliling basah saluran (m)
A	= luas penampang basah (m^2)
V_{input}	= volume air masuk (m^3)
V_{output}	= volume pompa air keluar (m^3)
V_{total}	= volume total (m^3)
ΔT_t	= perbedaan waktu jam ke-t (jam)
Q_t	= debit pada jam ke-t
Q_{t-1}	= debit sebelum jam ke-t

ABSTRAK

Permasalahan banjir masih terjadi di beberapa kawasan di Kota Bekasi, Jawa barat yang disebabkan oleh drainase yang kurang memadai. Salah satu kawasan yang terkena dampak dari permasalahan tersebut adalah wilayah Taman Narogong Indah. Pada tahun 2014 pemerintah Kota Bekasi membangun kolam retensi di wilayah Taman Narogong Indah untuk menanggulangi permasalahan banjir, namun masih belum secara penuh mengatasinya. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian untuk mengevaluasi kapasitas saluran drainase dan kolam retensi pada kawasan tersebut.

Tahap analisis dimulai dari perhitungan data hujan, kemudian distribusi hujan yang sesuai adalah Log Pearson tipe III dengan kala ulang 2, 5, dan 10 tahun, perhitungan debit rencana dengan Metode Rasional namun karena memerlukan volume rencana kolam retensi maka juga dihitung debit hujan jam-jaman menggunakan metode ABM dengan Hidrograf Nakayasu dan ITB-1, menghitung kapasitas saluran drainase dan kolam retensi *existing*, dan perhitungan pompa.

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui saluran drainase dan kolam retensi *existing* perlu di *redesign* dikarenakan tidak cukup untuk mengalirkan debit rencana dan menampung volume rencana maksimum. *Redesign* dilakukan untuk semua saluran tinjauan dengan dimensi saluran yang dapat mengalirkan debit rencana masing-masing saluran. sementara *redesign* pada kolam retensi dengan kedalaman menjadi 17,50 m atau perubahan pola operasinal sesuai tinggi muka air kolam retensi dengan menggunakan 2 pompa dengan debit 2,5 m³/s dan 3 pompa debit 5,0 m³/s

Kata Kunci: Saluran Drainase, Kolam Retensi, Hidrograf, banjir

ABSTRACT

Flooding problems still occur in several areas in Bekasi City, West Java, caused by insufficient drainage. One of the areas affected by the problem is the Taman Narogong Indah area. In 2014 the Bekasi City government built a retention pond in the Taman Narogong Indah area to overcome the flooding problem, but it has not yet fully resolved it. Therefore, it is necessary to research to evaluate the capacity of drainage channels and retention ponds in the area.

The analysis stage starts from the calculation of rain data, then the appropriate rain distribution is Log Pearson type III with a return period of 2, 5, and 10 years, calculation of plan discharge with the Rational Method however because the planned volume for retention pond requires the hourly rain discharge is also calculated using the ABM method with Nakayasu and ITB-1 hydrographs, calculating the capacity of existing drainage channels dan retention ponds, and pump calculations.

Based on the calculation, it is known that the existing drainage channels and retention ponds need to be redesigned because they are not sufficient to drain the planned discharge and accommodate the maximum plan volume. The redesign is carried out for all review channels with channel dimensions that can drain the planned discharge of each channel. while redesigning the retention pond with a depth of 17,50 m or changes in the operational pattern according to the water level of the retention pond using 2 pumps with a discharge of 2,5 m³/s and 3 pumps with a discharge of 5,0 m³/s.

Keywords: *Drainage Chanel, Retention Basin, Hydrograf, Flooding*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan jumlah penduduk berbanding lurus dengan peningkatan penggunaan lahan terutama di daerah perkotaan. Penggunaan lahan tersebut meliputi penggunaan lahan untuk tempat tinggal, sarana pendidikan, sarana kesehatan, dan perkembangan industri. Hal ini dapat mengakibatkan berkurangnya area resapan air kedalam tanah

Kepadatan penduduk yang terus bertambah setiap tahunnya dapat menimbulkan permasalahan pada drainase. Berkurangnya area resapan air mempengaruhi efektifitas drainase. Sebagai gambaran ketidakefektifitasan sebuah drainase adalah banjir yang sifatnya setempat atau bersifat lebih luas terutama disaat musim penghujan.

Hal tersebut dialami pada Wilayah Taman Narogong Indah, Kelurahan Pengasinan, Kota Bekasi. Wilayah tersebut merupakan kawasan perumahan padat penduduk yang terletak disepanjang saluran drainase utama Narogong. Banjir yang sering terjadi dengan kedalaman hingga 50 cm mengakibatkan terganggunya aktifitas warga setempat

Dalam rangka menanggulangi banjir yang sering terjadi, pada tahun 2014 Pemerintah Kota Bekasi membuat kolam retensi yang diharapkan mengatasi permasalahan banjir. Namun kolam retensi yang dibangun belum dapat menyelesaikan permasalahan drainase.

Maka dari itu Peneliti akan membahas evaluasi drainase yang berlokasi pada kawasan Narogong Indah, Kelurahan Pengasinan, Kota Bekasi. Wilayah tersebut terdapat saluran drainase dan kolam retensi dengan pompa. Pemilihan lokasi ini dikarenakan keadaan saluran drainase yang mengalami banjir saat musim hujan. Untuk itu peneliti melakukan analisis mengenai kapasitas saluran drainase dan kolam retensi, guna mengetahui desain saluran drainase dan kolam retensi memadai.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut.

1. Berapa besar debit dan volume limpasan air banjir sebagai masukan untuk saluran drainase dan kolam retensi *existing*?
2. Apakah saluran drainase dan kolam retensi *existing* dapat mengalirkan dan menampung debit air banjir?
3. Bagaimana desain bentuk saluran drainase yang memadai agar dapat mengalirkan air banjir?
4. Bagaimana desain kapasitas kolam retensi dan pompa yang memadai untuk menampung limpasan air akibat banjir?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Untuk mendapatkan debit banjir dan volume banjir yang perlu dialirkan dan ditampung oleh saluran drainase dan kolam retensi *existing*.
2. Mengetahui kinerja saluran drainase dan kolam retensi *existing* untuk mengalirkan debit dan menampung volume air banjir
3. Mengetahui dimensi saluran drainase yang mampu mengalirkan debit banjir.
4. Mengetahui besar volume kapasitas kolam retensi dan pola operasional pompa yang mampu menahan volume banjir.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan sesuai dengan tujuan dan fokus terhadap permasalahan yang dibahas maka diperlukan batasan masalah sebagai berikut.

1. Tidak melakukan pemeriksaan konsistensi.
2. Tidak menghitung faktor sedimentasi.
3. Tidak desain pintu air kolam retensi.
4. Tidak menggambar detail kolam retensi.
5. Tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) kolam retensi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja saluran drainase dan kolam retensi pada Wilayah Taman Narogong Indah. Kemudian untuk mengetahui desain saluran dan kapasitas kolam retensi yang sesuai dengan debit rencana. Setelah itu hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai masukan atau ide pengembangan desain pada saluran drainase dan kolam retensi pada wilayah Taman Narogong Indah dan sebagai referensi untuk penelitian mengenai analisis saluran dan kolam retensi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Penelitian Terdahulu

Kajian penelitian terdahulu merupakan penelitian yang telah dilakukan dengan topik yang dibahas memiliki hubungan dengan penelitian yang akan dilakukan sebagai tinjauan pustaka yang disampaikan dalam bentuk ringkasan. Pentingnya kajian penelitian terdahulu adalah memberikan acuan dan referensi agar penelitian yang dilakukan dapat memenuhi tujuan penelitian.

Pemilihan penelitian terdahulu yang digunakan sebagai referensi utama dengan mempertimbangkan topik bahasan, metode yang digunakan, dan hasil dari penelitian terdahulu. Beberapa hasil penelitian terdahulu yang sebelumnya sudah dilaksanakan yang digunakan sebagai referensi pustaka, bahan pertimbangan, dan referensi untuk penelitian, sekaligus menghindari duplikasi pada penelitian yang dilakukan.

2.1.1 Analisis Pengendalian Genangan Dengan Kolam Retensi Di Wilayah Sentul-Rsud Cilacap

Penelitian yang dilakukan oleh Rahman (2023). Penelitian tersebut bertujuan untuk merencanakan dan menganalisis kebutuhan volume kolam retensi dan pompa sebagai sarana pengendalian genangan pada Wilayah Sentul-Rsud Cilacap, Kota Cilacap dengan metode rasional modifikasi.

Data dan metode yang digunakan pada penelitian diantaranya: data curah hujan 10 tahun terakhir, Menggunakan metode polygon thiessen dengan 3 stasiun hujan di sekitar Kabupaten Cilacap yaitu stasiun hujan Cilacap, Jeruk Legi dan Kesugihan, menggunakan kala 10 tahun dengan analisis frekuensi hujan setelah hasil perhitungan menggunakan Distribusi yang sesuai adalah Log Pearson Tipe III, analisis intensitas hujan menggunakan Metode Mononobe, analisis debit rencana menggunakan Metode Rasional, kecepatan aliran menggunakan Rumus Manning, analisis volume kolam retensi menggunakan Metode Rasional Modifikasi.

Hasil dari perhitungan mendapatkan hasil antara lain luas *catchment area* 0,40 km² dengan koefisien aliran (C) gabungan 0,9, debit Metode Rasional sebesar 6,94 m³/s dan debit, kapasitas saluran sebesar 1,07 m³/s, debit metode modifikasi masional sebesar 6,01 m³/s, volume kolam retensi dengan waktu konsentrasi (*tc*) sebesar 90 menit sebesar 48676,29 m³. Rencana dimensi kolam retensi seluas 26000 m² dengan kedalaman 2 meter. Kapasitas pompa yang digunakan dua buah dengan masing-masing kapasitas 1500 m³/jam dengan waktu pengeringan 16 jam 14 menit

2.1.2 Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Pada Jalan Merpati, Kecamatan Tegal Selatan, Kotamadya Tegal

Penelitian yang berjudul “Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Pada Jalan Merpati, Kecamatan Tegal Selatan, Kotamadya Tegal” ditulis oleh Adi (2022). Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui kemampuan saluran drainase pada Jalan Merpati, Kecamatan Tegal Selatan, Kotamadya Tegal untuk mengalirkan debit banjir rencana dan desain dimensi saluran yang sesuai.

Data dan metode yang digunakan pada penelitian diantaranya: data curah hujan 15 tahun terakhir. Menggunakan 1 stasiun hujan dari satasiun BMKG Kota Tegal, menggunakan kala 2 dan 5 tahun dengan analisis frekuensi hujan setelah hasil perhitungan menggunakan Distribusi yang sesuai adalah Log Pearson Tipe III, analisis intensitas hujan menggunakan Metode Mononobe, analisis debit rencana menggunakan Metode Rasional, kecepatan aliran menggunakan Rumus Manning.

Hasil dari penelitian didapat bahwa terdapat banyak saluran yang tidak mampu menampung debit air banjir, maka untuk saluran tersebut perlu di *redesign* Dari 25 saluran hanya ada 6 saluran yang masih mampu menampung debit banjir rencana pada kala ulang 2

2.1.3 Desain Kolam Retensi Gerilya Soedirman Purwokerto

Penelitian yang berjudul “Desain Kolam Retensi Gerilya Soedirman Purwokerto” ditulis oleh Rashid (2021). Penelitian tersebut bertujuan untuk membuat desain bangunan yang efektif sehingga dapat digunakan dalam

pembangunan kolam retensi di wilayah Jl. Gerilya-Soedirman, Kelurahan Pasir Muncang, Kecamatan Purwokerto Barat, Kab. Banyumas.

Data dan metode yang digunakan pada penelitian diantaranya: data curah hujan 6 tahun terakhir, Menggunakan 1 stasiun hujan Kabupaten Banyumas yaitu pada stasiun hujan Ketenger, menggunakan kala 10 tahun dengan analisis frekuensi hujan setelah hasil perhitungan menggunakan Distribusi yang sesuai adalah Log Pearson Tipe III, analisis intensitas hujan menggunakan Metode Mononobe dengan hujan jam-jaman menggunakan metode ABM yang diasumsikan 7 jam. analisis debit rencana menggunakan Metode HSS Nakayasu dan HSS Synder, analisis penelusuran aliran, analisis kebutuhan pintu romijn, dan analisis stabilitas lereng kolam tampungan.

Hasil dari perhitungan mendapatkan hasil antara lain, kapasitas tampungan sebesar 93741,47 m³ dengan menggunakan HSS Snyder, kolam retensi berdimensi seluas 30000 m² dengan tinggi kolam 3,12 m yang dilengkapi pintu romijn sebanyak 3 buah dengan lebar total sebesar 9,2 m, stabilitas lereng pada tanah kolam retensi dengan *safety factor* sebesar 2,986 dan dinyatakan aman dan perhitungan perkuatan pada dinding kolam dan telah dinyatakan aman.

2.1.4 Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Mayang Kecamatan Kota Baru, Kota Jambi

Penelitian yang berjudul “Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Mayang Kecamatan Kota Baru, Kota Jambi” ditulis oleh Pratama (2023). Penelitian tersebut bertujuan untuk Mengevaluasi saluran drainase yang sudah ada (*existing*) dalam mengalirkan debit limpasan, mengetahui penyebab genangan, dan mendesain dimensi saluran yang sesuai pada kawasan Mayang, Kecamatan Kota Baru, Kota Jambi

Data dan metode yang digunakan pada penelitian diantaranya: data curah hujan 10 tahun terakhir, menggunakan 1 stasiun hujan dari Stasiun BMKG Sultan Thaha Jambi, menggunakan kala ulang 2, 5, dan 10 tahun dengan analisis frekuensi hujan setelah hasil perhitungan menggunakan distribusi yang sesuai adalah Log Pearson Tipe III, analisis intensitas hujan menggunakan metode mononobe, analisis

debit rencana menggunakan metode rasional, kecepatan aliran menggunakan Rumus Manning.

Hasil dari penelitian didapat bahwa. Banjir yang terjadi pada saluran utama disebabkan oleh ujung saluran utama yang tidak mampu menampung debit air hujan yang terjadi pada kawasan penelitian. kapasitas saluran drainase utama untuk saluran x, a, b, c, d, dan e sebelum dilakukan redesign sebesar 1,742 m³/s, 1,6027 m³/s, 2,5380 m³/s, 3,3406 m³/s, 3,8823 m³/s dan 3,1837 m³/s. Adapun kapasitas saluran drainase utama setelah *redesign* untuk saluran x, a, b,c ,d, dan e setelah dilakukan redesign sebesar 4,545 m³/s , 4,182 m³/s, 4,379 m³/s , 3,623 m³/s , 3,84 m³/s dan 4,602 m³/s .

2.2 Perbedaan Dengan Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang dilakukan terletak di Wilayah Taman Narogong, Kota Bekasi yang berada pada DAS Kali Bekasi. Menggunakan data 10 tahunan dari stasiun curah hujan dengan memilih 3 stasiun terdekat dengan lokasi penelitian menggunakan metode distribusi curah hujan menggunakan Metode Aritmatik Analisis frekuensi dan probabilitas dengan menggunakan distribusi log pearson tipe III, perhitungan intensitas hujan menggunakan metode mononobe.

terdapat kolam retensi *existing* pada lokasi penelitian maka diperlukan analisis kapasitas volume rencana kolam retensi, perhitungan hujan jam-jaman menggunakan metode ABM, analisis debit rencana menggunakan Metode HSS Nakayasu dan HSS ITB-1, dan Analisis Pompa. Selanjutnya detail perbandingan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbedaan Antara Penelitian Sebelumnya Dengan Penelitian yang Akan Dilaksanakan

Peneliti	Penelitian Terdahulu				Penelitian yang akan dilakukan
	Rahman (2023)	Adi (2022)	Rashyid (2021)	Pratama (2023)	Muhammad Azhar Fadhil Suwanto, 2024
Judul	Analisis Pengendalian Genangan Dengankolam Retensi Di Wilayah Sentul-Rsud Cilacap	Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Pada Jalan Merpati, Kecamatan Tegal Selatan, Kotamadya Tegal	Desain Kolam Retensi Gerilya Soedirman Purwokerto	Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Mayang Kecamatan Kota Baru, Kota Jambi	Evaluasi Drainase dan Kapasitas Kolam Retensi Pada Wilayah Taman Narogong Indah, Kota Bekasi
Lokasi	Wilayah Sentul-Rsud Cilacap, Kota Cilacap, Jawa Tengah	Jalan Merpati, Kecamatan Tegal Selatan, Kotamadya Tegal, Jawa Tengah	wilayah Jl. Gerilya-Soedirman, Kecamatan Purwokerto Barat, Kab. Banyumas. Jawa Tengah	kawasan Mayang, Kecamatan Kota Baru, Kota Jambi, Jambi	Kawasan Narogong Indah, Kecamatan Rawalumbu, Kota Bekasi, Jawa Barat
Metode	<ul style="list-style-type: none"> • Data curah hujan 10 tahun terakhir. • Menggunakan metode polygon thiennes dengan 3 stasiun hujan di sekitar Kabupaten Cilacap yaitu stasiun hujan Cilacap, Jeruk Legi dan Kesugihan. • Menggunakan kala 10 tahun dengan analisis frekuensi hujan setelah hasil perhitungan. • Menggunakan Distribusi yang sesuai adalah Log Pearson Tipe III. • Analisis intensitas hujan menggunakan Metode Mononobe. • Analisis debit rencana menggunakan Metode Rasional. • Kecepatan aliran menggunakan Rumus Manning. • Analisis volume kolam retensi menggunakan Metode Rasional Modifikasi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Data curah hujan 15 tahun terakhir. • Menggunakan 1 stasiun hujan dari stasiun BMKG Kota Tegal. • Menggunakan kala 2 dan 5 tahun • Distribusi yang sesuai adalah Log Pearson Tipe III, • Analisis intensitas hujan menggunakan Metode Mononobe. • Analisis debit rencana menggunakan Metode Rasional. • Kecepatan aliran menggunakan Rumus Manning. • Menggunakan software Arcgis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Data curah hujan 6 tahun terakhir. • Menggunakan 1 stasiun hujan. • Menggunakan kala 10 tahun dengan • Menggunakan Distribusi Log Pearson Tipe III. • Analisis intensitas hujan menggunakan Metode Mononobe. • Hujan jam-jaman menggunakan metode ABM yang diasumsikan 7 jam. • Analisis debit rencana menggunakan Metode HSS Nakayasu dan HSS Synder. • Analisis penelusuran aliran, analisis kebutuhan pintu romijin. • Analisis stabilitas lereng kolam tampungan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Data curah hujan 10 tahun terakhir, • Menggunakan 1 stasiun hujan dari Stasiun BMKG Sultan Thaha Jambi. • Menggunakan kala ulang 2, 5, dan 10 tahun. • Menggunakan Distribusi yang sesuai adalah Log Pearson Tipe III, • Analisis intensitas hujan menggunakan Metode Mononobe. • Analisis debit rencana menggunakan Metode Rasional. • Kecepatan aliran menggunakan Rumus Manning. 	<ul style="list-style-type: none"> • Data curah hujan 10 tahun terakhir pada Stasiun CH Bendung Bekasi, Stasiun CH Kranji, dan Stasiun CH Cikeas. • Metode hujan rerata menggunakan Metode Aritmatik. • Menggunakan periodekala ulang 2, 5, dan 10 Tahun. • Analisis frekuensi dan probabilitas dengan menggunakan distribusi log pearson tipe III. • Menganalisis intensitas hujan dengan rumus mononobe. • Analisis limpasan menggunakan metode rasional • kecepatan aliran menggunakan Rumus Manning,

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Antara Penelitian Sebelumnya Dengan Penelitian yang Akan Dilaksanakan

Peneliti	Penelitian yang telah Ada				
	Rahman (2023)	Adi (2022)	Rashyid (2021)	Pratama (2023)	Muhammad Azhar Fadhil Suwanto, 2024
Metode			<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan software Arcgis 	<ul style="list-style-type: none"> Menggunakan software Arcgis 	<ul style="list-style-type: none"> Hujan jam-jaman menggunakan metode ABM yang diasumsikan 3 jam. Analisis debit rencana menggunakan Metode HSS Nakayasu dan HSS ITB-1. Analisis Pompa.
Hasil Penelitian	<ul style="list-style-type: none"> Luas catchment area 0,40 km². Koefisien aliran (C) gabungan 0,9. Debit Metode Rasional sebesar 6,94 m³/s. Debit kapasitas saluran sebesar 1,07 m³/s. Debit Metode Modifikasi Rasional sebesar 6,01 m³/s. Volume Kolam Retensi dengan waktu konsentrasi (<i>tc</i>) sebesar 90 menit sebesar 48676,29 m³. 	<ul style="list-style-type: none"> Terdapat saluran yang tidak mampu menampung debit air banjir, maka untuk saluran tersebut perlu di redesign. Dari 25 saluran hanya ada 6 saluran yang masih mampu menampung debit banjir rencana pada kala ulang 2 tahun. 	<ul style="list-style-type: none"> Kapasitas tampungan sebesar 93741,47 m³ dengan menggunakan HSS Snyder. Dimensi kolam retensi seluas 30000 m² dengan tinggi kolam 3,12 m yang dilengkapi pintu romijn sebanyak 3 buah dengan lebar total sebesar 9,2 m. Stabilitas lereng pada tanah kolam retensi dengan safety factor sebesar 2,986 dan dinyatakan aman Perhitungan perkuatan pada dinding kolam dan telah dinyatakan aman. 	<ul style="list-style-type: none"> Banjir yang terjadi pada saluran utama disebabkan oleh ujung saluran utama yang tidak mampu menampung debit air hujan yang terjadi pada kawasan penelitian. Kapasitas saluran drainase utama untuk saluran x, a, b, c, d, dan e sebelum dilakukan redesign sebesar 1,742 m³/s, 1,6027 m³/s, 2,5380 m³/s, 3,3406 m³/s, 3,8823 m³/s dan 3,1837 m³/s. Saluran drainase utama setelah redesign untuk saluran x, a, b,c ,d, dan e setelah dilakukan redesign sebesar 4,545 m³/s , 4,182 m³/s, 4,379 m³/s , 3,623 m³/s , 3,84 m³/s dan 4,602 m³/s . 	-

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Drainase

Menurut Suripin (2004), drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan tersebut dapat difungsikan secara optimal.

Selain berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air dan banjir, kegunaan dengan adanya saluran drainase antara lain.

1. Mengeringkan genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah.
2. Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal.
3. Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada.
4. Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir.

3.1.1 Drainase Perkotaan

Menurut Hasmar (2012), drainase perkotaan/terapan adalah ilmu drainase yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan kota. Drainase perkotaan/terapan merupakan sistem pengeringan dan pengairan air dari wilayah perkotaan yang meliputi.

1. Pemukiman.
2. Kawasan industri dan perdagangan.
3. Kampus dan sekolah.
4. Rumah sakit dan fasilitas umum.
5. Lapangan olahraga.

6. Lapangan parkir.
7. Instalasi militer, listrik, telekomunikasi.
8. Pelabuhan udara.

3.1.2 Sistem Jaringan Drainase

Menurut Hasmar (2012), sistem jaringan drainase perkotaan umumnya dibagi atas 2 bagian, yaitu:

1. Sistem Drainase Makro

Sistem drainase makro yaitu sistem saluran/badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan (*catchment area*). Pada umumnya sistem drainase mayor ini disebut juga sebagai sistem saluran pembuangan utama (*major system*) atau drainase primer, saluran drainase primer, kanal-kanal atau sungai-sungai.

2. Sistem Drainase Mikro.

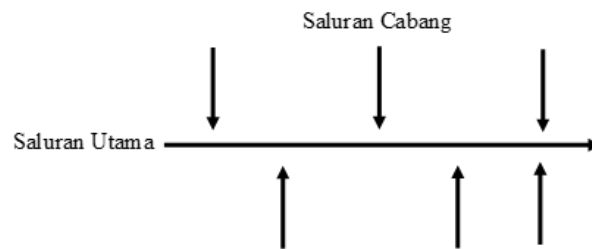
Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Secara keseluruhan yang termasuk dalam sistem drainase mikro adalah saluran di sepanjang sisi jalan, saluran/selokan air hujan di sekitar bangunan, gorong-gorong, saluran drainase kota dan lain sebagainya saat debit air yang dapat ditampungnya tidak terlalu besar.

3.1.3 Pola Jaringan Drainase

Menurut H. A. Halim Hasmar (2012) tipe atau jenis pola jaringan drainase adalah sebagai berikut:

1. Jaringan Drainase Siku

Jaringan drainase siku dibuat pada daerah yang mempunyai topografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai sebagai pembuang akhir berada di tengah kota. Dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.

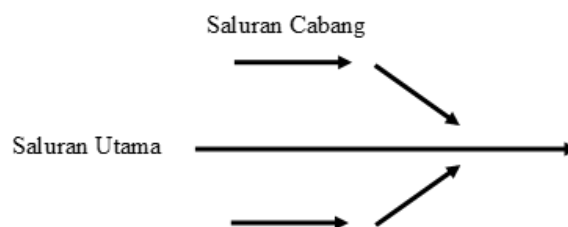


Gambar 3.1 Pola Jaringan Drainase Siku

(Sumber: H.A. Halim Hasmar, 2012)

2. Jaringan Drainase Paralel

Saluran utama pada jaringan drainase paralel terletak sejajar dengan saluran cabang. Dengan saluran cabang (sekunder) yang cukup banyak dan pendek-pendek, apabila terjadi perkembangan kota, saluran-saluran akan menyesuaikan. Dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.

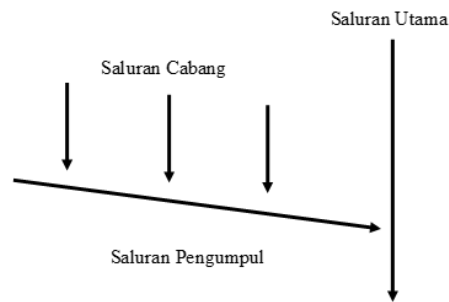


Gambar 3.2 Pola Jaringan Drainase Paralel

(Sumber: H.A. Halim Hasmar, 2012)

3. Jaringan Drainase *Grid Iron*

Jaringan drainase *grid iron* adalah pola jaringan drainase untuk daerah sungai yang terletak di pinggir kota, sehingga saluran saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul. Dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut.

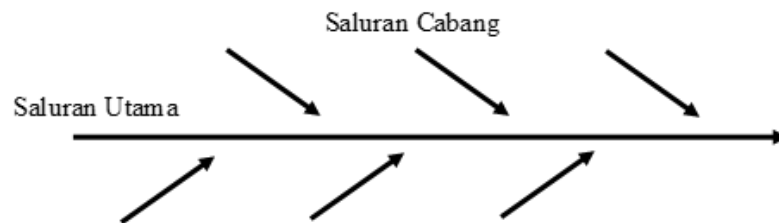


Gambar 3.3 Pola Jaringan Drainase *Grid Iron*

(Sumber: H.A. Halim Hasmar, 2012)

4. Jaringan Drainase Alamiah

Jaringan drainase alamiah memiliki kesamaan dengan pola siku, hanya saja beban sungai pada pola alamiah lebih besar. Dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut.

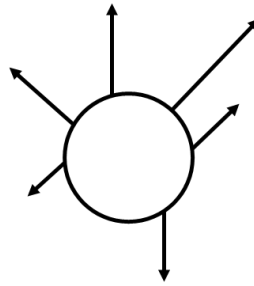


Gambar 3.4 Pola Jaringan Drainase Alamiah

(Sumber: H.A. Halim Hasmar, 2012)

5. Jaringan Drainase Radial

Jaringan drainase radial adalah pola jaringan drainase pada daerah berbukit, sehingga pola saluran memencar ke segala arah. Dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut.

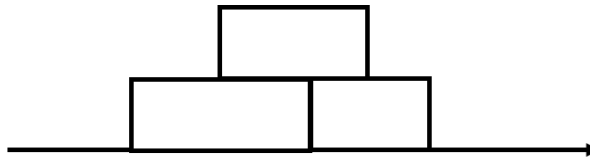


Gambar 3.5 Pola Jaringan Drainase Radial

(Sumber: H.A. Halim Hasmar, 2012)

6. Jaringan Drainase Jaring-jaring

Jaringan drainase jarring-jaring merupakan pola jaringan drainase yang mempunyai saluran-saluran pembuang yang mengikuti arah jalan raya dan cocok untuk daerah dengan topografi datar.



Gambar 3.6 Pola Jaringan Drainase Jaring-Jaring

(Sumber: H.A. Halim Hasmar, 2012)

3.2 Analisis Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air di bumi, baik mengenai terjadinya, peredaran dan penyebarannya, sifat-sifatnya serta hubungan dengan lingkungannya terutama dengan makhluk hidup (Triatmodjo, 2008). Analisis hidrologi dimaksudkan untuk memperoleh besaran curah hujan merata, koefisien pengaliran, waktu konsentrasi, intensitas hujan, dan debit banjir rencana dengan menggunakan data curah hujan, data luas, bentuk daerah pengaliran (catchment area), data kemiringan lahan/ beda tinggi, dan data tata guna lahan.

3.2.1 Curah Hujan

Curah hujan adalah jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi (mm) di atas permukaan

horizontal bila tidak terjadi evaporasi, *run-off* dan infiltrasi. Curah hujan yang digunakan dalam penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan.

3.2.2 Analisis Curah Hujan

Menurut Triatmodjo (2008), stasiun penakar hujan hanya memberikan kedalaman hujan di titik stasiun berada, sehingga hujan pada suatu luasan harus diperkirakan dari titik pengukuran tersebut. Dalam analisis hidrologi diperlukan untuk menentukan hujan rerata pada daerah tersebut, yang dapat dilakukan dengan tiga metode yaitu metode aritmatik, metode *polygon thiessen*, dan metode garis isoyet. Pada penelitian ini digunakan metode Aritmatik

Metode Aritmatik merupakan metode paling sederhana untuk menghitung hujan rerata pada suatu kawasan. Pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang sama dijumlahkan lalu dibagi dengan jumlah stasiun yang digunakan. Adapun persamaan untuk Metode Aritmatik adalah sebagai berikut.

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \quad (3.1)$$

Dengan :

P = Hujan Rerata Kawasan

P_1, P_2, \dots, P_n = Hujan pada stasiun 1, 2, 3, ... , n

n = Jumlah stasiun

3.2.3 Periode Ulang Hujan (PUH)

Periode ulang hujan adalah suatu periode yang berulang dalam ukuran tertentu kejadian hujan dengan intensitas sama berulang kembali. Penetapan periode ulang hujan ini dipakai untuk menentukan besarnya kapasitas saluran atau bangunan drainase. penentuan PUH yang digunakan di dalam perencanaan drainase adalah seperti pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Penentuan PUH berdasarkan Jenis Kawasan

Jenis Kawasan	Saluran Primer	Saluran Sekunder	Saluran Tersier
Permukiman			
- Kota Sedang	10 - 20 tahun	2 - 5 tahun	2 - 5 tahun
- Kota Kecil	5 - 10 tahun	2 - 5 tahun	2 - 5 tahun
Industri	2 - 5 tahun	2 - 5 tahun	2 - 5 tahun
Perumahan	5 - 20 tahun	2 - 5 tahun	2 - 5 tahun

Sumber: Suripin (2004)

Adapun selain berdasarkan jenis kawasan, acuan penentuan PUH pada daerah penelitian dapat berdasarkan besar daerah tangkapan air yang dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Kala Ulang Berdasarkan Tipologi Kota

TOPOLOGI 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 - 10 Th
Kota Sedang	2 Th	2 - 5 Th	2 - 5 Th	5 - 10 Th
Kota Kecil	2 Th	25 Th	2 Th	2 - 5 Th

Sumber: Lampiran I Permen PU No 12 (2014)

3.2.4 Analisis Frekuensi

Menurut Suroso (2006), analisis frekuensi adalah suatu prosedur untuk memperkirakan frekuensi dari suatu kejadian pada masa lalu atau masa yang akan datang. Analisis frekuensi digunakan untuk menentukan hujan rencana dalam berbagai kala ulang berdasarkan distribusi yang paling sesuai antara distribusi hujan secara teoritik dengan distribusi hujan secara empirik. Langkah-langkah analisis frekuensi adalah sebagai berikut.

1. Menentukan hujan harian maksimum rerata untuk tiap-tiap tahun data.
2. Menentukan parameter statistik dari data yaitu: *Mean*, *Standard Deviation*, *Coeffisient of Variation*, *Coeffisient of Skewness*, *Coeffisient of kurtosis*.

a. *Mean* (Rata-rata)

Untuk menentukan nilai hujan rata-rata dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (3.2)$$

b. Standar Deviasi

Standar deviasi (*Standard Deviation*) merupakan ukuran sebaran yang paling banyak digunakan. Standar deviasi dapat dihitung dengan rumus berikut (Soewarno, 1995).

$$S_n = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n X_i)^2}{n}}{(n-1)} \quad (3.3)$$

c. Koefisien Variasi

Koefisien variasi (*variation coefficient*) adalah nilai perbandingan antara standar deviasi dengan nilai rata-rata dari suatu distribusi. Koefisien variasi dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Soewarno, 1995).

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \quad (3.4)$$

e. Koefisien *Skewness*

Koefisien skewness (kemencengan) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan (asimetri) dari suatu bentuk distribusi. Ukuran kemencengan dinyatakan dengan besarnya koefisien kemencengan atau koefisien skewness, dan dapat dihitung dengan persamaan (Soewarno, 1995):

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \quad (3.5)$$

d. Koefisien kurtosis

Pengukuran kurtosis dimaksudkan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi dan sebagai pembandingnya adalah distribusi normal. Koefisien kurtosis (*Coefficient of Kurtosis*) dirumuskan sebagai berikut (Soewarno,1995):

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

Dengan:

- \bar{X} : Hujan rata-rata.
- S_n : Standar deviasi nilai varian.
- C_v : Koefisien variasi.
- C_s : Koefisien *skewness*.
- C_k : Koefisien kurtosis.
- n : Jumlah data yang dianalisis.

3. Menentukan jenis distribusi yang sesuai berdasarkan parameter statistik yang ada. Sifat-sifat khas dari setiap macam distribusi frekuensi dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Distribusi Frekuensi

No	Metode	Syarat
1	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
2	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
3	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
4	Log Pearson Tipe III	Selain dari nilai di atas

Sumber: Triatmodjo (2008)

3.2.5 Hujan rencana

Menurut Suripin (2004), Dalam analisis frekuensi untuk hidrologi, terdapat beberapa fungsi distribusi kontinu yang sering digunakan yaitu distribusi Normal,

Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson Tipe III. Untuk mendapatkan hujan rencana pada distribusi tersebut adalah sebagai berikut

1. Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal atau dapat disebut juga distribusi *gauss*.

Persamaan untuk distribusi normal adalah sebagai berikut:

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

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3.8)$$

$$C_s = \frac{n \sum_1^n (X_i - X_r)^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (3.9)$$

$$C_k = \frac{n^2 \sum_1^n (X_i - X_r)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (3.10)$$

Dengan:

- X_T : Perkiraan nilai hujan rencana periode ulang T (mm).
- \bar{X} : Nilai rata-rata hitung varian.
- X_i : Nilai curah hujan maksimum (mm)
- S_n : Standar deviasi nilai varian.
- K_T : Faktor frekuensi, yaitu fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipemodel matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang. (Tabel 3.4)
- C_s : Koefisien *skewness*.
- C_k : Koefisien kurtosis.

Tabel 3.4 Variabel Reduksi Gauss Untuk Distribusi Normal

Periode Ulang	Peluang	K_T
1,001	0,999	-3,05
1,005	0,995	-2,58
1,010	0,990	-2,33
1,050	0,950	-1,64
1,110	0,900	-1,28

Sumber: Soewarno (1995)

Lanjutan Tabel 3.4 Variabel Reduksi Gauss Untuk Distribusi Normal

Periode Ulang	Peluang	K _T
1,110	0,900	-1,28
1,250	0,800	-0,84
1,330	0,750	-0,67
1,430	0,700	-0,52
1,670	0,600	-0,25
2,000	0,500	0
2,500	0,400	0,25
3,300	0,300	0,52
4,000	0,250	0,67
5,000	0,200	0,84
10,000	0,100	1,28
20,000	0,050	1,64
50,000	0,020	2,05
100,000	0,010	2,33
200,000	0,005	2,58
500,000	0,002	2,88
1.000,000	0,001	3,09

Sumber: Soewarno (1995)

2. Distribusi Log Normal

Dalam distribusi log normal, data X diubah ke dalam bentuk logaritmik $Y = \log X$. jika variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi log normal. Berikut persamaan untuk perhitungan distribusi log normal:

$$X_T = \bar{X} + K_T \cdot S_{\log X} \quad (3.11)$$

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3.12)$$

$$C_s = \frac{n \sum_1^n (\log X - \log X_r)^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (3.13)$$

$$C_k = \frac{n^2 \sum_1^n (\log X - \log X_r)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (3.14)$$

Dengan:

X_T : Perkiraan nilai hujan rencana periode ulang T (mm).

- \bar{X} : Nilai rata-rata hitung varian.
- X_i : Nilai curah hujan maksimum (mm)
- S_n : Standar deviasi nilai varian.
- K_T : Faktor frekuensi, yaitu fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipemodel matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang. (Tabel 3.5)
- C_s : Koefisien *skewness*.
- C_k : Koefisien kurtosis.

Tabel 3.5 Faktor Frekuensi (K_T) Untuk Distribusi Log Normal

Koef. Variasi (CV)	Periode Ulang (Tahun)					
	2	5	10	20	50	100
0,0500	-0,0250	0,8334	1,2965	1,6863	2,1341	2,4570
0,1000	-0,0496	0,8222	1,3078	1,7247	2,2130	2,5489
0,1500	-0,0738	0,8085	1,3156	1,7598	2,2899	2,2607
0,2000	-0,0971	0,7926	1,3200	1,7911	2,3640	2,7716
0,2500	-0,1194	0,7746	1,3209	1,8183	2,4318	2,8805
0,3000	-0,1406	0,7647	1,3183	1,8414	2,5015	2,9866
0,3500	-0,1604	0,7333	1,3126	1,8602	2,5638	3,0890
0,4000	-0,1788	0,7100	1,3037	1,8746	2,6212	3,1870
0,4500	-0,1957	0,6870	1,2920	1,8848	2,6731	3,2799
0,5000	-0,2111	0,6626	1,2778	1,8909	2,7202	3,3673
0,5500	-0,2251	0,6379	1,2613	1,8931	2,7613	3,4488
0,6000	-0,2375	0,6129	1,2428	1,8915	2,7971	3,5211
0,6500	-0,2185	0,5879	1,2226	1,8866	2,8279	3,3930
0,7000	-0,2582	0,5631	1,2011	1,8786	2,8532	3,3663
0,7500	-0,2667	0,5387	1,1784	1,8677	2,8735	3,7118
0,8000	-0,2739	0,5118	1,1548	1,8543	2,8891	3,7617
0,8500	-0,2801	0,4914	1,1306	1,8388	2,9002	3,8056
0,9000	-0,2852	0,4686	1,1060	1,8212	2,9071	3,8137
0,9500	-0,2895	0,4466	1,0810	1,8021	2,9103	3,8762
1,0000	-0,2928	0,4254	1,0560	1,7815	2,9098	3,9035

Sumber: Soewarno (1995)

3. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel banyak digunakan untuk analisis data maksimum, seperti untuk analisis frekuensi banjir. Distribusi Gumbel mempunyai sifat bahwa koefisien *skewness* $C_s = 1,1396$ dan koefisien kurtosis $C_k < 5,4002$.

Persamaan garis lurus untuk distribusi Gumbel menggunakan persamaan sebagai berikut (Suripin, 2003):

$$X_T = \bar{X} + K \cdot S_x \quad (3.15)$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \quad (3.16)$$

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3.17)$$

$$C_s = \frac{n \sum_1^n (X - X_r)^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (3.18)$$

$$C_k = \frac{n^2 \sum_1^n (X - X_r)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (3.19)$$

Dengan:

- X_T : Perkiraan nilai hujan rencana periode ulang T (mm).
- \bar{X} : Nilai rata-rata hitung varian.
- X_i : Nilai curah hujan maksimum (mm)
- S_n : Standar deviasi nilai varian.
- K : Faktor frekuensi, yang didapat dengan menggunakan Persamaan 3.16.
- Y_t : *Reduced variated*, mempunyai nilai yang berbeda pada setiap periode ulang. Tabel 3.8.
- Y_n : *Reduced mean* yang tergantung pada jumlah sampel. Tabel 3.6.
- S_n : *Reduced standard deviation* yang tergantung pada jumlah sampel. Tabel 3.7.
- C_s : Koefisien *skewness*.
- C_k : Koefisien kurtosis.

Tabel 3.6 Nilai *Reduced Mean* (Y_n) Untuk Distribusi Gumbel

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5300	0,582	0,5882	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5400	0,541	0,5418	0,5424	0,5430
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5468	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

Sumber: Suripin (2004)

Tabel 3.7 *Reduced Standard Deviation* (S_n) Untuk Distribusi Gumbel

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0000	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2036	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sumber: Suripin (2004)

Tabel 3.8 *Reduced Variated* (Y_t) Untuk Distribusi Gumbel

Periode Ulang	<i>Reduced Variate</i>
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
20	2,9606
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001
200	5,2960
500	6,2140
1000	6,9190
5000	8,5390
10000	9,9210

Sumber: Suripin (2004)

4. Distribusi Log Pearson Tipe III

Persamaan untuk perhitungan hujan rencana menggunakan distribusi log pearson tipe III adalah sebagai berikut:

$$X = \log X \quad (3.20)$$

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \log \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3.21)$$

$$C_s = \frac{n \sum_1^n (\log X - \log X_r)^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (3.22)$$

$$C_k = \frac{n^2 \sum_1^n (\log X - \log X_r)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad (3.23)$$

$$\log X = \log \bar{X} + K_T \cdot S_{\log X} \quad (3.24)$$

$$X_T = \text{anti log } X_T \quad (3.25)$$

Dengan:

X : Nilai curah hujan maksimum (mm).

X_T : Perkiraan nilai hujan rencana periode ulang T (mm).

n : Jumlah data

$S_{\log X}$: Standar deviasi dari logaritma.

C_s : Koefisien *skewness*.

C_k : Koefisien kurtosis.

$\log \bar{X}$: Logaritma rata-rata

K : Koefisien variabel standar untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan (C_s). (Tabel 3.9)

Tabel 3.9 Nilai K_T Untuk Distribusi Log Pearson Tipe III

Koef.Kemencengan (CS)	Periode Ulang (Tahun)					
	2	5	10	25	50	100
	Peluang (%)					
	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,716	2,000	2,252
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	0,254	0,817	0,995	1,116	1,166	1,197
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799
-3,0	0,396	0,636	0,666	0,666	0,666	0,667

Sumber: Soewarno (1995)

3.2.6 Uji Kecocokan Distribusi

Uji Kecocokan distribusi probabilitas dimaksudkan untuk menentukan persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Ada dua jenis uji kecocokan distribusi, yaitu *Chi*

Square dan Smirnov Kolmogorov. Pada penelitian ini Uji Kecocokan Distribusi menggunakan *Chi Square*. Persamaan *Chi Square* untuk menghitung uji distribusi probabilitas adalah sebagai berikut:

$$X^2 = \sum \frac{(Ef - Of)^2}{Ef} \quad (3.26)$$

Dengan:

X : Logaritma rata-rata.

X^2 : Chi-Kuadrat.

Ef : Frekuensi (banyaknya pengamatan) yang diharapkan, sesuai dengan pembagian kelasnya.

Of : Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama (frekuensi yang diobservasi)

Nilai X^2 yang dihitung harus lebih kecil dari harga $X^2\alpha$ (Chi-Kuadrat *Critic*) untuk suatu derajat tertentu, yang sering diambil nilai Probabilitas (P) adalah 5%. Derajat kebebasan dihitung dengan persamaan berikut:

$$k = 1 + 3,322 \log n \quad (3.27)$$

$$D_k = k - (\alpha + 1) \quad (3.28)$$

$$Ef = n/k \quad (3.29)$$

Dengan:

D_k : Derajat kebebasan.

k : Banyaknya kelas.

α : Banyaknya keterikatan (banyaknya parameter). Untuk uji Chi-Kuadrat adalah 2.

Ef : Frekuensi (banyaknya pengamatan) yang diharapkan, sesuai dengan pembagian kelasnya.

Tabel 3.10 Nilai X^2_{Cr} (Chi-kuadrat *Critic*)

Derajat Kebebasan	Kemungkinan nilai lebih besar dari x^2							
	0,99	0,975	0,95	0,9	0,1	0,05	0,025	0,01
1	0,000	0,001	0,004	0,016	2,706	3,841	5,024	6,635
2	0,020	0,051	0,103	0,211	4,605	5,991	7,378	9,210
3	0,115	0,216	0,352	0,584	6,251	7,815	9,348	11,345
4	0,297	0,484	0,711	1,064	7,779	9,488	11,143	13,277
5	0,554	0,831	1,145	1,610	9,236	11,070	12,833	15,086
6	0,872	1,237	1,635	2,204	10,645	12,592	14,449	16,812
7	1,239	1,690	2,167	2,833	12,017	14,067	16,013	18,475
8	1,646	2,180	2,733	3,490	13,362	15,507	17,535	20,090
9	2,088	2,700	3,325	4,168	14,684	16,919	19,023	21,666
10	2,558	3,247	3,940	4,865	15,987	18,307	20,483	23,209
11	3,053	3,816	4,575	5,578	17,275	19,675	21,920	24,725
12	3,571	4,404	5,226	6,304	18,549	21,026	23,337	26,217
13	4,107	5,009	5,892	7,042	19,812	22,362	24,736	27,688
14	4,660	5,629	6,571	7,790	21,064	23,685	26,119	29,141
15	5,229	6,262	7,261	8,547	22,307	24,996	27,488	30,578
16	5,812	6,908	7,962	9,312	23,542	26,296	28,845	32,000
17	6,408	7,564	8,672	10,085	24,769	27,587	30,191	33,409
18	7,015	8,231	9,390	10,865	25,989	28,869	31,526	34,805
19	7,633	8,907	10,117	11,651	27,204	30,144	32,852	36,191
20	8,260	9,591	10,851	12,443	28,412	31,410	34,170	37,566
21	8,897	10,283	11,591	13,240	29,615	32,671	35,479	38,932
22	9,542	10,982	12,338	14,041	30,813	33,924	36,781	40,289
23	10,196	11,689	13,091	14,848	32,007	35,172	38,076	41,638
24	10,856	12,401	13,848	15,659	33,196	36,415	39,364	42,980
25	11,524	13,12	14,611	16,473	34,382	37,652	40,646	44,314
26	12,198	13,844	15,379	17,292	35,563	38,885	41,923	45,642
27	12,879	14,573	16,151	18,114	36,741	40,113	43,195	46,963
28	13,565	15,308	16,928	18,939	37,916	41,337	44,461	48,278
29	14,256	16,047	17,708	19,768	39,087	42,557	45,722	49,588
30	14,953	16,791	18,493	20,599	40,256	43,773	46,979	50,892
40	22,164	24,433	26,509	29,051	51,805	55,758	59,342	63,691
50	29,707	32,357	34,764	37,689	63,167	67,505	71,42	76,154
60	37,485	40,482	43,188	46,459	74,397	79,082	83,298	88,379

Sumber: Triatmodjo (2008)

3.2.7 Koefisien aliran (C)

Koefisien aliran (C) adalah banyaknya air yang mengalir di atas permukaan tanah. Koefisien aliran ini tergantung dari berbagai faktor antara lain topografi, tata guna lahan, jenis lahan atau perkerasaan dan kemiringan tanah, intensitas hujan. Besarnya angka koefisien pengaliran pada suatu daerah dapat dilihat pada Tabel 3.11 berikut:

Tabel 3.11 Koefisien Pengaliran (C)

Tipe daerah aliran	C
Rerumputan : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tanah pasir, datar, 2 % ➤ Tanah pasir, sedang, 2 – 7 % ➤ Tanah pasir, curam, 7 % ➤ Tanah gemuk, datar 2 % ➤ Tanah gemuk, sedang, 2 – 7 % ➤ Tanah gemuk, curam, 7% 	0,50 – 0,10 0,10 – 0,15 0,15 – 0,20 0,13 – 0,17 0,18 – 0,22 0,25 – 0,35
Perdagangan: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Daerah kota lama ➤ Daerah pinggiran 	0,75 – 0,95 0,50 – 0,70
Perumahan : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Daerah <i>single family</i> ➤ Multi unit terpisah ➤ Multi unit tertutup ➤ Sub urban ➤ Daerah apartemen 	0,30 – 0,50 0,40 – 0,60 0,60 – 0,75 0,25 – 0,40 0,50 – 0,70
Industri : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Daerah ringan ➤ Daerah berat 	0,50 – 0,80 0,60 – 0,90
Taman, kuburan	0,10 – 0,25
Tempat bermain	0,20 – 0,35
Halaman kereta api	0,20 – 0,40
Daerah tidak dikerjakan	0,10 – 0,30
Jalan : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Beraspal ➤ Beton 	0,70 – 0,95 0,80 – 0,95
Batu	0,70 – 0,85

Sumber: Triatmodjo (2008)

3.2.8 Waktu konsentrasi (t_c)

Waktu konsentrasi (t_c) adalah waktu yang diperlukan oleh titik air hujan yang jatuh terjauh pada permukaan tanah dalam Daerah Tangkapan Air ke saluran terdekat (t_o) dan ditambah waktu untuk mengalir sampai di suatu titik di saluran drainase yang ditinjau (t_d) (Suripin, 2004). Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus berikut ini:

$$t_c = t_o + t_d \quad (3.30)$$

$$t_o = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{n}{\sqrt{S}} \right]^{0,167} \quad (3.31)$$

$$t_d = \frac{L_s}{60 \times v} \quad (3.32)$$

Dengan:

- t_c : Waktu konsentrasi/lamanya curah hujan (menit).
- t_o (*Inlet time*) : Waktu yang diperlukan air untuk mengalir di atas permukaan tanah menuju saluran drainase.
- t_d (*Conduit time*) : Waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir di sepanjang saluran sampai ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hilir.
- L : Panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (m)
- L_s : Panjang lintasan aliran di dalam saluran/sungai (m)
- V : Kecepatan aliran di dalam saluran (m/s)
- n : Angka kekasaran manning (Tabel 3.14)
- S : Kemiringan lahan

Dengan metode rasional, waktu konsentrasi juga dapat dihitung langsung dengan rumus *Kirpich*.

Rumus *Kirpich* untuk waktu konsentrasi (t_c):

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \quad (3.33)$$

Dengan:

t_c : Waktu konsentrasi/lamanya curah hujan (jam).

S : Kemiringan saluran

L : Panjang saluran dari titik awal ke akhir (m).

3.2.9 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah besar curah hujan selama satu satuan waktu tertentu. Besarnya intensitas hujan berbeda-beda tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistik maupun secara empiris.

Perhitungan intensitas hujan ditinjau dengan menggunakan metode Mononobe, adalah sebagai berikut (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 12 Tahun 2014):

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (3.34)$$

Dengan:

I : Intensitas curah hujan dalam mm.

R_{24} : Curah hujan harian maksimum tahunan untuk kala ulang t tahun.

t_c : Waktu lamanya hujan dalam jam.

3.2.10 Debit Rencana

Trihatmojo (2008) menjelaskan bahwa debit aliran (Q) merupakan jumlah air yang mengalir melalui tampang lintang sungai tiap satu satuan waktu, yang biasanya dinyatakan dalam meter kubik per detik ($m^3/detik$). Perhitungan debit banjir akan dilakukan menggunakan metode Rasional dengan persamaan:

$$Q = 0,278.C.I.A \quad (3.35)$$

Dengan:

Q : Debit puncak ($m^3/detik$).

C : Koefisien aliran.

I : Intensitas hujan (mm/jam).

A : Luas daerah tangkapan (km²)

3.3 Analisis Hidrolika Saluran

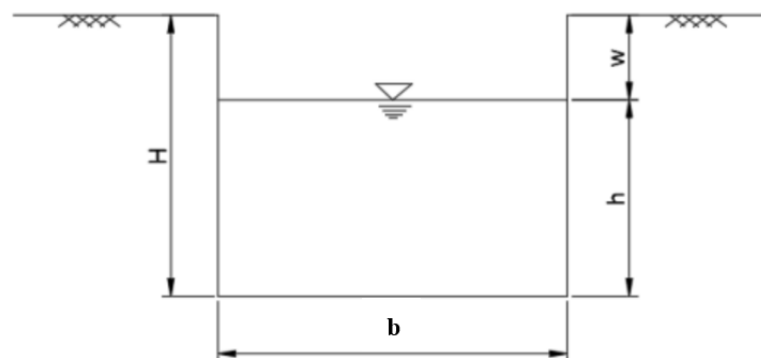
Analisis hidrolika dilakukan dengan mencari dimensi hidrolis dari saluran drainase dan bangunan-bangunan pelengkapannya. Analisis hidrolika bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit rencana dikarenakan salah satu penyebab banjir adalah karena ketidakmampuan penampang dalam menampung debit banjir yang terjadi.

3.3.1 Perhitungan Geometri Penampang Saluran.

Perhitungan geometri penampang saluran berbentuk segi empat dan trapesium dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut (Chow, 1997):

1. Penampang Saluran Segi Empat

Bentuk dari penampang saluran bentuk segi empat dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut.



Gambar 3.7 Penampang Saluran Segi Empat

(Sumber: Suripin, 2004)

a. Luas Penampang basah:

$$A = b.h \quad (3.36)$$

$$w = \sqrt{0,5h} \quad (3.37)$$

Dengan:

A : luas penampang basah (m^2)

m : kemiringan dinding saluran

h : kedalaman luas basah maksimum (m)

w : tinggi jagaan (m)

b. Keliling basah total:

$$P = b + 2h \quad (3.38)$$

Dengan:

P : Keliling basah (m)

b : Lebar penampang (m)

h : Kedalaman luas basah maksimum (m)

c. Jari-jari Hidraulik:

$$R = \frac{A}{P} \quad (3.39)$$

$$R = \frac{b \cdot h}{b + 2h} \quad (3.40)$$

Dengan:

R : Jari-jari hidraulik (m)

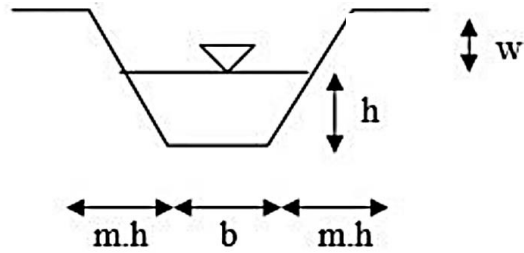
A : Luas penampang basah (m^2)

P : Keliling basah (m)

h : Kedalaman luas basah (m)

2. Penampang Saluran Trapesium

Bentuk dari penampang saluran bentuk segi empat dapat dilihat pada Gambar 3.7 berikut.



Gambar 3.8 Penampang Saluran Trapesium

(Sumber: SNI 03-3424-1990)

- a. Penampang basah total:

$$A = (b + mh)h \quad (3.41)$$

$$w = \sqrt{0,5h} \quad (3.42)$$

Dengan:

A : Luas penampang basah (m^2)

b : Lebar penampang (m)

m : Kemiringan dinding saluran

h : Kedalaman luas basah maksimum (m)

w : tinggi jagaan (m)

- b. Keliling basah total:

$$P = b + 2h \sqrt{(1 + m)^2} \quad (3.43)$$

Dengan:

P : Keliling basah (m)

b : Lebar penampang (m)

m : Kemiringan dinding saluran

h : Kedalaman luas basah maksimum (m)

c. Jari-jari Hidraulik:

$$R = \frac{A}{P} \quad (3.44)$$

$$R = \frac{b \cdot h + m \cdot h^2}{b + 2h \sqrt{(1+m)^2}} \quad (3.45)$$

Dengan:

R : Jari-jari hidraulik (m)

A : Luas penampang basah (m)

P : Keliling basah (m)

h : Kedalaman luas basah (m)

m : Kemiringan dinding saluran

3.3.2 Kemiringan Dasar Saluran

Kemiringan saluran akan mengakibatkan pergerakan kecepatan aliran air menjadi lebih cepat ataupun menjadi lebih lambat. Jika kecepatan aliran air menjadi lebih cepat itu berarti nilai kemiringan salurannya besar, akan tetapi apabila kecepatan aliran air semakin lambat itu berarti kemiringan salurannya kecil. Pada saluran terbuka kemiringan saluran dinyatakan dengan notasi S yang merupakan beda ketinggian antara titik awal dan titik akhir per panjang saluran.

Persamaan yang digunakan untuk mencari nilai kemiringan dasar saluran adalah sebagai berikut:

$$S = \frac{\text{Elevasi Hulu} - \text{Elevasi Hilir (m)}}{\text{Panjang Saluran (m)}} \quad (3.46)$$

3.3.3 Koefisien Kekasaran Saluran

Nilai kekasaran sangat bervariasi dan tergantung dari berbagai faktor, antara lain: kekasaran permukaan, ketidakteraturan saluran, ukuran, bentuk saluran dan tinggi muka air serta debit aliran (Chow, 1992). Sebaliknya bila bahan pembentuk saluran dari pasangan batu atau kerikil, maka nilai hambatan tinggi dan terjadi baik

pada pada taraf air tinggi maupun rendah (Triatmodjo, 1996). persamaan yang digunakan untuk melakukan analisis tampungan adalah dengan metode Manning:

1. Rumus Manning

Seorang ahli Islandia, Robert Manning mengusulkan sebuah rumus berikut ini (Triatmodjo, 1996):

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6} \quad (3.47)$$

Dengan koefisien tersebut, maka rumus kecepatan alirannya menjadi:

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (3.48)$$

Koefisien n merupakan fungsi dari bahan dinding saluran yang mempunyai nilai yang sama dengan n untuk rumus Ganguillet – Kutter. Nilai n dapat dilihat pada Tabel 3.12 berikut:

Tabel 3.12 Harga Koefisien Manning

Bahan Saluran	Koefisien Manning (n)
Pasangan batu bata diplester halus	0,010 - 0,015
Pasangan batu bata tidak di plester	0,012 - 0,018
Pasangan batu kali dihaluskan	0,017 - 0,030
Pasangan batu kali tidak dihaluskan	0,023 - 0,035
Beton dihaluskan (<i>finished</i>)	0,011 - 0,015
Beton cetak tidak dihaluskan (<i>unfinished</i>)	0,014 - 0,020
Beton pada galian beton rapi	0,017 - 0,020
Tanah galian yang sedikit ditumbuhi rumput	0,022 - 0,033
Galian pada batuan keras	0,025 - 0,040
Beton pada galian beton tidak dirapikan	0,022 - 0,027
Tanah galian yang rapi	0,016 - 0,020
Tanah galian berbatu yang dirapihkan	0,022 - 0,030

Sumber: Chow (1999)

3.3.4 Debit Aliran

Menurut Triatmodjo (1996) perhitungan debit aliran pada saluran dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Q = A \cdot v \quad (3.49)$$

Dengan rumus kecepatan saluran menggunakan Rumus Manning maka persamaan perhitungan debit aliran menjadi:

$$Q = A \cdot v = A \cdot \left(\frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \right) \quad (3.50)$$

3.3.5 Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase

Evaluasi kapasitas saluran drainase dengan membandingkan bandingan antara debit kapasitas saluran drainase eksisting dengan debit rencana kala ulang tahun. Jika debit puncak rencana lebih besar dari debit saluran drainase maka dapat memungkinkan terjadinya suatu genangan di kawasan tersebut, begitu juga sebaliknya jika debit puncak rencana lebih kecil dari debit saluran drainase maka saluran drainase tersebut mampu mengalirkan debit dengan baik. Maka dari itu perlu dilaksanakan perubahan dimensi pada saluran jika mengalami ketidakmampuan untuk menampung debit puncak rencana kala ulang tahun.

3.4 Kolam Retensi

Kolam retensi (*retarding basin*) adalah prasarana drainase yang berfungsi untuk menampung dan meresapkan air hujan di suatu wilayah (Permen PU No 12 Tahun 2014). Fungsi dari kolam retensi adalah menyimpan sementara debit sungai sehingga puncak banjir dapat dikurangi. Tingkat pengurangan banjir tergantung pada karakteristik hidrograf banjir, volume kolam, dan dinamika berapa bangunan *outlet*. Wilayah yang digunakan sebagai kolam retensi biasanya di daerah dataran rendah atau rawa. Untuk strategi pengendalian yang andal, maka diperlukan (Kodoatie, 2013).

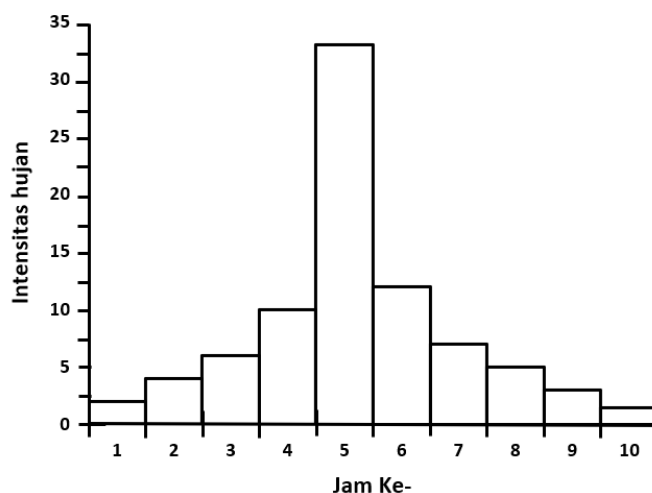
1. Pengontrolan yang memadai untuk menjamin ketepatan peramalan banjir.
2. Peramalan banjir yang andal dan tepat waktu untuk perlindungan atau evakuasi.
3. Sistem drainase yang baik untuk mengosongkan air dari daerah tampungan secepatnya setelah banjir reda.

3.4.1 *Hytograph* Hujan rancangan

Dalam Triatmodjo (2008) menjelaskan dalam perhitungan banjir rancangan, diperlukan masukan berupa hujan rancangan yang didistribusi kedalam hujan jam-jaman (*Hytograph*) untuk dapat mengubah hujan rancangan ke dalam besaran hujan jam-jaman perlu didapatkan terlebih dahulu suatu pola distribusi hujan jam-jaman.

Model distribusi hujan yang telah dikembangkan untuk mengalihragamkan hujan harian ke hujan jam-jaman antara lain yaitu model distribusi seragam, segitiga, dan *Alternating Block Method* (AMB). Pada penelitian ini akan menggunakan model ABM

Triatmodjo (2008), menjelaskan Model (ABM) *Alternating Block Method* menghasilkan hujan yang terjadi dalam n rangkaian interval waktu yang berurutan dengan durasi Δt selama waktu $T_d = n \Delta t$. Untuk periode ulang tertentu, intensitas hujan diperoleh dari kurva IDF pada setiap durasi waktu Δt , $2\Delta t$, $3\Delta t$, dst. Kedalaman hujan diperoleh dari perkalian antara intensitas hujan dan durasi waktu tersebut. Perbedaan antara nilai kedalaman hujan yang berurutan merupakan pertambahan hujan dalam interval waktu Δt . Pertambahan hujan tersebut (blok-blok), diurutkan kembali dalam rangkaian waktu dengan intensitas hujan maksimum berada pada tengah tengah durasi hujan T_d dan blok-blok sisanya disusun dalam urutan menurun secara bolak balik pada kanan dan kiri dari blok tengah. Dengan demikian telah terbentuk hyetograph rencana. Bentuk dari *Hytograph* ABM dapat dilihat dalam Gambar 3.9 berikut.



Gambar 3.9 Bentuk *Hytograph* Metode ABM

Sumber: Triatmodjo (2008)

Hujan rancangan hasil perhitungan ABM perlu dikurangi dengan Phi Indeks yang digunakan sebagai penurunan hujan efektif karena infiltrasi. Adapun rumus Phi Indeks yang dikembangkan oleh Sri Harto (1993) adalah sebagai berikut.

$$\phi = 10,4903 - 3,8590 \cdot 10^{-6} \cdot A^2 + 1,6985 \cdot 10^{-13} \left(\frac{A}{SN} \right)^4 \quad (3.51)$$

Keterangan:

A : luas DAS (Km²)

SN : frekuensi sumber, perbandingan antara jumlah panjang sungai-sungai tingkat satu dengan jumlah panjang-panjang sungai semua tingkat

3.4.2 Hidrograf Satuan Sintetis (HSS)

Dalam Triatmodjo (2008) menjelaskan daerah yang tidak tersedia untuk menurunkan hidrograf satuan, maka dibuat hidrograf satuan sintesis yang didasarkan pada karakteristik fisik dari DAS. Hidrograf Satuan Sintetis yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. HSS Nakayasu

Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu dikembangkan berdasarkan beberapa sungai di Jepang (Triatmojo, 2008). Rumus Perhitungan HSS Nakayasu adalah sebagai berikut.

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left(\frac{A \cdot R_e}{0,3 \cdot T_p + T_{0,3}} \right) \quad (3.52)$$

$$T_p = t_g + 0,8 \cdot T_r \quad (3.53)$$

$$t_g = 0,4 + 0,058 \cdot L \quad \text{Untuk } L > 15 \text{ Km} \quad (3.54)$$

$$t_g = 0,21 \cdot L^{0,7} \quad \text{Untuk } L < 15 \text{ Km} \quad (3.55)$$

$$T_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g \quad (3.56)$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot t_g \quad (3.57)$$

Keterangan:

Q_p = debit puncak (m^3/s)

A = luasan DAS (Km^2)

R_e = curah hujan efektif (1 mm)

T_p = waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf (jam)

$T_{0,3}$ = waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak (jam)

T_g = waktu Konsentrasi (jam)

T_r = satuan waktu dari curah hujan (jam)

α = koefisien karakteristik DAS biasanya diambil nilai 2

L = panjang sungai utama (Km)

Bentuk HSS Nakayasu dapat dilihat pada Gambar 3.10 dan dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

a. Pada Kurva Naik ($0 < t < T_p$)

$$Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \quad (3.58)$$

b. Pada Kurva Turun ($T_p < t < T_p + T_{0,3}$)

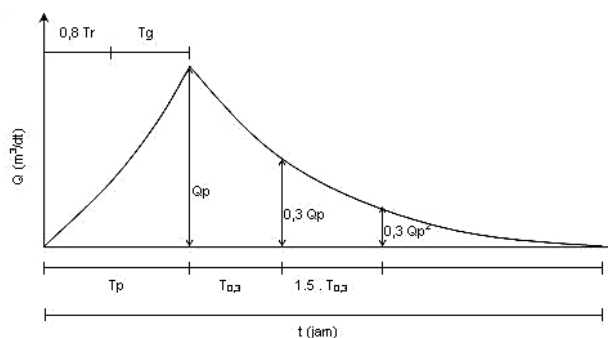
$$Q_t = Q_p \cdot 0,3^{\frac{(t - T_p)}{T_{0,3}}} \quad (3.59)$$

c. Pada Kurva Turun ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5 \cdot T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \cdot 0,3^{\frac{[(t - T_p) + (0,5 \cdot T_{0,3})]}{(1,5 \cdot T_{0,3})}} \quad (3.60)$$

d. Pada Kurva Turun ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5 \cdot T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \cdot 0,3^{\frac{[(t - T_p) + (1,5 \cdot T_{0,3})]}{(2 \cdot T_{0,3})}} \quad (3.61)$$



Gambar 3.10 Bentuk HSS Nakayasu

Sumber: Triatmodjo (2008)

2. HSS ITB-1

Natakusumah (2011) menjelaskan untuk menganalisis hidrograf satuan sintetis pada suatu DAS dengan cara ITB perlu diketahui beberapa komponen penting pembentuk hidrograf satuan sintetis berikut.

a. Time Lag (T_L) dan Waktu Puncak (T_P)

Waktu puncak (T_P) HSS ditentukan oleh harga Time Lag (T_L). Time lag adalah waktu tercapainya debit puncak dihitung dari pusat hujan satuan. rumus dari Waktu puncak dan Time lag dapat dilihat pada Gambar 3.11 sebagai berikut.

Metoda	Time Lag	Waktu Puncak (Time to Peak)	Catatan
Kirpich	$T_c = 0.01947 \left(\frac{L^{0.77}}{S^{0.835}} \right)$	$T_p = 2/3 T_c$	Untuk Cathment Kecil ($A < 2 \text{ km}^2$) T_c = Waktu Konsentrasi (Jam) L = Panjang Sungai (km) S = Kemiringan Sungai (m/m) T_p = Waktu Puncak (Jam)
Snyder	$T_L = (L \cdot L_c)^{0.3}$	$T_e = T_L / 5.5$ $T_p = \begin{cases} T_e \geq T_r \rightarrow T_p = t_p + 0.25 (T_r - T_e) \\ T_e < T_r \rightarrow T_p = t_p + 0.50 T_r \end{cases}$	L = Panjang Sungai (km) L_c = Jarak Titik Berat ke outlet (km) T_e = Durasi Hujan Effektif (Jam) S = Kemiringan Sungai (m/m) T_r = Satuan Durasi Hujan (jam) T_p = Waktu Puncak (Jam)
Nakayasu	$T_L = \begin{cases} 0.21 L^{0.7} & (L < 15 \text{ km}) \\ 0.527 + 0.058 L & (L \geq 15 \text{ km}) \end{cases}$	$T_p = 1.6 T_L$	T_L = time lag (Jam) L = Panjang Sungai (km) T_p = Waktu Puncak (Jam)
USGS	$T_L = 0.38 L^{0.62} S^{-0.31} (13 - BD)^{0.47}$	$T_p = T_L + 0.5 T_r$	T_L = time lag (Jam) L = Panjang Sungai (km) S = Kemiringan Sungai (m/m) T_r = Satuan Durasi Hujan (jam) T_p = Waktu Puncak (Jam) BD = Faktor Pengembangan DAS
SCS	$T_L = L^{0.8} \left(\frac{2540 - 22.86 \text{ CN}}{14104 \text{ CN}^{0.7} S^{0.5}} \right)$	$T_p = T_L + 0.5 T_r$	T_L = time lag (Jam) L = Panjang Sungai (km) S = Kemiringan Sungai (m/m) CN = Curve number (50 - 95) T_r = Satuan Durasi Hujan (jam) T_p = Waktu Puncak (Jam)

Gambar 3.11 Rumus TL dan TP untuk HSS ITB

Sumber: Natakusumah (2011)

b. Waktu Dasar (T_b),

Untuk DAS kecil ($A < 2 \text{ Km}^2$), menurut SCS harga T_b dihitung dengan rumus.

$$T_b = \frac{8}{3} T_p \quad (3.62)$$

Untuk DAS berukuran sedang dan besar harga secara teoritis T_b dapat berharga tak berhingga (sama dengan cara Nakayasu), namun prakteknya T_b dapat dibatasi sampai lengkung turun mendekati nol, atau dapat juga menggunakan harga berikut.

$$T_b = (10 \text{ s/d } 20) \cdot T_p \quad (3.63)$$

c. Bentuk HSS ITB

Terdapat 2 bentuk Hidrograf yaitu HSS ITB-1 dan HSS ITB-2. Untuk HSS ITB-1 memiliki persamaan lengkung naik dan lengkung turun seluruhnya yang dinyatakan dengan satu persamaan yang sama yaitu.

$$q(t) = e^{(2 - t - \frac{1}{t})^{\alpha C_p}} \quad (3.64)$$

Untuk HSS ITB 2 memiliki persamaan lengkung naik dan lengkung turun yang dinyatakan dengan dua persamaan yang berbeda yaitu.

$$q(t) = t^{\alpha} \quad (3.65)$$

$$q(t) = e^{(1 - t^{\beta C_p})} \quad (3.66)$$

$$t = \frac{T}{T_p} \quad (3.67)$$

$$q = \frac{Q}{Q_p} \quad (3.68)$$

Keterangan

$q(t)$ = fungsi bentuk HSS ITB

q = perbandingan debit dan debit puncak (Q_p)

Q = debit m^3/s

Q_p = debit puncak, m^3/s

t = perbandingan waktu dan waktu puncak (T_p)

T = waktu, jam

T_p = waktu puncak, jam

e = bilangan euler, konstanta matematik

α = koefisien

β = koefisien

C_p = koefisien, biasa diambil nilai 1

Nilai $t = T/T_p$ dan $q = Q/Q_p$ masing-masing adalah waktu dan debit yang telah dinormalkan sehingga $t=T/T_p$ berharga antara 0 dan 1, sedangkan $q = Q/Q_p$ berharga antara 0 dan ∞ (atau antara 0 dan 10 jika harga $T_b/T_p=10$). Harga koefisien α dan β bergantung pada rumus time lag yang digunakan. Jika rumusan time lag menggunakan rumus Snyder dan

Nakayasu, maka harga standar koefisien α dan β untuk HSS ITB-1 dan HSS ITB-2 diberikan pada Tabel 3.13. Jika sangat diperlukan harga koefisien α dan β dapat dirubah, namun untuk lebih memudahkan proses kalibrasi dilakukan dengan merubah koefisien C_p . Harga standar koefisien C_p adalah 1.0, jika harga debit puncak perhitungan lebih kecil dari debit puncak pengamatan, maka harga diambil $C_p > 1.0$ ini akan membuat harga debit puncak membesar, sebaliknya jika debit puncak perhitungan lebih besar dari hasil pengamatan maka harga diambil $C_p < 1.0$ agar harga debit puncak mengecil (Natakusumah, 2011)

Tabel 3.13 Harga α dan β untuk HSS ITB

Rumus time lag yang digunakan	Harga Coeffisien Standar	
	HSS ITB-1	HSS ITB-2
Snyder ($L_c=1/2L$)	$\alpha = 1,50$	$\alpha = 2,50, \beta = 1,00$
Nakayasu	$\alpha = 0,62$	$\alpha = 2,50, \beta = 0,72$

Sumber: Natakusumah (2011)

d. Debit Puncak Hidrograf Satuan

Rumus untuk perhitungan Debit Puncak HSS ITB adalah sebagai berikut.

$$Q_p = \frac{R}{3,6 T_p} \cdot \frac{A_{DAS}}{A_{HSS}} \quad (3.69)$$

Keterangan:

Q_p = debit Puncak, m^3/s

T_p = waktu puncak, jam

A_{Das} = luas area DAS, Km^2

A_{HSS} = luas total bentuk HSS ITB

3. Koreksi nilai HSS

Untuk mengecek apakah sudah sama dengan tinggi limpasan langsung maka menggunakan rumus berikut.

$$H_{DRO} = \frac{V_{HSS}}{A_{DAS} \cdot 1000} \quad (3.70)$$

Dengan H_{DRO} adalah Tinggi limpasan langsung, V_{HSS} adalah volume debit HSS (m^3), dan A_{DAS} luas DAS (Km^2) adalah Jika nilai $H_{DRO} = 1$ mm maka tidak perlu dikoreksi. Jika nilai H_{DRO} berbeda maka hidrograf satuan perlu dikalikan dengan faktor koreksi. Adapun dengan rumus faktor koreksi adalah sebagaiberikut.

$$\text{Faktor Koreksi} = \frac{1}{\frac{V_{HSS}}{A_{DAS} \cdot 1000}} \quad (3.71)$$

3.4.3 Debit Hidrograf Limpasan Langsung

Apabila hujan terdiri dari beberapa intensitas berbeda yang terjadi secara berurutan seperti pada Gambar 3.11, analisis hidrograf satuan menjadi lebih rumit. Debit rencana dapat dihitung dengan persamaan berikut (Triatmodjo, 2008).

$$Q_n = \sum_{m=1}^{n \leq M} (p_m \cdot q_{n-m+1}) \quad (3.72)$$

$$n = 1, 2, 3, \dots, N$$

$$m = 1, 2, 3, \dots, M$$

Keterangan:

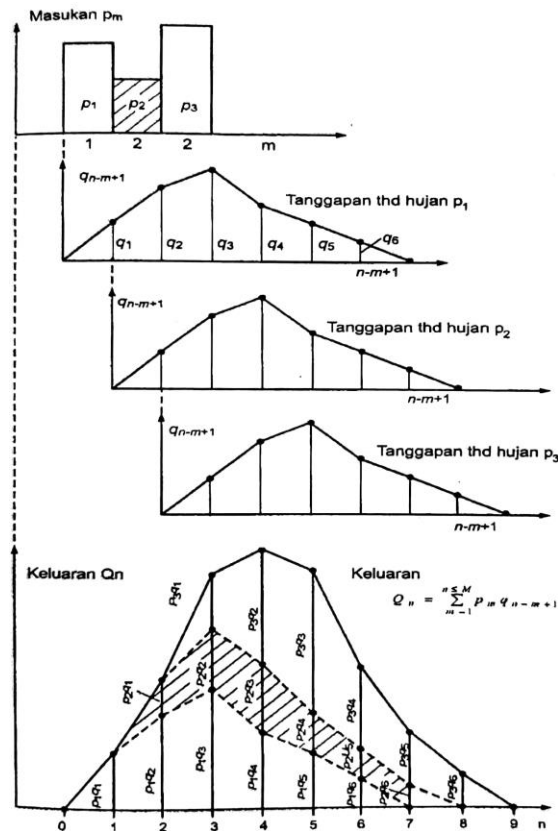
Q_n = hidrograf limpasan langsung (m^3/s)

p_m = hujan efektif

q_{n-m+1} = hidrograf satuan (m^3/s)

N = jumlah ordinat dari hidrograf limpasan langsung

M = jumlah durasi hujan yang berurutan



Gambar 3.12 Penurunan Hidrograf dari Hujan Berurutan

Sumber: Triatmodjo (2008)

Selanjutnya untuk menghitung Volume Kolam Retensi dengan menggunakan rumus luas trapesium.

3.5 Pompa

Suripin (2004) berpendapat pompa berfungsi untuk membantu mengeluarkan air dari kolam penampung banjir maupun langsung dari saluran drainase pada saat air tidak dapat mengalir secara gravitasi karena air di muaranya lebih tinggi baik akibat pasang surut maupun banjir. Dalam perencanaan hidrolika sistem pompa, perlu dipelajari hal-hal berikut

1. Aliran masuk (*inflow*) ke kolam penampung,
2. Tinggi muka air sungai,
3. Kolam penampung dan volume tampungan,
4. Ketinggian air maksimum dan kapasitas pompa yang diperlukan,

5. Dimensi penguras,
6. Pengaruh pompa, dan
7. Pola operasi pompa.

Langkah perhitungan pompa dapat dilihat di bawah ini

1. Menghitung besarnya volume aliran masuk (input).

$$V_{\text{input}} = 0,5 \cdot (\Delta T_t \cdot 3600) \cdot (Q_t + Q_{t-1}) \quad (3.73)$$

2. Menentukan besaran volume aliran keluar (output).

$$V_{\text{output}} = (\Delta T_t \cdot 3600) \cdot Q_{t-1} \quad (3.74)$$

3. Menghitung volume genangan,

$$V_{\text{total}} = V_{\text{input}} - V_{\text{output}} \quad (3.75)$$

Keterangan :

V_{input} = volume air yang masuk (m^3)

V_{output} = volume pompa (m^3)

V_{total} = volume total (m^3)

ΔT_t = perbedaan waktu pada jam ke-t (jam)

Q_t = debit jam ke-t (m^3/s)

Q_{t-1} = debit sebelum jam ke-t (m^3/s)

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian empiris di mana data-datanya dalam bentuk yang dapat dihitung. Penelitian kuantitatif memperhatikan pengumpulan dan analisis data dalam bentuk numerik.

4.2 Lokasi Penelitian

Penelitian mengenai evaluasi drainase dan kapasitas kolam retensi pada wilayah Taman Narogong Indah yang lokasinya dapat dilihat pada gambar 4.1. Pengambilan data maupun informasi mengenai daerah dan lingkungan dilakukan dengan melakukan pengamatan langsung dan tidak langsung. Pengambilan data secara langsung yaitu berupa pencatatan hasil peninjauan lokasi secara langsung serta pengukuran saluran drainase. Sedangkan secara tidak langsung adalah berupa pengambilan data melalui instansi terkait.

Wilayah Taman Narogong Indah berlokasi di Jalan Taman Narogong Indah, Kelurahan Pengasinan, Kecamatan Rawalumbu, Kota Bekasi, Jawa Barat yang dapat dilihat pada Gambar 4.2. Drainase Wilayah Taman Nagogong Indah memiliki perbatasan sebagai berikut:

1. Sebelah utara berbatasan dengan Perumahan Pondok Hijau Permai (PHP).
2. Sebelah timur berbatasan dengan Jalan Raya Mustika Sari.
3. Sebelah barat berbatasan dengan Kelurahan Bojong Rawalumbu.
4. Sebelah selatan berbatasan dengan Kelurahan Bojong Menteng.



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian Wilayah Taman Narogong Indah
(Sumber: Google Earth, 2022)



Gambar 4.2 Peta Lokasi Penelitian
(Sumber: Badan Informasi Geospasial, 2022)

4.3 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Alat tulis.
2. Seperangkat *personal computer* (PC).
3. Meteran tangan ukuran 5 meter.
4. Meteral roll 50 meter
5. *Software*, meliputi: Microsoft Word, Microsoft Excel, Google Earth, ArcGIS 10.8, dan AutoCAD 2018.

4.4 Pengumpulan Data

Berdasarkan sumber dan cara mendapatkan data, pengumpulan data dalam penelitian ini dibedakan menjadi 2 yaitu:

1. Data Primer

Pada penelitian ini, data primer diperoleh dengan cara melakukan pengamatan dan pengukuran langsung ke lokasi penelitian dan studi pustaka. Beberapa data primer yang dibutuhkan meliputi:

- a. Kondisi fisik saluran drainase
- b. Dimensi saluran drainase
- c. Kondisi fisik kolam retensi

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan sumber data penelitian yang diperoleh secara tidak langsung melalui media perantara atau dapat juga disebut sebagai data penunjang dalam melakukan evaluasi. Beberapa data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi:

- a. Peta lokasi penelitian (Gambar 4.1)
- b. Peta *Digital Elevation Modeling* (DEM) yang didapat dari Badan Informasi Geospasial (Lampiran 5)
- c. Peta Rupa Muka Bumi (RBI) dan tata guna lahan yang didapat dari Badan Informasi Geospasial (Lampiran 6)
- d. Peta DAS Kali Bekasi yang didapat dari Balai Pengelola Daerah Aliran Sungai (BPDAS)

- e. Data curah hujan 10 tahun terakhir (2011 – 2020) yang diperoleh dari Perusahaan Umum Jasa Tirta II. Dipilih 3 stasiun curah hujan, yaitu Stasiun CH Bendung Bekasi, Stasiun CH Kranji, dan Stasiun CH Cikeas (Lampiran 3)
- f. Koefisien Pengaliran (Tabel 3.12)
- g. Data dimensi kolam retensi *existing* diperoleh dari Dinas Bina Marga dan Sumber Daya Air (BMSDA) (Lampiran 7)

4.5 Tahap Penelitian

Pada penelitian ini, dilakukan beberapa tahapan penelitian diantaranya persiapan penelitian, observasi, studi pustaka, pengumpulan data, analisis data, kesimpulan dan saran.

1. Persiapan penelitian

Persiapan penelitian merupakan kegiatan yang ditujukan untuk menyiapkan segala keperluan yang observasi penelitian yang akan dilakukan.

2. Observasi

Observasi adalah kegiatan berupa penentuan lokasi penelitian, serta pengamatan lokasi untuk mendapatkan informasi terkait latar belakang masalah yang terjadi. Pada penelitian ini, observasi dilakukan di Wilayah Taman Narogong Indah Kota Bekasi, kemudian dilakukan pengamatan pada saluran drainase dan kolam retensi *existing* di wilayah tersebut.

3. Studi pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mengkaji dan mengetahui secara teoritis, metode yang akan digunakan dalam pemecahan masalah yang terjadi di lokasi penelitian.

4. Pengumpulan data

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan sebagai bahan untuk memecahkan masalah. Dalam penelitian ini, peninjauan informasi terhadap ketersediaan data-data yang dibutuhkan diajukan ke Perusahaan Umum Jasa Tirta II untuk data curah hujan dan Dinas Bina Marga dan Sumber Daya Air (BMSDA) Kota Bekasi untuk data terkait

kolam retensi *existing*, serta data yang diperoleh langsung dari hasil survey dan pengukuran di lapangan berupa dimensi saluran drainase *existing*.

5. Analisis Data

Analisis data dilakukan terhadap data yang sudah terkumpul. Pada penelitian ini, analisis data yang dilakukan berupa debit banjir rencana, debit saluran *existing*, analisis kemampuan saluran dalam menampung volume, analisis volume air yang harus ditampung kolam retensi, dan rencana volume yang sesuai jika kolam tidak mampu menampung volume air.

6. Kesimpulan dan saran

Pada tahap ini, peneliti menyimpulkan hasil penelitian yang telah dilakukan berdasarkan pengolahan data berupa pernyataan yang diambil dari hasil perhitungan yang dihasilkan. Kemudian, sebagai tindak lanjut dari hasil pernyataan pada kesimpulan, peneliti merumuskan saran – saran terkait objek penelitian agar dapat memberikan hasil yang lebih baik di masa mendatang.

4.6 Tahap Analisis Data

Analisis data dilakukan terhadap data yang sudah terkumpul dengan tujuan untuk meneliti struktur bahasan secara mendalam. Proses analisis data dalam penelitian ini meliputi:

1. Kerangka Analisis

Kerangka atau konsep analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

- a. Menghitung daya tampung sistem drainase dan kolam retensi *eksiting*.
- b. Menentukan stasiun hujan yang digunakan.
- c. Menganalisis data curah hujan.
- d. Menghitung intensitas curah hujan untuk menghasilkan debit banjir rencana yang kemudian digunakan sebagai perbandingan untuk mengevaluasi kapasitas drainase dan kolam retensi.

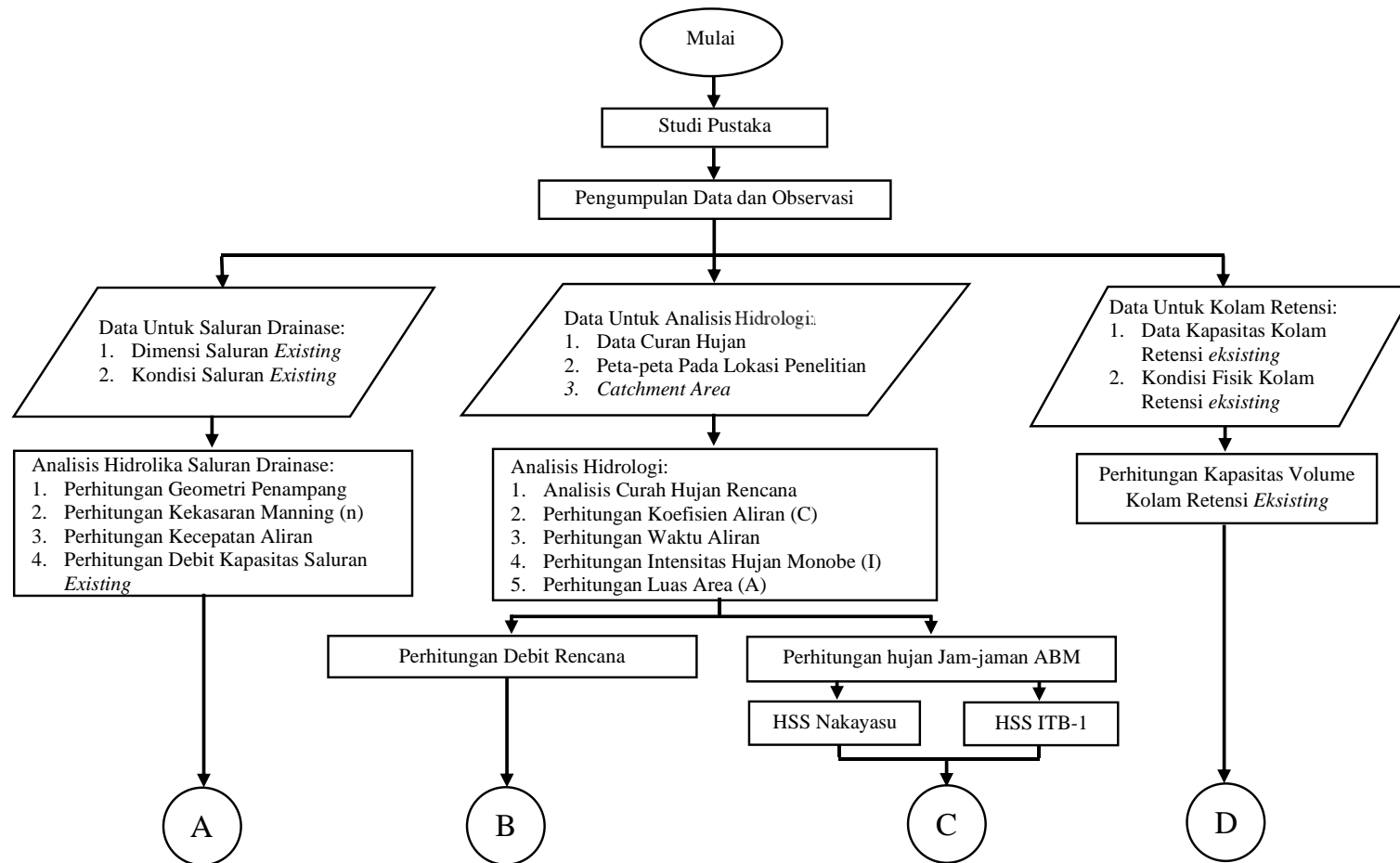
2. Langkah Analisis Data

Langkah-langkah yang digunakan untuk mewujudkan konsep analisis data di atas adalah sebagai berikut.

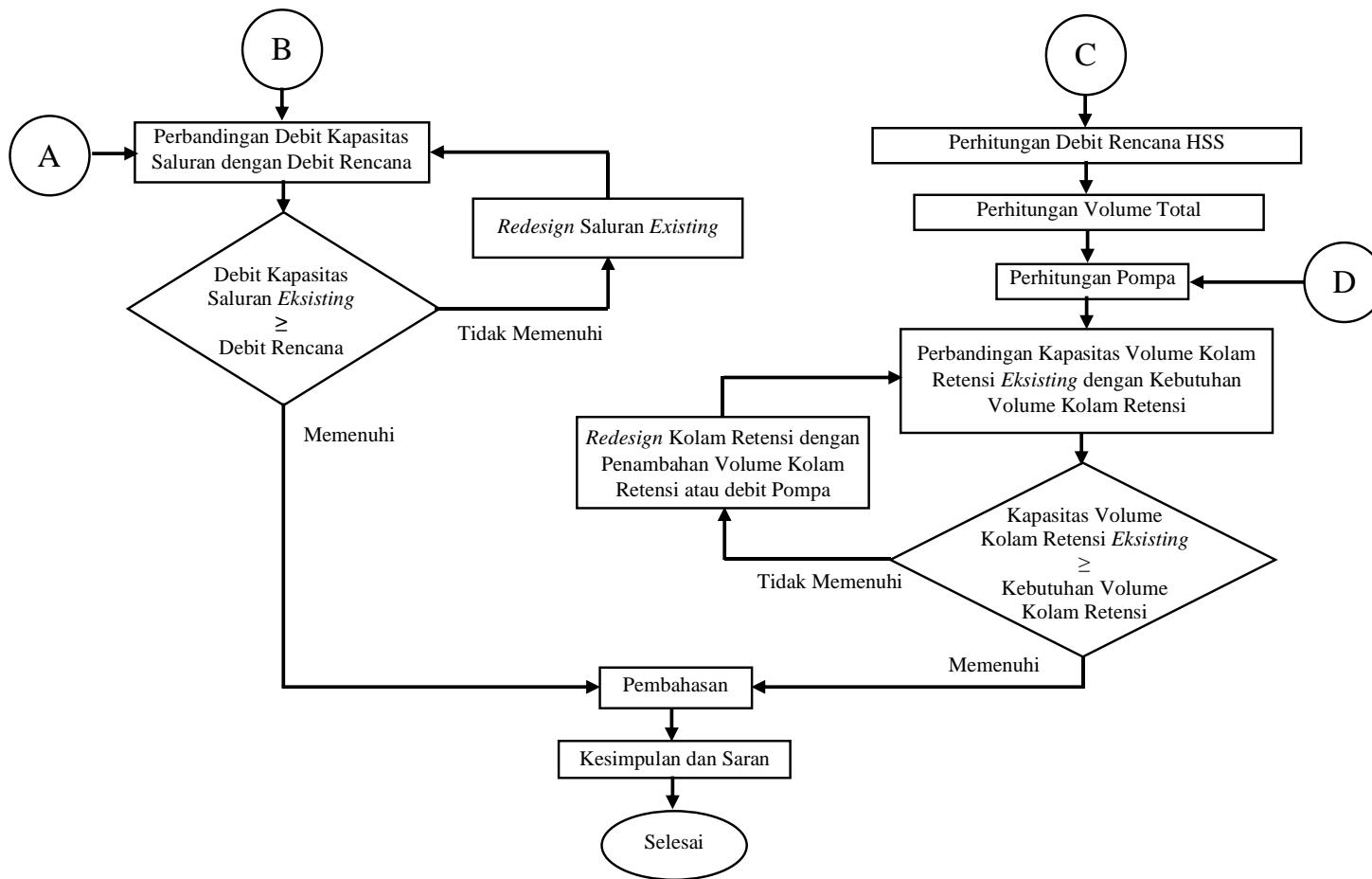
- a. Analisis curah hujan, data jumlah curah hujan, dan jumlah hari hujan pada stasiun hujan.
- b. Analisis frekuensi dan probabilitas dengan menggunakan distribusi normal, distribusi log normal, distribusi gumbel, dan distribusi log pearson tipe III. Kemudian menguji hasil distribusi frekuensi yang dipilih dengan uji kecocokan Chi-Kuadrat.
- c. Menganalisis intensitas hujan dengan rumus mononobe.
- d. Menentukan nilai koefisien pengaliran (C).
- e. Menghitung debit banjir puncak dengan metode rasional dengan menggunakan periode ulang 2, 5, dan 10 (Permen PU No 12 Tahun 2014)
- f. Menghitung daya tampung saluran drainase yang ada.
- g. Menghitung hujan jam-jaman menggunakan Metode ABM
- h. Mengitung hidrograf satuan sintetis Nakayasu dan ITB-1
- i. Menganalisis kapasitas kolam retensi *existing*.
- j. Menganalisis Pompa
- k. Menganalisis apakah daya tampung drainase dan kolam retensi cukup menampung debit banjir puncak atau tidak.
- l. Jika kapasitas tidak memenuhi maka perlu dilakukan *redesign* ulang dimensi saluran dan kapasitas kolam retensi sesuai dengan debit rencana.
- m. Merencanakan dimensi saluran dan volume kolam retensi dan kebutuhan pompa yang sesuai.

4.7 Bagan Alir Penelitian (*flowchart*)

Tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam bagan alir seperti pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Bagan Alir Penelitian (Flowchart)



Lanjutan Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian (*Flowchart*)

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Hidrologi

Data hujan yang digunakan untuk analisis hidrologi adalah data hujan maksimum harian selama minimal 10 tahun terakhir dari minimal 1 (satu) stasiun (Permen PU no 12, 2014). Stasiun hujan yang digunakan pada penelitian ini dipilih 3 (tiga) stasiun hujan terdekat dari lokasi penelitian yaitu stasiun curah hujan Bend Bekasi 10a, stasiun curah hujan Cikeas no 26, dan stasiun curah hujan Kranji Dkt 25 dengan data curah hujan yang diperoleh dari tahun 2011 hingga tahun 2020 yang didapatkan Perusahaan Umum Jasa Tirta II. Rekapitulasi bulannya dapat dilihat pada Tabel 5.1, Tabel 5.2, Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.1 Curah Hujan Maksimum Bulanan Sta Bend Bekasi 10a

Bulan	Sta. Bend Bekasi 10a. Curah Hujan Maksimum, Bulanan (mm)									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Jan	26,0	42,0	120,0	190,0	36,0	23,0	52,0	29,0	37,0	150,0
Feb	17,0	114,0	66,0	85,0	112,0	70,0	89,0	42,0	23,0	155,0
Mar	10,0	42,0	22,5	50,0	37,0	22,0	135,0	78,0	101,0	21,0
Apr	27,0	40,0	31,0	38,0	24,0	23,0	49,0	31,0	34,0	31,0
Mei	65,0	7,0	63,0	34,0	29,0	59,0	15,0	28,0	26,0	24,0
Jun	12,0	12,0	18,0	29,0	8,0	30,0	20,0	1,0	10,0	38,0
Jul	12,0	0,0	72,0	40,0	0,0	45,0	13,0	0,0	0,0	3,0
Aug	0,0	0,0	17,0	5,0	0,0	32,0	0,0	0,0	0,0	14,0
Sep	0,0	15,0	23,0	3,0	9,0	49,0	14,0	33,0	0,0	16,0
Okt	28,0	0,0	45,0	45,0	0,0	67,0	37,0	70,0	0,0	23,0
Nov	12,0	36,0	28,0	83,0	34,0	35,0	42,0	34,0	16,0	25,0
Des	62,0	64,0	62,0	34,0	37,0	42,0	11,0	30,0	30,0	31,0

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Tabel 5.2 Curah Hujan Maksimum Bulanan Sta Cikeas No 26

Bulan	Sta. Cikeas no 26. Curah Hujan Maksimum, Bulanan (mm)									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Jan	65,0	65,0	89,0	128,0	47,0	44,0	51,0	12,0	54,0	66,0
Feb	25,0	21,0	51,0	91,0	140,0	62,0	186,5	54,0	61,0	221,0
Mar	19,0	34,0	67,0	113,0	87,0	62,0	68,0	78,0	77,0	42,0
Apr	34,0	37,0	103,0	68,0	53,0	91,5	120,5	83,0	117,0	43,0
Mei	26,0	42,0	133,0	42,0	48,0	38,5	41,0	14,0	46,0	79,0
Jun	6,0	35,0	29,0	93,0	46,0	18,0	40,0	56,0	0,0	58,0
Jul	60,0	54,0	56,0	92,0	0,0	49,5	39,0	0,0	0,0	20,0
Aug	0,0	0,0	26,5	46,0	5,0	62,5	0,0	0,0	0,0	9,0
Sep	0,0	5,5	0,0	19,0	0,0	56,0	13,0	68,0	0,0	20,0
Okt	15,0	28,0	73,0	73,0	0,0	74,5	73,0	59,0	2,0	69,0
Nov	75,0	20,0	43,0	73,0	39,5	60,0	61,0	152,5	75,0	62,5
Des	30,0	135,5	76,5	75,0	122,0	38,5	75,0	73,0	66,0	49,0

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Tabel 5.3 Curah Hujan Maksimum Bulanan Sta Kranji Dkt 25

Bulan	Sta. Kranji Dkt 25. Curah Hujan Maksimum, Bulanan (mm)									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Jan	34,0	65,0	32,0	R	R	64,0	50,0	55,0	48,0	120,0
Feb	19,0	19,0	0,0	R	R	105,0	125,0	120,0	30,0	150,0
Mar	28,0	43,0	R	R	R	50,0	55,0	52,0	60,0	47,0
Apr	36,0	34,0	R	R	79,0	50,0	85,0	57,0	70,0	61,0
Mei	62,0	26,0	R	R	77,0	50,0	0,0	8,0	55,0	42,0
Jun	31,0	25,0	R	R	9,0	72,0	25,0	34,0	0,0	38,0
Jul	54,0	0,0	R	R	0,0	90,0	30,0	0,0	0,0	9,0
Aug	0,0	0,0	0,0	R	0,0	56,0	0,0	12,0	0,0	20,0
Sep	9,0	0,0	R	R	0,0	53,0	37,0	55,0	0,0	70,0
Okt	20,0	0,0	R	R	0,0	90,0	45,0	55,0	0,0	70,0
Nov	24,0	15,0	R	R	98,0	39,0	88,0	55,0	29,0	65,0
Des	80,0	21,0	R	R	188,0	78,0	65,0	65,0	76,0	47,0

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

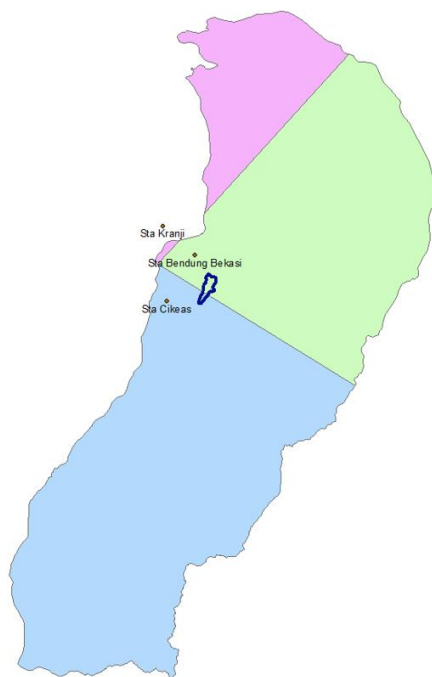
5.1.1 Penentuan Hujan Kawasan

Pada analisis hidrologi diperlukan penentuan hujan rerata pada suatu daerah. Sebelum menentukan metode penentuan hujan kawasan dilakukan analisis area *Polygon Thiessen* pada penelitian ini digunakan sebanyak 3 titik stasiun curah hujan. Analisis *Polygon Thiessen* dilakukan dengan menggunakan ArcGIS yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5.1 berikut.

Tabel 5.4 Koordinat Stasiun Curah Hujan

Stasiun	Kode Sta.	Koordinat	
		Longitudinal	Lattitude
Bendung Bekasi	10a	106,995074	-6,251666
Kranji	Dkt 25	106,965462	-6,224979
Cikeas	No 26	106,969061	-6,294211

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)



Gambar 5. 1 Analisis Polygon Thiessen

Berdasarkan hasil analisis *Polygon Thiessen* diketahui area lokasi penelitian hanya mencakup Stasiun Hujan Bendung Bekasi dan Stasiun Hujan Cikeas, maka metode Hujan Kawasan yang dipilih adalah Metode Aritmatik dikarenakan hanya

tersisa 2 stasiun hujan. Data yang diperlukan untuk Metode Aritmatik adalah data curah hujan maksimum tahunan yang dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Curah Hujan Maksimum Tahunan

Stasiun Curah Hujan	Tahun									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Stasiun Bendung Bekasi 10a	65,0	114,0	120,0	190,0	112,0	70,0	135,0	78,0	101,0	155,0
Stasiun Cikeas no.26	75,0	135,5	133,0	128,0	140,0	91,5	186,5	152,5	117,0	221,0

Selanjutnya digunakan Persamaan 3.1 untuk menghitung curah hujannya, contoh perhitungan curah hujan pada tahun 2011 adalah sebagai berikut.

$$P_{2011} = \frac{65,0+75,0}{2} = 70,0 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan untuk data pada tahun yang lain dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5.6 Curah Hujan Metode Aritmatik

No	Tahun	Curah hujan (mm)
1	2011	70,00
2	2012	124,75
3	2013	126,50
4	2014	159,00
5	2015	126,00
6	2016	80,75
7	2017	160,75
8	2018	115,25
9	2019	109,00
10	2020	188,00
Total		1260,00
Rata-Rata (\bar{X})		126,00

5.1.2 Analisis Parameter Statistik

Pada perhitungan hidrologi terdapat beberapa jenis distribusi probabilitas yang sering digunakan, diantaranya distribusi probabilitas Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson Tipe III. Untuk menentukan jenis distribusi yang digunakan dilakukan analisis parameter statistik dari data hujan maksimum tahunan. Menghitung nilai rata-rata (\bar{x}) dengan Persamaan 3.2

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{70,0+124,5+126,5+159,0+126,0+80,75+160,75+115,25+109,0+188,0}{10}$$

$$\bar{x} = 126,0 \text{ mm}$$

Setelah mendapatkan nilai \bar{x} dapat dicari nilai $(x_i - \bar{x})$, $(x_i - \bar{x})^2$, $(x_i - \bar{x})^3$, $(x_i - \bar{x})^4$ yang dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut.

Tabel 5.7 Analisis Distribusi Perhitungan $(x_i - \bar{x})$

No	Tahun	x_i	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^3$	$(x_i - \bar{x})^4$
1	2011	70,00	-56,00	3136,00	-175616,00	9834496,00
2	2012	124,75	-1,25	1,56	-1,95	2,44
3	2013	126,50	0,50	0,25	0,13	0,06
4	2014	159,00	33,00	1089,00	35937,00	1185921,00
5	2015	126,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	2016	80,75	-45,25	2047,56	-92652,20	4192512,19
7	2017	160,75	34,75	1207,56	41962,80	1458207,19
8	2018	115,25	-10,75	115,56	-1242,30	13354,69
9	2019	109,00	-17,00	289,00	-4913,00	83521,00
10	2020	188,00	62,00	3844,00	238328,00	14776336,00
Sum		1260,00	0,00	11730,50	41802,47	31544350,58
\bar{x}		126,00				

Selanjutnya Menghitung nilai rata-rata dengan skala logaritma. Penghitung nilai rata-rata hujan dalam skala logaritma ($\text{Log } \bar{x}$) dengan Persamaan 3.2

$$\text{Log } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } x_i}{n}$$

$$\text{Log } \bar{x} = \frac{1,8451+2,0960+2,1021+2,2014+2,1004+1,907+2,2062+2,0616+2,0374+2,2742}{10}$$

$$\text{Log } \bar{x} = 2,0832$$

Setelah mendapatkan nilai $\text{Log } \bar{x}$ dapat dicari nilai $(\text{Log } x_i - \text{Log } \bar{x})$, $(\text{Log } x_i - \text{Log } \bar{x})^2$, $(\text{Log } x_i - \text{Log } \bar{x})^3$, $(\text{Log } x_i - \text{Log } \bar{x})^4$ yang dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut.

Tabel 5.8 Analisis Distribusi Perhitungan ($\text{Log } x_i - \text{Log } \bar{x}$)

no	Tahun	x_i	$\text{Log } x_i$	$(\text{Log } x_i - \text{Log } \bar{x})$	$(\text{Log } x_i - \text{Log } \bar{x})^2$	$(\text{Log } x_i - \text{Log } \bar{x})^3$	$(\text{Log } x_i - \text{Log } \bar{x})^4$
1	2011	80,00	1,8451	-0,2381	0,0567	-0,0135	0,0032
2	2012	135,50	2,0960	0,0129	0,0002	0,0000	0,0000
3	2013	133,00	2,1021	0,0189	0,0004	0,0000	0,0000
4	2014	190,00	2,2014	0,1182	0,0140	0,0017	0,0002
5	2015	188,00	2,1004	0,0172	0,0003	0,0000	0,0000
6	2016	105,00	1,9071	-0,1760	0,0310	-0,0055	0,0010
7	2017	186,50	2,2062	0,1230	0,0151	0,0019	0,0002
8	2018	152,50	2,0616	-0,0215	0,0005	0,0000	0,0000
9	2019	117,00	2,0374	-0,0457	0,0021	-0,0001	0,0000
10	2020	221,00	2,2742	0,1910	0,0365	0,0070	0,0013
Sum			20,8315	0,0000	0,1566	-0,0086	0,0059
Log \bar{x}			2,0832				

Setelah didapatkan parameter statistik selanjutnya nilai Koefisien Kemencengan (C_s) dan Koefisien Kurtosis (C_k) pada distribusi probabilitas Normal, Log Normal, gumber, dan Log Pearson Tipe III.

1. Distribusi Probabilitas Normal

a. Menghitung nilai Standard Deviasi (S_n) dengan Persamaan 3.3

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$S_n = \sqrt{\frac{11730,50}{10-1}}$$

$$S_n = 34,24$$

b. Menghitung Koefisien Kemencengan (C_s) dengan Persamaan 3.5

$$C_s = \frac{n \sum_1^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S_n^3}$$

$$C_s = \frac{10 \cdot 41802,47}{(10-1)(10-2)(34,24)^3}$$

$$C_s = 0,1447$$

c. Menghitung Koefisien Kurtosis (C_k) dengan Persamaan 3.6

$$C_k = \frac{n^2 \sum_1^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S_n^4}$$

$$C_k = \frac{10^2 \cdot 31544350,58}{(10-1)(10-2)(10-3)(34,24)^4}$$

$$C_k = 4,5562$$

2. Distribusi Probabilitas Log Normal

a. Menghitung nilai Standard Deviasi (S_n) dalam skala logaritma dengan Persamaan 3.12

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } x_i - \overline{\text{Log } x})^2}{n-1}}$$

$$S_n = \sqrt{\frac{0,1566}{10-1}}$$

$$S_n = 0.1319$$

b. Menghitung Koefisien Kemencengan (C_s) dalam skala logaritmadengan Persamaan 3.13

$$C_s = \frac{n \sum_1^n (\text{Log } x_i - \overline{\text{Log } x})^3}{(n-1)(n-2)S_n^3}$$

$$C_s = \frac{10 \cdot (-0,0086)}{(10-1)(10-2)(0,1319)^3}$$

$$C_s = -0,5174$$

- c. Menghitung Koefisien Kurtosis (C_k) dalam skala logaritma dengan Persamaan 3.14

$$C_k = \frac{n^2 \sum_1^n (\text{Log } x_i - \text{Log } \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S_n^4}$$

$$C_k = \frac{10^2 \cdot 0,0059}{(10-1)(10-2)(10-3)(0,1319)^4}$$

$$C_k = 3,8862$$

3. Distribusi Probabilitas Gumbel

- a. Menghitung nilai Standard Deviasi (S_n) dengan Persamaan 3.17

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$S_n = \sqrt{\frac{11730,50}{10-1}}$$

$$S_n = 34,24$$

- b. Menghitung Koefisien Kemencengan (C_s) dengan Persamaan 3.18

$$C_s = \frac{n \sum_1^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S_n^3}$$

$$C_s = \frac{10 \cdot 41802,47}{(10-1)(10-2)(34,24)^3}$$

$$C_s = 0,1447$$

c. Menghitung Koefisien Kurtosis (C_k) dengan Persamaan 3.19

$$C_k = \frac{n^2 \sum_1^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sn^4}$$

$$C_k = \frac{10^2 \cdot 31544350,58}{(10-1)(10-2)(10-3)(34,24)^4}$$

$$C_k = 4,5562$$

4. Distribusi Probabilitas Log Pearson Tipe III

a. Menghitung nilai Standard Deviasi (S_n) dalam skala logaritma dengan Persamaan 3.21

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } x_i - \overline{\text{Log } x})^2}{n-1}}$$

$$S_n = \sqrt{\frac{0,1566}{10-1}}$$

$$S_n = 0,1319$$

b. Menghitung Koefisien Kemencengan (C_s) dalam skala logaritma dengan Persamaan 3.22

$$C_s = \frac{n \sum_1^n (\text{Log } x_i - \overline{\text{Log } x})^3}{(n-1)(n-2)Sn^3}$$

$$C_s = \frac{10 \cdot (-0,0086)}{(10-1)(10-2)(0,1319)^3}$$

$$C_s = -0,5174$$

c. Menghitung Koefisien Kurtosis (C_k) dalam skala logaritma dengan Persamaan 3.23

$$C_k = \frac{n^2 \sum_1^n (\text{Log } x_i - \overline{\text{Log } x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)Sn^4}$$

$$C_k = \frac{10^2 \cdot 0,0059}{(10-1)(10-2)(10-3)(0,1319)^4}$$

$$C_k = 3,8862$$

Setelah mendapatkan nilai Koefisien Kemencengan (C_s) dan Koefisien Kurtosis (C_k) pada semua distribusi probabilitas, penentuan metode distribusi yang digunakan dapat dipilih dengan perbandingan nilai syarat yang terdapat pada Tabel 3.3. Perbandingan antara kedua nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.9 Analisis Kecocokan Parameter Statistik

Jenis Sebaran	Syarat			Hasil	Kecocokan Parameter
	Cs	Ck			
Gumbel	Cs	≈	1,1400	0,1447	Tidak
	Ck	≈	5,4000	4,5562	
Normal	Cs	≈	0,0000	0,1447	Tidak
	Ck	≈	3,0000	4,5562	
Log Normal	Cs	≈	$C_v^3 + 3C_v = 0,1910$	-0,5174	Tidak
	Ck	≈	$C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 3,0649$	3,8862	
Log Pearson III	Cs	≈	Selain nilai di atas	-0,5174	Iya
	Ck	≈		3,8862	

Berdasarkan hasil analisis persyaratan kecocokan parameter statistik penentuan distribusi hujan maka dipilih distribusi probabilitas Log Pearson III paling cocok digunakan pada data hujan tersebut.

5.1.3 Analisis Curah Hujan Rencana

Pada penelitian ini data hujan yang digunakan paling cocok menggunakan jenis distribusi probabilitas Log Pearson Tipe III dari hasil analisis kecocokan parameter statistik. Pada sensus penduduk tahun 2020 kota Bekasi memiliki total penduduk sebanyak 2.543.676 jiwa (sumber: Badan Pusat Statistik, 2022) maka dari itu Kota Bekasi termasuk kota metropolitan. berdasarkan tipologi kota metropolitan menggunakan kala ulang ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun. perhitungan hujan rencana untuk jenis distribusi Log Pearson Tipe III dengan menghitung X_T sebagai berikut.

1. Menentukan Nilai Faktor Frekuensi (K_T)

Nilai K_T didapatkan dari Tabel 3.9 dengan menggunakan nilai koefisien kemencengan (C_s) dan nilai kala ulang. Nilai C_s Diketahui sebesar -0,5174. Nilai tersebut berada diantara nilai -0,6 dan -0,5 maka untuk mendapatkan

nilai K_T digunakan Interpolasi Linear. Contoh perhitungan untuk mendapatkan nilai K_T pada kala ulang 2 tahun adalah sebagai berikut.

$$y = y_1 + (x - x_1) \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)}$$

$$K_2 = 0,0830 + (-0,5174 - (-0,5)) \frac{(0,0990 - 0,0830)}{(-0,6 - (-0,5))}$$

$$K_2 = 0,0858$$

Untuk mendapatkan nilai K_T dengan kala ulang 5 dan 10 tahun dengan cara yang sama. Maka nilai K_T untuk kala ulang 2, 5, dan 10 tahun secara berurutan yaitu $K_2 = 0,0858$, $K_5 = 0,8562$, dan $K_{10} = 1,2132$.

2. Menghitung nilai hujan rencana (X_T) dengan menggunakan Persamaan 3.24. contoh perhitungan kala ulang 2 tahun adalah sebagai berikut.

$$\text{Log } X_2 = \text{Log } \bar{x} + K_2 \cdot S_n$$

$$\text{Log } X_2 = 2,0832 + 0,0858 \cdot 0,1319$$

$$\text{Log } X_2 = 2,1727$$

$$X_2 = 10^{2,0945}$$

$$X_2 = 124,30 \text{ mm}$$

Untuk mendapatkan nilai X_T dengan kala ulang 5 dan 10 tahun dengan cara yang sama. Maka nilai X_T untuk kala ulang 2, 5, dan 10 tahun secara berurutan yaitu $X_2 = 124,30 \text{ mm}$, $X_5 = 157,07 \text{ mm}$, dan $X_{10} = 175,06 \text{ mm}$.

Rekapitulasi Analisis Frekuensi pada Metode Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada Tabel 5.10 Berikut

Tabel 5.10 Hujan Rencana Log Pearson Tipe III

Kala Ulang	Log \bar{x}	S_n	K_T	Log X_T	X_T (mm)
2	2,0832	0,1319	0,0858	2,0945	124,30
5	2,0832	0,1319	0,8562	2,1961	157,07
10	2,0832	0,1319	1,2132	2,2432	175,06

5.1.4 Uji Kecocokan Distribusi

Setelah didapatkan nilai hujan rencana selanjutnya perlu dilakukan pengujian distribusi probabilitasnya yang dalam penelitian ini menggunakan metode Chi-kuadrat. Berikut langkah-langkah dalam pengujian Chi-kuadrat.

1. Data curah hujan maksimum tahunan yang diurutkan dari paling kecil ke paling besar. Kemudian direkapitulasi dalam bentuk Tabel yang dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut.

Tabel 5.11 Urutan Data Curah Hujan Terkecil ke Terbesar

No	Tahun	Curah hujan Max (mm)
1	2011	70,00
2	2016	80,75
3	2019	109,00
4	2018	115,25
5	2012	124,75
6	2015	126,00
7	2013	126,50
8	2014	159,00
9	2017	160,75
10	2020	188,00

2. Jumlah kelas (k)

k pada pengujian Chi-kuadrat digunakan Persamaan 3.27 sebagai berikut:

$$\text{Jumlah data } (n) = 10$$

$$\text{Jumlah kelas } (k) = 1 + 3,332 \text{ Log}(n)$$

$$\text{Jumlah kelas } (k) = 1 + 3,332 \text{ Log}(10)$$

$$\text{Jumlah kelas } (k) = 4,3320 \approx 4$$

3. Derajat kejenuhan (D_k)

D_k pada pengujian Chi-kuadrat digunakan Persamaan 3.28, dengan banyaknya ketekaitan (α) untuk uji Chi-kuadrat adalah 2 (Triatmodjo, 2008).

$$D_k = k - (\alpha + 1)$$

$$D_k = 4 - (2 + 1)$$

$$D_k = 1$$

Berdasarkan Tabel 3.X, untuk $D_k = 1$ dengan nilai Probabilitas (P) 5% maka dapat ditentukan nilai X^2_{cr} adalah 3,8410

4. Nilai frekuensi yang diharapkan (Ef)

Ef dapat ditentukan dengan Persamaan 3.29 sebagai berikut

$$Ef = \frac{n}{k}$$

$$Ef = \frac{10}{4}$$

$$Ef = 2,5$$

5. Menentukan kelas distribusi

Kelas distribusi = $\frac{1}{4} \cdot 100\%$, maka interval distribusinya adalah 25%, 50%, 75%

$$P_x = 25\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{25\%} = 4 \text{ tahun}$$

$$P_x = 50\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{50\%} = 2 \text{ tahun}$$

$$P_x = 75\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{75\%} = 1,33 \text{ tahun}$$

6. Menghitung kelas interval

Untuk menentukan nilai K_T digunakan Tabel 3.9 yang memerlukan nilai koefisien kemencengan (C_s) dan nilai kala ulang.

$$T = 4 \text{ tahun} \quad \text{maka } K_T = 0,5994$$

$$T = 2 \text{ tahun} \quad \text{maka } K_T = 0,0858$$

$$T = 1,33 \text{ Tahun} \quad \text{maka } K_T = -0,0854$$

Untuk menghitung interval kelas pada distribusi log pearson III digunakan rumus 3.8 dengan menggunakan nilai K_T dan T pada setiap intervalnya sehingga didapatkan:

$$X_4 = 145,28 \text{ mm}$$

$$X_2 = 124,29 \text{ mm}$$

$$X_{1,33} = 118,00 \text{ mm}$$

7. Mencari nilai X^2 untuk dibandingkan dengan nilai X^2_{cr} .

Untuk menghitung nilai X^2 dapat digunakan Persamaan 3.26. contoh perhitungan untuk kelas dengan frekuensi antara X_2 dan X_4 adalah sebagai berikut.

$$Of = \{124,75; 126,00; 126,50\} = 3$$

$$Ef = 2,5$$

$$X^2 = \frac{(Of - Ef)^2}{Ef}$$

$$X^2 = \frac{(3 - 2,5)^2}{2,5}$$

$$X^2 = 0,1$$

Selanjutnya dihitung dengan cara yang sama pada setiap kelas. Hasil perhitungan nilai X^2 dapat dilihat pada Tabel 5.12 berikut.

Tabel 5.12 Perhitungan Nilai Chi-Kuadrat (X^2)

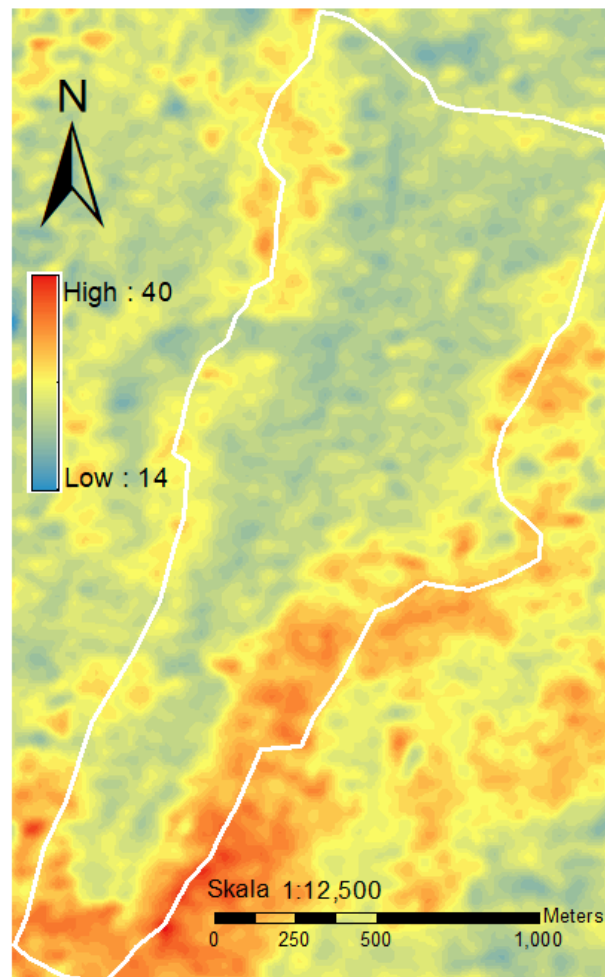
kelas	Kelas Interval	Of	Ef	Of-Ef	(Of-Ef) ² /Ef
1	< 118,00	4,00	2,50	1,50	0,90
2	118,00 - 124,30	0,00	2,50	-2,50	2,50
3	124,30 - 145,28	3,00	2,50	0,50	0,10
4	> 145,28	3,00	2,50	0,50	0,10
Jumlah		X^2		3,60	

Didapatkan nilai $X^2 = 3,60$ yang lebih kecil dibandingkan dengan $X^2_{cr} = 3,8410$. Maka dapat disimpulkan bahwa data distribusi tersebut dapat diterima.

5.1.5 *Catchment Area*

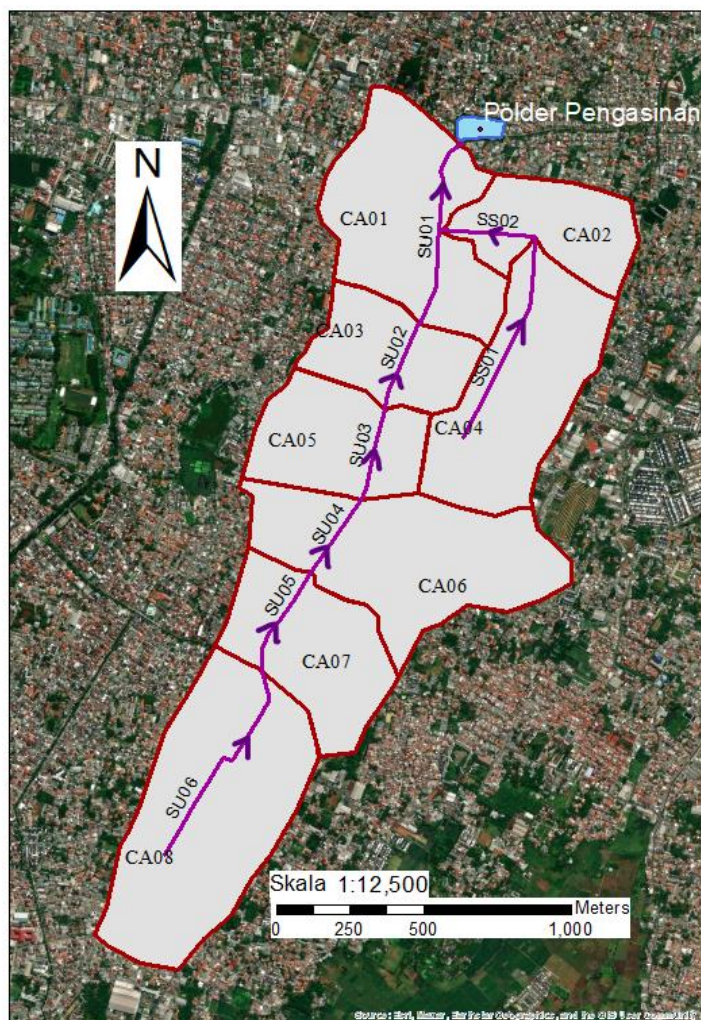
Penentuan batas-batas *catchment area* pada lokasi penelitian dimulai dari pembuatan area batas *catchment area* yang dibantu dengan data kontur DEMNAS sebagai referensi lalu menggunakan arah aliran saluran drainase yang menuju ke saluran utama dengan pengambilan data langsung dilapangan.

Didapatkan luas total *catchment area* sebesar 2,25 Km². Agar lebih jelas dapat dilihat pada gambar 5.2.



Gambar 5.2 Peta Kontur Untuk Penentuan *Catchment Area*

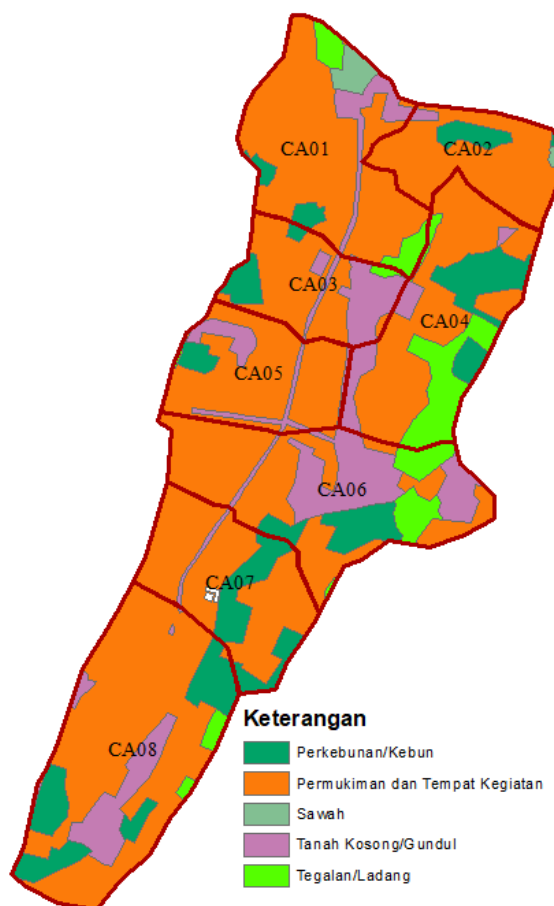
Selanjutnya luas total *catchment area* dibagi mejadi 8 area berdasarkan dimensi saluran sesuai kebutuhan, adapun penambahan saluran sekunder SS01 dan SS02 dikarenakan ada arah aliran tersebut cukup terisolasi dan mengarah ke saluran Utama SU01. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.3 sebagai berikut



Gambar 5.3 Pembagian *Catchment Area*

5.1.6 Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran (C) didasarkan pada tataguna lahan pada *catchment area*. Adapaun data tataguna lahan didapat dari BAKOSURTANAL, dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut.



Gambar 5.4 Tata Guna Lahan pada *Catchment Area*

Selanjutnya digunakan *software ArcGIS* untuk mendapatkan luas area masing-masing jenis tataguna lahan dari semua *catchment area* dengan nilai C dapat dilihat pada Tabel 3.11. Hasil analisisnya dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut.

Tabel 5.13 Tata Guna Lahan pada *Catchment Area*

Nama CA	Area Penggunaan Lahan (m ²)					Total Area (m ²)
	Pemukiman	Perkebunan	Sawah	Tanah Kosong	Ladang	
	0,6	0,2	0,2	0,6	0,2	
CA01	251031,63	12899,19	15523,11	29357,34	24920,23	333731,50
CA02	145166,19	16675,47	2364,44	3182,36	0,00	167388,46
CA03	101049,59	18727,81	0,00	44011,67	3138,73	166927,80
CA04	180197,65	53569,05	0,00	27836,74	60456,61	322060,06
CA05	158286,73	9902,23	0,00	29305,39	784,62	198278,97
CA06	197804,01	39444,08	0,00	98024,23	36821,46	372093,78
CA07	175305,92	52429,69	0,00	4362,78	88,32	232186,72
CA08	321863,69	75379,23	0,00	53778,47	9709,44	460730,82
					TOTAL	2253398,11

Perhitungan koefisien C dapat dihitung dengan cara pembobotan. Contoh perhitungan Koefisien C pada *Cathment Area* CA01 adalah sebagai berikut.

$$C_{CA01} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$C_{CA01} = \frac{0,6 \cdot 251031,63 + 0,2 \cdot 12899,19 + 0,2 \cdot 15523,11 + 0,6 \cdot 29357,34 + 0,2 \cdot 24920,23}{333731,50}$$

$$C_{CA01} = 0,5361$$

Selanjutnya perhitungan koefisien C untuk *cathment area* yang lain dihitung dengan cara yang sama. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut.

Tabel 5.14 Nilai Koefisien C

Nama CA	Bobot C Penggunaan Lahan					Nilai C
	Pemukiman	Perkebunan	Sawah	Tanah Kosong	Ladang	
	0,6	0,2	0,2	0,6	0,2	
CA01	0,4513	0,0077	0,0093	0,0528	0,0149	0,5361
CA02	0,5203	0,0199	0,0028	0,0114	0	0,5545
CA03	0,3632	0,0224	0	0,1582	0,0038	0,5476
CA04	0,3357	0,0333	0	0,0519	0,0375	0,4584
CA05	0,4790	0,0100	0	0,0887	0,0008	0,5784
CA06	0,3190	0,0212	0	0,1581	0,0198	0,5180
CA07	0,4530	0,0452	0	0,0113	0,0001	0,5095
CA08	0,4192	0,0327	0	0,0700	0,0042	0,5261

5.1.7 Analisis Waktu Konsentrasi (t_c)

Perhitungan Waktu Konsentrasi (t_c) menggunakan Persamaan 3.33. pada persamaan tersebut dibutuhkan data panjang saluran dan kemiringan saluran. Data panjang saluran (L_s) didapat dari peta citra satelit *software Google Earth* sedangkan untuk mendapatkan data kemiringan dasar saluran digunakan peta kontur DEMNAS yang diolah dengan *software ArcGIS* untuk mengetahui perbedaan elevasi saluran antara hulu dan hilir saluran. Hasil perhitungan t_c pada tiap saluran dapat dilihat pada Table 5.15 berikut.

Tabel 5.15 Perhitungan Waktu Konsentrasi (t_c)

Nama Saluran	Ls (m)	Hilir	Hulu	S	t_c (jam)
SU01	657,57	20,00	20,97	0,001475	0,59
SU02	312,94	20,97	21,47	0,001598	0,32
SU03	314,57	21,47	22,08	0,001939	0,30
SU04	304,65	22,08	22,73	0,002134	0,28
SU05	382,53	22,73	23,58	0,002222	0,33
SU06	762,77	23,58	24,96	0,001809	0,61
SS01	737,59	20,87	22,16	0,001749	0,60
SS02	324,29	20,32	20,87	0,001696	0,32

Adapun tahap perhitungan untuk mendapatkan nilai t_c adalah sebagai berikut.

1. Menghitung nilai S dengan menggunakan Persamaan 3.47

$$S = \frac{\text{beda tinggi hulu dan hilir}}{\text{panjang saluran}}$$

$$S_{SU01} = \frac{20,97 - 20,00}{657,57}$$

$$S_{SU01} = 0,001475$$

2. Menghitung nilai t_c

$$t_c = \left(\frac{0,87 \cdot L^2}{1000 \cdot S} \right)^{0,385}$$

$$t_{c_SU01} = \left(\frac{0,87 \cdot 657,57^2}{1000 \cdot 0,001475} \right)^{0,385}$$

$$t_{c_SU01} = 0,59 \text{ Jam}$$

5.1.8 Analisis Waktu Saluran (t_d)

Perhitungan waktu saluran menggunakan Persamaan 3.32. Perhitungan waktu saluran membutuhkan nilai kecepatan. Data saluran existing dapat dilihat pada Tabel 5.20, Perhitungan waktu saluran untuk saluran SU01 adalah sebagai berikut.

$$A = (b + mH)H$$

$$A_{Su01} = (4,90 + 0 \cdot 1,59) 1,59$$

$$A_{Su01} = 7,79 \text{ m}^2$$

$$P = b + 2H\sqrt{1+m^2}$$

$$P_{Su01} = 4,90 + 2 \cdot 1,59 \sqrt{1+0^2}$$

$$P_{Su01} = 8,08 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R_{Su01} = \frac{7,79}{8,08}$$

$$R_{Su01} = 0,96$$

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

$$v = \frac{1}{0,025} 0,96^{2/3} 0,001475^{1/2}$$

$$v = 1,50 \text{ m/s}$$

$$t_d = \frac{L}{60 \cdot v}$$

$$t_d = \frac{657,57}{60 \cdot 1,50}$$

$$t_d = 7,31 \text{ menit}$$

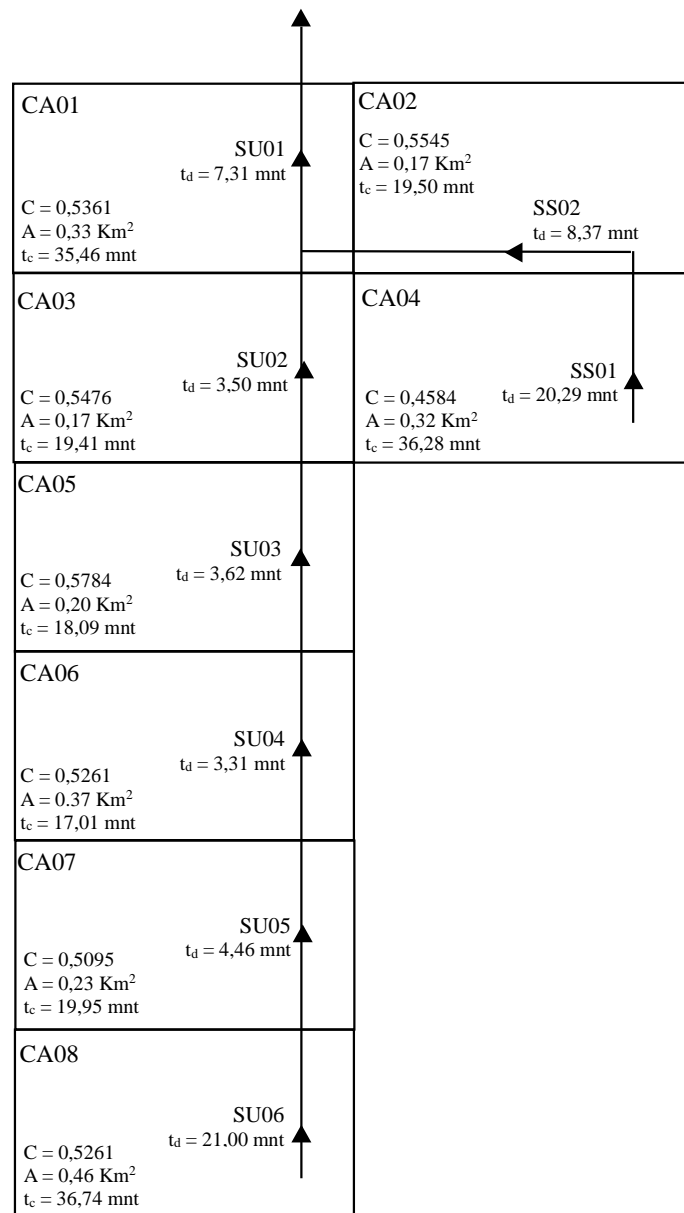
Perhitungan waktu saluran pada saluran yang lain dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut.

Tabel 5.16 Perhitungan Waktu Saluran (t_d)

No	Sal	Ls (m)	v rata-rata (m/s)	t_d (menit)
1	SU01	657,57	1,50	7,31
2	SU02	312,94	1,49	3,50
3	SU03	314,57	1,45	3,62
4	SU04	304,65	1,53	3,31
5	SU05	382,53	1,43	4,46
6	SU06	762,77	0,61	21,00
7	SS01	737,59	0,61	20,29
8	SS02	324,29	0,64	8,37

5.1.9 Analisis Debit Rencana Saluran Drainase

Perhitungan Debit Rencana menggunakan metode DAS dengan Beberapa Sub-DAS. Suripin (2004), menjelaskan pada lokasi drainase berasal dari dua atau lebih masukan, maka waktu konsentrasi terpanjang yang dipakai untuk intensitas hujan rencana, Koefisien dipakai C, dan total area drainase dari daerah masukan. Untuk perhitungannya dimulai dari saluran hulu. Arah aliran, waktu aliran, dan *catchment area* dapat dilihat pada Gambar 5.5 berikut.



Gambar 5.5 Sketsa Tata Letak Inlet dan Karakteristik Sub-Area

Terdapat 2 cabang hulu yaitu SU06 dan SS01. Waktu konsentrasi terpanjang dari kedua saluran tersebut adalah SU06 dengan 36,74 menit, maka dapat digunakan sebagai asumsi awal perhitungan debit rencana. Tahap perhitungan selanjutnya akan dicoba untuk saluran SU04 sebagai berikut.

1. Waktu Konsentrasi (t_c)

Tahap pengecekan waktu konsentrasi terpanjang dimulai dari sub area CA08 dan CA07 menghasilkan $t_{c_CA08} > t_{c_CA07}$ maka waktu konsentrasinya menjadi penjumlahan antara waktu konsentrasi sub area CA08 dan waktu aliran saluran SU05 yaitu $t_{c_CA08} + t_{d_SU05}$, Kemudian untuk sub area CA06 dibandingkan dengan waktu konsentrasi sebelumnya menghasilkan $t_{c_CA08} + t_{d_SU05} > t_{c_CA06}$ maka waktu konsentrasi terpanjangnya adalah penjumlahan waktu konsentrasi sub area CA08, waktu aliran saluran SU05, dan waktu aliran saluran SU04 dengan perhitungan sebagai berikut.

$$t_{c_SU04} = t_{c_CA08} + (t_{d_SU05} + t_{d_SU04})$$

$$t_{c_SU04} = 36,74 + (4,46 + 3,34)$$

$$t_{c_SU04} = 44,54 \text{ menit} = 0,74 \text{ jam}$$

2. Intensitas Hujan (I)

Perhitungan menggunakan Persamaan 3.34 dengan kala ulang 2 tahun sebagai berikut.

$$I_{2_SU04} = \frac{X_2}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

$$I_{2_SU04} = \frac{124,30}{24} \left(\frac{24}{0,74} \right)^{2/3}$$

$$I_{2_SU04} = 52,56 \text{ mm/jam}$$

3. Koefisien C

Perhitungan koefisien C adalah sebagai berikut

$$C_{8;7;6} = \frac{C_{CA08} \cdot A_{CA08} + C_{CA07} \cdot A_{CA07} + C_{CA06} \cdot A_{CA06}}{A_{CA08} + A_{CA07} + A_{CA06}}$$

$$C_{8;7;6} = \frac{0,5261 \cdot 0,46 + 0,5095 \cdot 0,23 + 0,5108 \cdot 0,37}{0,46 + 0,23 + 0,37}$$

$$C_{8;7;6} = 0,5197$$

4. Luas Area (A)

Perhitungan Luas Area Adalah Sebagai Berikut.

$$A_{SU04} = A_{CA08} + A_{CA07} + A_{CA06}$$

$$A_{SU04} = 0,46 + 0,23 + 0,37$$

$$A_{SU04} = 1,06 \text{ Km}^2$$

5. Debit Rencana (Q)

Perhitungan debit rencana menggunakan Persamaan 3.35 sebagai berikut.

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

$$Q_{2_SU04} = 0,278 \cdot C_{8;7;6} \cdot I_{2_SU04} \cdot A_{SU04}$$

$$Q_{2_SU04} = 0,278 \cdot 0,5197 \cdot 52,56 \cdot 1,06$$

$$Q_{2_SU04} = 8,09 \text{ m}^3/\text{s}$$

Hasil dari perhitungan debit rencana untuk semua kala ulang saluran dapat dilihat pada Tabel 5.17, Tabel 5.18, dan Tabel 5.19 Berikut.

Tabel 5.17 Keofisien C dan Waktu Konsentrasi (t_c) Aliran

Cabang	Sal	Kode CA digunakan	Area Gabungan (Km ²)	C Gabungan	t_c (menit)	t_d (menit)	t_c Terpanjang (menit)	t_c Terpanjang (jam)
1	SU01	CA _{8;7;6;5;4;3;2;1}	2,25	0,5232	35,46	7,31	58,94	0,98
	SU02	CA _{8;7;6;5;3}	1,43	0,5311	19,41	3,50	51,63	0,86
	SU03	CA _{8;7;6;5}	1,26	0,5289	18,09	3,62	48,13	0,80
	SU04	CA _{8;7;6}	1,06	0,5197	17,01	3,31	44,51	0,74
	SU05	CA _{8;7}	0,69	0,5206	19,95	4,46	41,21	0,69
	SU06	CA ₈	0,46	0,5261	36,74	21,00	36,74	0,61
2	SS01	CA ₄	0,32	0,4584	36,28	20,29	36,28	0,60
	SS02	CA _{4;2}	0,49	0,4913	19,50	8,37	44,65	0,74

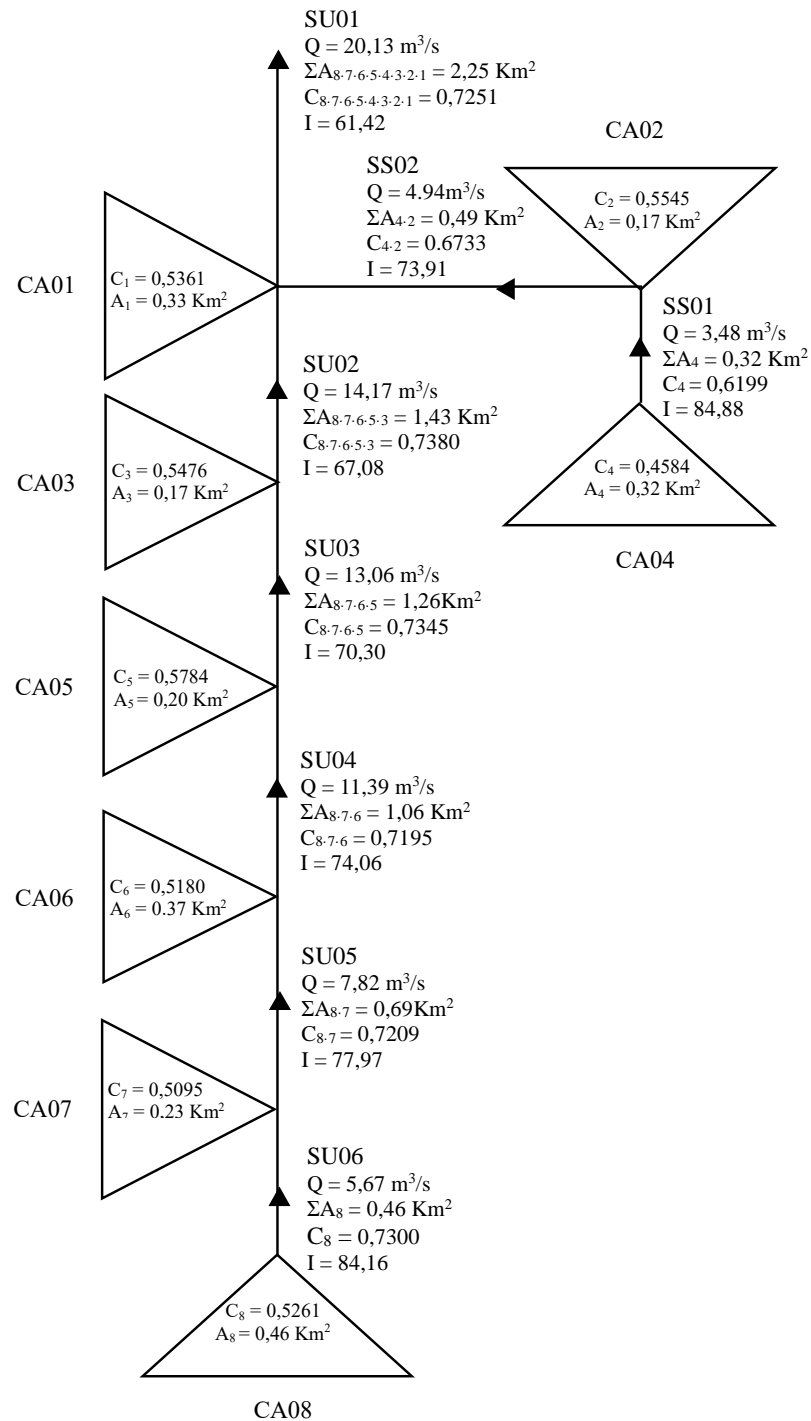
Tabel 5.18 Intensitas Hujan (I) Aliran

Cabang	Saluran	Hujan Kala Ulang		
		2th	5th	10th
		Intensitas (mm/jam)		
1	SU01	43,61	55,10	61,42
	SU02	47,63	60,19	67,08
	SU03	49,91	63,07	70,30
	SU04	52,58	66,44	74,06
	SU05	55,36	69,96	77,97
	SU06	59,76	75,51	84,16
2	SS01	60,27	76,16	84,88
	SS02	52,48	66,31	73,91

Tabel 5.19 Debit Rencana (Q) Aliran

Cabang	Saluran	Hujan Kala Ulang		
		2 th	5 th	10 th
		Debit Rencana (m ³ /s)		
1	SU01	14,29	18,06	20,13
	SU02	10,06	12,71	14,17
	SU03	9,27	11,72	13,06
	SU04	8,09	10,22	11,39
	SU05	5,55	7,01	7,82
	SU06	4,03	5,09	5,67
2	SS01	2,47	3,13	3,48
	SS02	3,51	4,43	4,94

Untuk mempermudah memvisualisasikan data dapat dilihat pada Gambar 5.6 pada kala ulang 10 tahun sebagai berikut



Gambar 5.6 Hasil Perhitungan debit Metode Das yang terdiri dari beberapa sub-area Kala Ulang 10 Tahun

5.2 Analisis Hidrolika

Data Saluran diperoleh dengan cara pengamatan langsung ke lokasi penelitian dengan mengukur dimensi saluran dan keadaan fisik saluran. Data hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 5.20 Berikut.

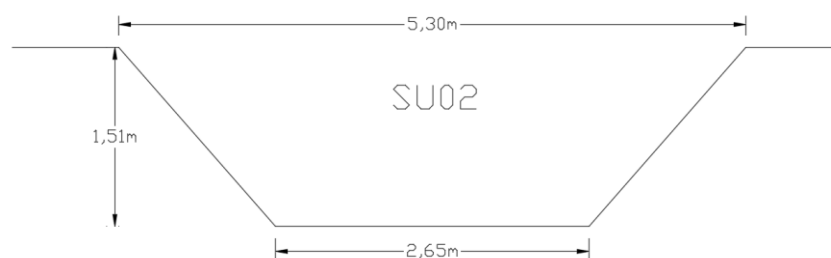
Tabel 5.20 Data Saluran Existing

No	Kode	Ls (m)	b (m)	H (m)	m	S
1	SU01	657,57	4,90	1,59	0	0,001475
2	SU02	312,94	2,65	1,51	0,88	0,001598
3	SU03	314,57	2,50	1,19	0,92	0,001939
4	SU04	304,65	4,10	1,20	0	0,002134
5	SU05	382,53	2,58	1,35	0	0,002222
6	SU06_ki	762,77	0,52	0,81	0	0,001809
7	SU06_ka	762,77	0,80	0,53	0	0,001809
8	SS01_ki	737,59	0,71	0,58	0	0,001749
9	SS01_ka	737,59	0,71	0,55	0	0,001749
10	SS02_ki	324,29	0,95	0,50	0	0,001696
11	SS02_ka	324,29	0,79	0,66	0	0,001696

Adapun untuk mempermudah memvisualisasikan penampang saluran dapat dilihat pada Gambar 5.7, Gambar 5.8, Gambar 5.9, Gambar 5.10, Gambar 5.11, Gambar 5.12, Gambar 5.13, Gambar 5.14,



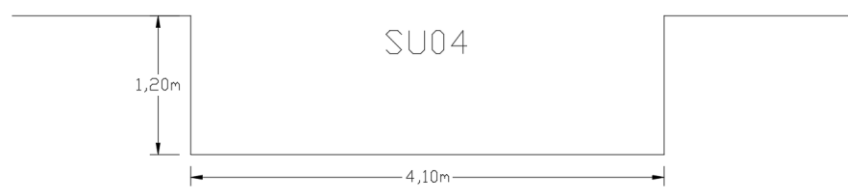
Gambar 5.7 Penampang Saluran SU01



Gambar 5.8 Penampang Saluran SU02



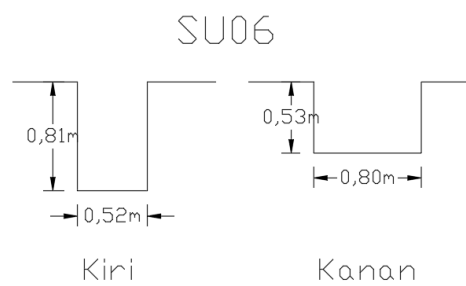
Gambar 5.9 Penampang Saluran SU03



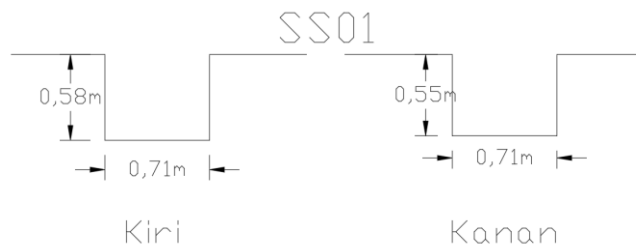
Gambar 5.10 Penampang Saluran SU04



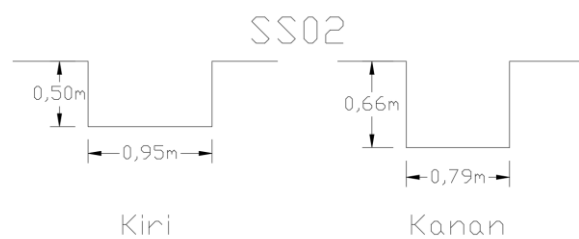
Gambar 5.11 Penampang Saluran SU05



Gambar 5.12 Penampang Saluran SU06



Gambar 5.13 Penampang Saluran SS01



Gambar 5.14 Penampang Saluran SS02

5.2.1 Perhitungan Geometri Penampang Saluran *Existing*

Perhitungan geometri penampang saluran akan menggunakan ketinggian H untuk perhitungan luas dan keliling basah dikarenakan tinggi jagaan (w) tidak diketahui. Adapun contoh tahap perhitungan geometri saluran pada saluran SU01 adalah sebagai berikut.

1. Menghitung luas penampang basah (A) dengan persamaan 3.41

$$A = (b + mH)H$$

$$A_{Su01} = (4,90 + 0 \cdot 1,59) 1,59$$

$$A_{Su01} = 7,79 \text{ m}^2$$

2. Menghitung keliling basah (P) dengan Persamaan 3.43

$$P = b + 2H\sqrt{1+m^2}$$

$$P_{Su01} = 4,90 + 2 \cdot 1,59 \sqrt{1+0^2}$$

$$P_{Su01} = 8,08 \text{ m}$$

3. Menghitung jari-jari hidrolis (R) dengan Persamaan 3.44

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R_{SU01} = \frac{7,79}{8,08}$$

$$R_{SU01} = 0,96 \text{ m}$$

5.2.2 Kecepatan Aliran (v)

Menghitung Kecepatan aliran menggunakan persamaan dengan nilai Manning (n) yang dapat dilihat pada Tabel 3.12 disesuaikan dengan kondisi saluran existing yang dapat dilihat pada Lampiran 2 sedangkan perhitungan kecepatan aliran menggunakan Persamaan 3.49. contoh perhitungan kecepatan aliran pada saluran SU01 adalah sebagai berikut.

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

$$v = \frac{1}{0,025} 0,96^{2/3} 0,001475^{1/2}$$

$$v = 1,50 \text{ m/s}$$

5.2.3 Kapasitas Debit Saluran (Qsal)

Perhitungan kapasitas debit saluran menggunakan Persamaan 3.50. berikut contoh perhitungan yang dilakukan pada saluran SU01.

$$Q = A \cdot v$$

$$Q_{salSU01} = 7,79 \text{ m}^2 \cdot 1,50 \text{ m/s}$$

$$Q_{salSU01} = 11,68 \text{ m}^3/\text{s}$$

Setelah mendapatkan nilai kapasitas debit saluran pada saluran SU01, selanjutnya menghitung untuk saluran-saluran yang lain. Hasil perhitungan dari perhitungan geometri penampang saluran hingga kapasitas debit saluran dapat dilihat pada Tabel 5.21 berikut.

Tabel 5.21 Debit Kapasitas Saluran *Existing* (Qsal)

No	Nama Saluran	A (m ²)	P (m)	R (m)	S	n	v (m/s)	Qsal (m ³ /s)	Qsal gabungan (m ³ /s)
1	SU01	7,79	8,08	0,96	0,001475	0,025	1,50	11,68	11,68
2	SU02	6,00	6,67	0,90	0,001598	0,025	1,49	8,95	8,95
3	SU03	4,28	5,74	0,75	0,001939	0,025	1,45	6,21	6,21
4	SU04	4,92	6,50	0,76	0,002134	0,025	1,53	7,55	7,55
5	SU05	3,48	5,28	0,66	0,002222	0,025	1,43	4,98	4,98
6	SU06_ki	0,42	2,14	0,20	0,001809	0,025	0,58	0,24	0,51
7	SU06_ka	0,42	1,86	0,23	0,001809	0,025	0,63	0,27	
8	SS01_ki	0,41	1,87	0,22	0,001749	0,025	0,61	0,25	0,49
9	SS01_ka	0,39	1,81	0,22	0,001749	0,025	0,60	0,23	
10	SS02_ki	0,48	1,95	0,24	0,001693	0,025	0,64	0,30	0,64
11	SS01_ka	0,52	2,11	0,25	0,001693	0,025	0,65	0,34	

Setelah didapatkan nilai debit saluran dan debit rencana aliran untuk mengetahui apakah saluran *existing*. Perbandingan antara kedua debit tersebut dapat dilihat pada tabel 5.22 berikut.

Tabel 5.22 Evaluasi Saluran *Existing*

No	Saluran	Qsal (m ³ /s)	Debit Rencana Aliran (m ³ /s)			Keterangan
			2 thn	5 thn	10 thn	
1	SU01	11,68	14,29	18,06	20,13	Tidak Mencukupi
2	SU02	8,95	10,06	12,71	14,17	Tidak Mencukupi
3	SU03	6,21	9,27	11,72	13,06	Tidak Mencukupi
4	SU04	7,55	8,09	10,22	11,39	Tidak Mencukupi
5	SU05	4,98	5,55	7,01	7,82	Tidak Mencukupi
6	SU06	0,51	4,03	5,09	5,67	Tidak Mencukupi
7	SS01	0,49	2,47	3,13	3,48	Tidak Mencukupi
8	SS02	0,64	3,51	4,43	4,94	Tidak Mencukupi

Pada tabel dapat dilihat semua saluran mengalami peluapan dikarenakan $Q_{sal} < Q_{rencana}$ tidak mencukupi, maka perlu dilakukan redesign dimensi saluran untuk dapat mengalirkan Debit Rencana.

5.3 *Redesign* Dimensi Saluran *Existing*

Redesign dimensi saluran drainase dilakukan pada saluran drainase yang tidak memenuhi kapasitas debit rencana pada kala ulang 10 tahun. Adapun hal yang perlu di perhatikan yaitu batas-batas maksimal dimensi yang dapat diperlebar dengan melihat kondisi sekitar saluran drainase *existing* seperti jarak saluran dengan jalan dan kedalaman air tanah. Tahap perhitungan *redesign* saluran yang dilakukan pada saluran SU01 adalah sebagai berikut.

1. Perhitungan Geometri Penampang Saluran

perubahan dimensi saluran SU01 dicoba bentuk penampang saluran persegi dan menggunakan dimensi saluran paling ekonomis dengan $b = 2h$ menurut suripin (2007).

a. Menghitung luas penampang basah (A) dengan Persamaan 3.41

$$A = (b + mh)h$$

$$A_{Su01} = (2h + 0 \cdot h) h$$

$$A_{Su01} = 2h^2$$

b. Menghitung keliling basah (P) dengan Persamaan 3.43

$$P = b + 2h\sqrt{1+m^2}$$

$$P_{Su01} = 2h + 2h\sqrt{1+0^2}$$

$$P_{Su01} = 4h$$

c. Menghitung jari-jari hidrolis (R) dengan Persamaan 3.44

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R_{Su01} = \frac{2h^2}{4h}$$

$$R_{Su01} = \frac{2}{4}h$$

2. Kecepatan Aliran (v)

Angka manning tidak dirubah dari nilai maning pada saluran existing yaitu 0,025. Berikut perhitungannya.

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

$$v = \frac{1}{0,025} \left(\frac{2h^2}{4h}\right)^{2/3} 0,001475^{1/2}$$

$$v = \frac{1}{0,025} \left(\frac{2}{4}\right)^{2/3} h^{2/3} 0,001475^{1/2}$$

3. Menghitung nilai H dan b

$$Q_{rencana} = Q_{saluran}$$

$$Q_{10_SU01} = A \cdot v$$

$$20,13 = 2h^2 \cdot \frac{1}{0,025} \left(\frac{2}{4}\right)^{2/3} h^{2/3} 0,001475^{1/2}$$

$$20,13 = 2h^2 \cdot \frac{1}{0,025} \left(\frac{2}{4}\right)^{2/3} h^{2/3} 0,001475^{1/2}$$

$$h^{8/3} = \frac{20,13 \cdot 0,025}{2 \cdot \left(\frac{2}{4}\right)^{2/3} \cdot 0,001475^{1/2}}$$

$$h = \left(\frac{20,13 \cdot 0,025}{2 \cdot \left(\frac{2}{4}\right)^{2/3} \cdot 0,001475^{1/2}}\right)^{3/8}$$

$$h = 2,41 \text{ m}$$

$$w = \sqrt{0,5 \cdot h}$$

$$w = \sqrt{0,5 \cdot 2,16}$$

$$w = 1,10 \text{ m}$$

$$H = h + w$$

$$H = 2,41 + 1,10$$

$$H = 3,51 \text{ m} \sim 3,50 \text{ m}$$

$$b = 2h$$

$$b = 2 \cdot 2,41$$

$$b = 4,82 \sim 4,75 \text{ m}$$

4. Debit Saluran *Redesign*

Setelah mendapatkan nilai h dan B maka perhitungan debit saluran redesign adalah sebagai berikut

$$Q_{\text{saluran}} = A \cdot v$$

$$Q_{\text{saluran}} = (b + mH)H \cdot \left(\frac{1}{n} \left(\frac{(b + mH)H}{b + 2h\sqrt{1+m^2}} \right)^{2/3} S^{1/2} \right)$$

$$Q_{\text{saluran}} = (4,75 + 0 \cdot 3,50) \cdot 3,50 \cdot \left(\frac{1}{0,025} \left(\frac{(4,75 + 0 \cdot 3,50) \cdot 3,50}{4,75 + 2 \cdot 3,50 \sqrt{1+0^2}} \right)^{2/3} 0,001475^{1/2} \right)$$

$$Q_{\text{saluran}} = 32,19 \text{ m}^3/\text{s}$$

Setelah dilakukan perhitung pada Saluran SU01 didapatkan nilai Debit Saluran sebesar $31,19 \text{ m}^3/\text{s}$ yang sudah lebih besar dibanding Debit Rencana yaitu $20,13 \text{ m}^3/\text{s}$. Untuk saluran SU06, SS01, dan SS02 menggunakan $B = h$ dikarenakan keterbatasan penampang jalan untuk pelebaran saluran. Hasil perhitungan *redesign* dimensi saluran yang lain dapat dilihat pada Tabel 5.23 Berikut.

Tabel 5.23 Kapasitas Debit Saluran *Redesign*

No	Nama Saluran	b (m)	H (m)	m	A (m ²)	P (m)	R (m)	S	n	v	Q sal (m ³ /s)	Q gabungan (m ³ /s)
1	SU01	4,75	3,50	0	16,63	11,75	1,41	0,001475	0,025	1,94	32,19	32,19
2	SU02	4,00	3,00	0	12,00	10,00	1,20	0,001598	0,025	1,81	21,67	21,67
3	SU03	3,75	2,75	0	10,31	9,25	1,11	0,001939	0,025	1,89	19,53	19,53
4	SU04	3,50	2,75	0	9,63	9,00	1,07	0,002134	0,025	1,93	18,60	18,60
5	SU05	3,00	2,25	0	6,75	7,50	0,90	0,002222	0,025	1,76	11,86	11,86
6	SU06_ki	1,50	2,25	0	3,38	6,00	0,56	0,001809	0,025	1,16	3,91	7,82
7	SU06_ka	1,50	2,25	0	3,38	6,00	0,56	0,001809	0,025	1,16	3,91	
8	SS01_ki	1,25	2,00	0	2,50	5,25	0,48	0,001749	0,025	1,02	2,55	5,10
9	SS01_ka	1,25	2,00	0	2,50	5,25	0,48	0,001749	0,025	1,02	2,55	
10	SS02_ki	1,50	2,25	0	3,38	6,00	0,56	0,001696	0,025	1,12	3,79	7,58
11	SS02_ka	1,50	2,25	0	3,38	6,00	0,56	0,001696	0,025	1,12	3,79	

Penambahan saluran yang terjadi setelah redesign pada setiap saluran adalah sebagai berikut.

1. Saluran SU01
Lebar (B) berkurang 0,15 m dan kedalaman (H) bertambah 1,91 m.
2. Saluran SU02
Perubahan bentuk penampang saluran menjadi persegi panjang, Lebar (b) bertambah 1,35 m dan kedalaman (H) bertambah 1,49 m.
3. Saluran SU03
Perubahan bentuk penampang saluran menjadi persegi panjang, Lebar (b) bertambah 1,25 m dan kedalaman (H) bertambah 1,56 m.
4. Saluran SU04
Lebar (b) berkurang 0,60 m dan kedalaman (H) bertambah 1,55 m.
5. Saluran SU05
Lebar (B) bertambah 0,42 m dan kedalaman (H) bertambah 0,90 m.
6. Saluran SU06
Saluran sebelah kiri lebar (B) bertambah 0,98 m dan kedalaman (h) bertambah 1,44 m. Sementara untuk yang sebelah kanan lebar (B) bertambah 0,70 m dan kedalaman (h) bertambah 1,72 m.
7. Saluran SS01
Saluran sebelah kiri lebar (B) bertambah 0,54 m dan kedalaman (h) bertambah 1,42 m. Sementara untuk yang sebelah kanan lebar (B) bertambah 0,54 m dan kedalaman (h) bertambah 1,45 m.
8. Saluran SS02
Saluran sebelah kiri lebar (B) bertambah 0,55 m dan kedalaman (h) bertambah 1,75 m. Sementara untuk yang sebelah kanan lebar (B) bertambah 0,71 m dan kedalaman (h) bertambah 1,59 m.

Setelah didapatkan debit saluran hasil *redesign* penilaian kinerja saluran dapat dilihat pada Table 5.24 sebagai berikut.

Tabel 5.24 Kinerja Saluran Redesign

No	Sal	Qsal (m ³ /s)	Debit Rencana Aliran (m ³ /s)			Keterangan
			2 thn	5 thn	10 thn	
1	SU01	32,19	14,29	18,06	20,13	Aman
2	SU02	21,67	10,06	12,71	14,17	Aman
3	SU03	19,53	9,27	11,72	13,06	Aman
4	SU04	18,60	8,09	10,22	11,39	Aman
5	SU05	11,86	5,55	7,01	7,82	Aman
6	SU06	7,83	4,03	5,09	5,67	Aman
7	SS01	5,10	2,47	3,13	3,48	Aman
8	SS02	7,58	3,51	4,43	4,94	Aman

5.4 Kolam Retensi

Terdapat kolam retensi dengan pompa setelah saluran paling hilir yang berfungsi untuk membantu mengurangi luapan air dan menampung air hujan sementara. Adapun pengoprasionalan kolam retensi saat hujan yaitu dengan mengalihkan seluruh debit dari saluran utama masuk kedalam kolam retensi dengan menggunakan pintu air. Pada saat permukaan air pada kolam retensi tinggi, pompa dinyalakan untuk mengeluarkan air secara perlahan. Namun jika daerah setelah lokasi penelitian maka seluruh pintu air ditutup. Saat hujan berhenti kemudian air dikeluarkan dengan rumah pompa.

Data kolam retensi didapat dari Dinas Bina Marga dan Sumber Daya Air (BMSDA) Kota Bekasi. Spesifikasi kolam retensi yang didapat dapat dilihat pada Gambar 5.15 berikut.



Gambar 5.15 Data Spesifikasi Kolam Retensi Pengasinan

Sumber: Dinas Bina Marga dan Sumber Daya Air (BMSDA) Kota Bekasi (2021)

Data tersebut bisa digunakan untuk perhitungan kapasitas kolam retensi yang terjadi pada lokasi penelitian.

5.4.1 Perhitungan Hujan Jam-Jaman

Perhitungan menggunakan metode *Block Alternating Method* (ABM), untuk mendapatkan grafik dengan nilai terbesar ditengah maka distribusi hujan dipakai 3 jam. Tahap perhitungan ABM untuk waktu $t = 1$ jam dengan kala ulang 2 tahun adalah sebagai berikut.

1. Intensitas hujan

Perhitungan dengan menggunakan Metode Mononobe pada Persamaan 3.34 sebagai berikut.

$$I_2 = \frac{X_2}{24} \left(\frac{24}{1} \right)^{2/3}$$

$$I_2 = 124,3 \text{ mm/jam}$$

2. Perhitungan curah hujan (P)

Perhitungan menggunakan Persamaan sebagai berikut.

$$P = I_2 \cdot t$$

$$P = 124,3 \cdot 1$$

$$P = 124,3 \text{ mm}$$

Selanjutnya lanjutan perhitungan ABM dilanjutkan yang bisa dilihat pada Tabel 5.25. ΔP merupakan selisih antara P, kemudian P_t merupakan bobot ΔP dari total ΔP . Hasil dari P_t didistribusi secara selang-seling kiri-kanan yang kemudian hasil distribusi tersebut dikalikan dengan hujan rencana (R).

Tabel 5.25 Hasil Perhitungan Hujan Jam-jaman metode ABM

t (jam)	I_t (mm/jam)	P (mm)	ΔP (mm)	P_t (%)	dist ABM (%)	Hujan Efektif (P)(mm)		
						2 thn	5 thn	10 thn
						$X_t=124,29$	$X_t=157,07$	$X_t=175,06$
1,00	43,09	43,09	43,09	69,34	12,64	15,71	19,86	22,13
2,00	27,15	54,29	11,20	18,02	69,34	86,18	108,91	121,38
3,00	20,72	62,15	7,86	12,64	18,02	22,40	28,31	31,55
Jumlah			62,15	100,0	100,0	12429	157,07	175,06

Sebelum dibuat grafik *Hyetograph*, curah hujan perlu dikurangi dengan Phi Indeks yang digunakan sebagai penurunan hujan efektif karena infiltrasi. Adapun perhitungan Phi Indeks (Sri Harto,1993) menggunakan Luas DAS (Km^2) dan SN (Frekuensi Sumber). SN diketahui pada jaringan aliran drainase.

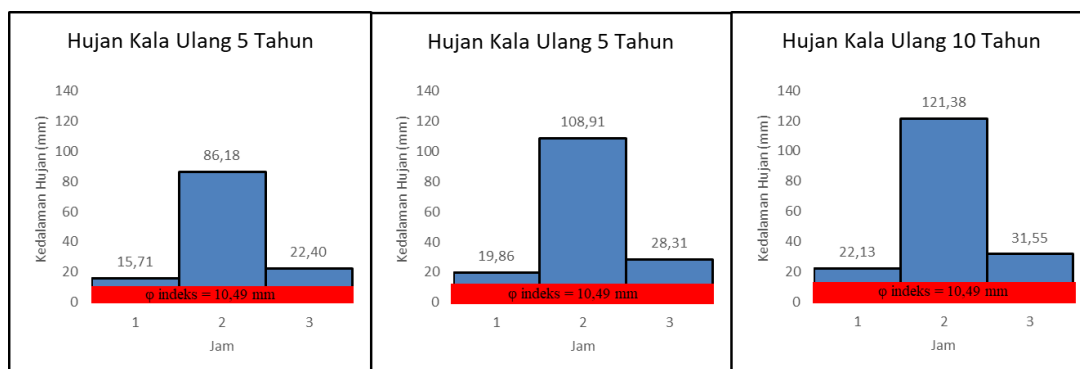
Selanjutnya perhitungan Phi Indeks menggunakan Persamaan 3.52 sebagai berikut.

$$\phi = 10,4903 - 3,8590 \cdot 10^{-6} \cdot A^2 + 1,6985 \cdot 10^{-13} \left(\frac{A}{SN} \right)^4$$

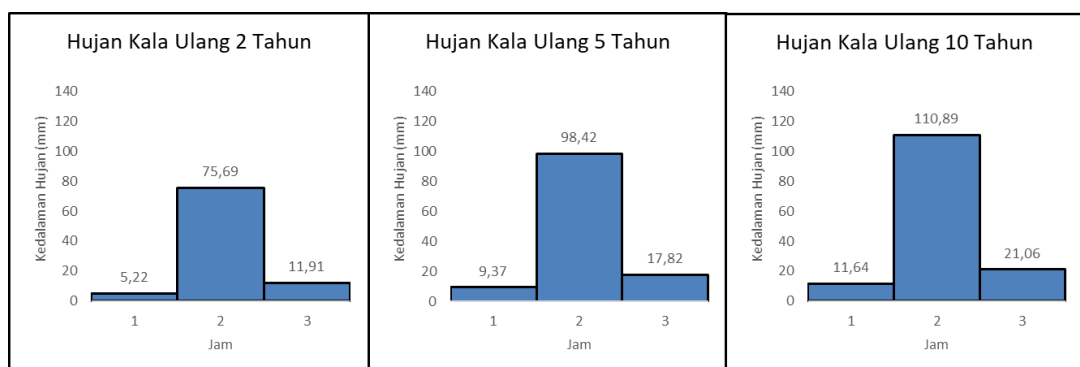
$$\phi = 10,4903 - 3,8590 \cdot 10^{-6} \cdot 2,25^2 + 1,6985 \cdot 10^{-13} \left(\frac{2,25}{0,8} \right)^4$$

$$\phi = 10,4903$$

Hasil *Hyetograph* ABM sebelum dan sesudah dikurangi Phi Indeks dapat dilihat pada Gambar 5.16 dan Gambar 5.17 berikut.



Gambar 5.16 Hyetograph ABM dan ϕ Indeks



Gambar 5.17 Hyetograph ABM Setelah Dikurang ϕ Indeks

Adapun hasil pengurangan hujan efektif ABM dapat dilihat pada Tabel 5.26 berikut.

Tabel 5.26 Nilai ABM Setelah Dikurang Phi Indeks

Jam	Hujan efektif ABM setelah dikurang phi indeks (mm)		
	2	5	10
1	5,22	9,36	11,64
2	75,69	98,41	110,89
3	11,91	17,81	21,05

5.4.2 Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu

Tahap perhitungan Hidrograf Satuan sintetis Nakayasu adalah sebagai berikut.

1. Waktu Konsentrasi (t_g)

Untuk $L < 15\text{Km}$, perhitungan t_g menggunakan Persamaan 3.56 sebagai berikut.

$$t_g = 0,21 \cdot L^{0,7} \quad (\text{Untuk } L < 15 \text{ Km})$$

$$t_g = 0,21 \cdot 2,7350^{0,7}$$

$$t_g = 0,4247 \text{ jam}$$

2. Satuan waktu dari puncak

$$T_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g \quad (\text{dipilih } 0,75 t_g)$$

$$T_r = 0,75 t_g$$

$$T_r = 0,3185 \text{ jam}$$

3. Waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak

$$T_p = t_g + 0,8 \cdot T_r$$

$$T_p = 0,4247 + 0,8 \cdot 0,3185$$

$$T_p = 0,6795 \text{ jam}$$

4. Waktu dari puncak banjir sampai 0,3 kali debit puncak

Perhitungan menggunakan Persamaan 5.58 sebagai berikut.

$$T_{0,3} = \alpha \cdot t_g$$

$$T_{0,3} = 2 \cdot 0,4247 \quad (\alpha=2, \text{ untuk daerah pengaliran biasa})$$

$$T_{0,3} = 0,8494 \text{ jam}$$

5. Debit Puncak Banjir

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left(\frac{A \cdot R_o}{0,3 \cdot T_p + T_{0,3}} \right)$$

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left(\frac{2,2534 \cdot 1}{0,3 \cdot 0,6795 + 0,8494} \right)$$

$$Q_p = 0,5943 \text{ m}^3/\text{s}$$

6. Bentuk Kurva HSS Nakayasu

Perhitungan pada bentuk kurva memiliki rumus yang berbeda yang sudah ditetapkan dalam HSS Nakayasu, Yaitu:

- a. Pada kurva naik ($0 < t < T_p$)

$$0 < t < 0,6795 \text{ jam}$$

- b. Pada kurva turun 1 ($T_p < t < T_p + T_{0,3}$)

$$0,6795 \text{ jam} < t < (0,6795 + 0,8494) \text{ jam}$$

$$0,6795 \text{ jam} < t < 1,5289 \text{ jam}$$

- c. kurva turun 2 ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5 \cdot T_{0,3}$)

$$(0,6795 + 0,8494) \text{ jam} < t < (0,6795 + 0,8494 + 1,5 \cdot 0,8494) \text{ jam}$$

$$1,5289 \text{ jam} < t < 2,8031 \text{ jam}$$

- d. kurva turun 3 ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5 \cdot T_{0,3}$)

$$t > (0,6795 + 0,8494 + 1,5 \cdot 0,8494) \text{ jam}$$

$$t > 2,8031 \text{ jam}$$

7. Unit Hidrograf

Contoh perhitungan Unit Hidrograf adalah sebagai berikut:

- a. Pada kurva naik ($0 \text{ jam} < t < 0,6795 \text{ jam}$)

Untuk $t = 0,6795 \text{ jam}$ digunakan Persamaan 3.59 sebagai berikut.

$$Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4}$$

$$Q_t = 0,5943 \left(\frac{0,6795}{0,6795} \right)^{2,4}$$

$$Q_t = 0,5943 \text{ m}^3/\text{s}$$

- b. Pada kurva turun 1 ($0,6795 \text{ jam} < t < 1,5289 \text{ jam}$)

Untuk $t = 1 \text{ jam}$ digunakan Persamaan 3.60 sebagai berikut.

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

$$Q_t = 0,5943 \cdot 0,3 \frac{(1 - 0,6795)}{0,8494}$$

$$Q_t = 0,3773 \text{ m}^3/\text{s}$$

c. Pada kurva turun 2 ($1,5289 \text{ jam} < t < 2,8031 \text{ jam}$)

Untuk $t = 2 \text{ jam}$ digunakan Persamaan 3.61 sebagai berikut.

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

$$Q_t = 0,5943 \cdot 0,3 \frac{[(2 - 0,6795) + (0,5 \cdot 0,8494)]}{(1,5 \cdot 0,8494)}$$

$$Q_t = 0,1142 \text{ m}^3/\text{s}$$

d. Pada kurva turun 3 ($t < 2,8031 \text{ jam}$)

Untuk $t = 3 \text{ jam}$ digunakan Persamaan 3.62 sebagai berikut.

$$Q_t = Q_p \cdot 0,3 \frac{[(t - T_p) + (1,5 \cdot T_{0,3})]}{(2 \cdot T_{0,3})}$$

$$Q_t = 0,5943 \cdot 0,3 \frac{[(3 - 0,6795) + (1,5 \cdot 0,8494)]}{(2 \cdot 0,8494)}$$

$$Q_t = 0,0465 \text{ m}^3/\text{s}$$

Lanjutan dan hasil dari perhitungan unit hidrograf dapat dilihat pada Tabel 5.27. Perhitungan volume digunakan rumus luas trapesium. Contoh perhitungan volume antara $t = 0,6795 \text{ jam}$ dan $t = 1 \text{ jam}$ adalah sebagai berikut.

$$V = \frac{1}{2} \cdot (a+b) \cdot t$$

$$V = \frac{1}{2} \cdot (0,5943 + 0,3773) \cdot ((1 - 0,6795) \cdot 3600)$$

$$V = 560,46 \text{ m}^3$$

Hasil dari perhitungan volume mendapatkan nilai $(\text{Vol}_{\text{HSS}}/\text{A}_{\text{Das}})/1000 = 1,14867$. Yang perlu dikoreksi agar hasilnya sama dengan hujan satuan (R_0).

Contoh koreksi pada unit hidrograf pada $t = 0,6795$ adalah sebagai berikut.
Dan hasil lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.27

$$UH_{\text{Terkoreksi}} = UH \frac{R_o}{(\text{Vol}_{\text{HSS}}/A_{\text{Das}})/1000}$$

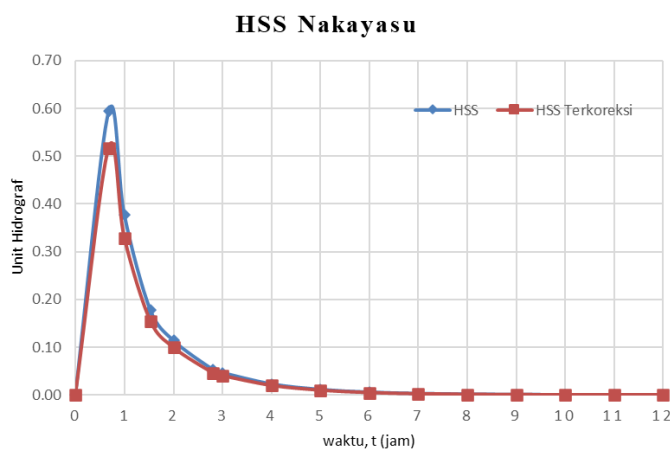
$$UH_{\text{Terkoreksi}} = 0,5942 \frac{1}{1,1485}$$

$$UH_{\text{Terkoreksi}} = 0,5174$$

Tabel 5.27 Unit Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu Terkoreksi

Kurva	t (jam)	Unit Hidrograf	Volume	Unit Hidrograf Terkoreksi	Volume Terkoreksi
Kurva naik	0	0	0	0	0
Kurva naik	0,6795	0,5943	726,9026	0,5174	632,8903
Kurva Turun 1	1	0,3773	560,4584	0,3285	487,9728
Kurva Turun 1	1,5290	0,1783	529,0142	0,1552	460,5954
Kurva Turun 2	2	0,1142	248,0213	0,0995	215,9441
Kurva Turun 2	2,8031	0,0535	242,4518	0,0466	211,0949
Kurva Turun 3	3	0,0465	35,4454	0,0405	30,8612
Kurva Turun 3	4	0,0229	124,9541	0,0199	108,7934
Kurva Turun 3	5	0,0113	61,5127	0,0098	53,5571
Kurva Turun 3	6	0,0055	30,2816	0,0048	26,3652
Kurva Turun 3	7	0,0027	14,9071	0,0024	12,9792
Kurva Turun 3	8	0,0013	7,3385	0,0012	6,3894
Kurva Turun 3	9	0,0007	3,6126	0,0006	3,1454
Kurva Turun 3	10	0,0003	1,7784	0,0003	1,5484
Kurva Turun 3	11	0,0002	0,8755	0,0001	0,7623
Kurva Turun 3	12	0,0001	0,4310	0,0001	0,3752
Kurva Turun 3	13	0	0,1422	0	0,1238
Kurva Turun 3	14	0	0	0	0
Kurva Turun 3	15	0	0	0	0
Kurva Turun 3	16	0	0	0	0
Total Volume			2588,1276	Total Volume	2253,3981
$(\text{Vol}_{\text{HSS}}/A_{\text{Das}})/1000$			1,1485	$(\text{Vol}_{\text{HSS}}/A_{\text{Das}})/1000$	1

Hasil Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dapat dilihat pada Gambar 5.18 berikut.



Gambar 5.18 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

8. Analisis Limpasan Langsung HSS Nakayasu

Perhitungan limpasan langsung dengan HSS Nakayasu dan hujan efektif ABM. Contoh perhitungan pada kala ulang dua tahun dapat menggunakan Persamaan 3.73 sebagai berikut.

$$Q_1 = P_1 \text{ HSS}_2$$

$$Q_1 = 5,22 \cdot 0$$

$$Q_1 = 0 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = P_1 \text{ HSS}_2 + P_2 \text{ HSS}_1$$

$$Q_2 = 5,22 \cdot 0,3285 + 75,69 \cdot 0$$

$$Q_2 = 1,7161 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_3 = P_1 \text{ HSS}_3 + P_2 \text{ SHH}_2 + P_3 \text{ HSS}_1$$

$$Q_3 = 5,22 \cdot 0,0995 + 75,69 \cdot 0,3285 + 11,91 \cdot 0$$

$$Q_3 = 25,3873 \text{ m}^3/\text{s}$$

Untuk lebih jelas lanjutan perhitungan serta dengan kala ulang yang lain dapat dilihat pada Pada Tabel 5.28, 5.29, dan Tabel 5.30 Berikut

Tabel 5.28

Limpasan Langsung HSS Nakayasu Kala Ulang 2 tahun

Waktu (jam)	Hidrograf satuan Terkoreksi	P ₁ 5,22 (mm)	P ₂ 75,69 (mm)	P ₃ 11,91 (mm)	Debit Banjir (m ³ /s)
0	0	0	-	-	0
1	0,3285	1,7161	0	-	1,7161
2	0,0995	0,5195	24,8677	0	25,3873
3	0,0405	0,2116	7,5287	3,9131	11,6533
4	0,0199	0,1042	3,0658	1,1847	4,3546
5	0,0098	0,0513	1,5092	0,4824	2,0429
6	0,0048	0,0252	0,7430	0,2375	1,0057
7	0,0024	0,0124	0,3657	0,1169	0,4951
8	0,0012	0,0061	0,1801	0,0576	0,2437
9	0,0006	0,0030	0,0886	0,0283	0,1200
10	0,0003	0,0015	0,0436	0,0139	0,0591
11	0,0001	0,0007	0,0215	0,0069	0,0291
12	0,0001	0,0004	0,0106	0,0034	0,0143
13	0	0	0,0052	0,0017	0,0069
14	0	0	0	0,0008	0,0008
15	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0

Tabel 5.29

Limpasan Langsung HSS Nakayasu Kala Ulang 5 tahun

Waktu (jam)	Hidrograf satuan	P ₁ 9,37 (mm)	P ₂ 98,42 (mm)	P ₃ 17,82 (mm)	Debit Banjir (m ³ /s)
0	0	0	-	-	0
1	0,3285	3,0772	0	-	3,0772
2	0,0995	0,9316	32,3328	0	33,2644
3	0,0405	0,3794	9,7887	5,8534	16,0214
4	0,0199	0,1868	3,9861	1,7721	5,9449
5	0,0098	0,0919	1,9623	0,7216	2,7758
6	0,0048	0,0453	0,9660	0,3552	1,3665
7	0,0024	0,0223	0,4755	0,1749	0,6727

Lanjutan Tabel 5.29

Limpasan Langsung HSS Nakayasu Kala Ulang 5 tahun

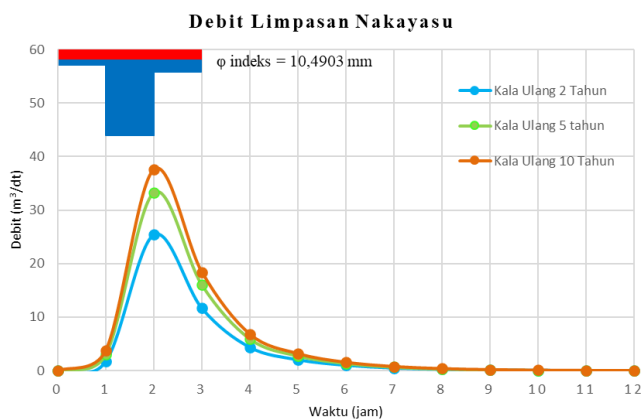
Waktu (jam)	Hidrograf satuan	P ₁ 9,37 (mm)	P ₂ 98,42 (mm)	P ₃ 17,82 (mm)	Debit Banjir (m ³ /s)
8	0,0012	0,0110	0,2341	0,0861	0,3312
9	0,0006	0,0054	0,1152	0,0424	0,1630
10	0,0003	0,0027	0,0567	0,0209	0,0803
11	0,0001	0,0013	0,0279	0,0103	0,0395
12	0,0001	0,0006	0,0137	0,0051	0,0194
13	0	0	0,0068	0,0025	0,0093
14	0	0	0	0,0012	0,0012
15	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0

Tabel 5.30

Limpasan Langsung HSS Nakayasu Kala Ulang 10 tahun

Waktu (jam)	Hidrograf satuan	P ₁ 11,64 (mm)	P ₂ 110,89 (mm)	P ₃ 21,06 (mm)	Debit Banjir (m ³ /s)
0	0	0	-	-	0
1	0,3285	3,8245	0	-	3,8245
2	0,0995	1,1579	36,4313	0	37,5891
3	0,0405	0,4715	11,0295	6,9187	18,4197
4	0,0199	0,2321	4,4914	2,0946	6,8181
5	0,0098	0,1143	2,2110	0,8530	3,1782
6	0,0048	0,0562	1,0884	0,4199	1,5646
7	0,0024	0,0277	0,5358	0,2067	0,7702
8	0,0012	0,0136	0,2638	0,1018	0,3792
9	0,0006	0,0067	0,1299	0,0501	0,1867
10	0,0003	0,0033	0,0639	0,0247	0,0919
11	0,0001	0,0016	0,0315	0,0121	0,0452
12	0,0001	0,0008	0,0155	0,0060	0,0223
13	0	0	0,0076	0,0029	0,0106
14	0	0	0	0,0014	0,0014
15	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0

Adapun untuk mempermudah memvisualisasikan data dapat dilihat Gambar 5.19 untuk bentuk Grafik debit rencana Metode Nakayasu.



Gambar 5.19 Grafik Debit Limpasan Nakayasu

Dari hasil perhitungan pada Tabel 5.29, Tabel 5.30, dan Tabel 5.31 debit maksimum yang terjadi pada kala ulang 2 tahun, kala ulang 5 tahun, dan kala ulang 10 tahun dengan metode Nakayasu secara urut sebesar 25,3873 m³/s, 33,2644 m³/s, dan 37,5891 m³/s.

5.4.3 Hidrograf Satuan Sintetis ITB I

Tahap Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetis ITB-I adalah sebagai berikut.

1. Lag Time (TL)

Lag Time Menggunakan rumus waktu puncak Nakayasu pada Tabel 3.13 agar dapat dibandingkan dengan perhitungan HSS Nakayasu. Perhitungan *Lag Time* (TL) adalah sebagai berikut.

$$T_L = 0,21 \cdot L^{0,7} \quad ; \text{ untuk } L < 15 \text{ Km}$$

$$T_L = 0,21 \cdot 2,7350^{0,7}$$

$$T_L = 0,4247 \text{ Jam}$$

2. Waktu Puncak (Tp)

Waktu Puncak Menggunakan rumus waktu puncak Nakayasu pada Tabel 3.13 agar dapat dibandingkan dengan perhitungan HSS Nakayasu. Perhitungan Waktu Puncak adalah sebagai berikut.

$$T_p = 1,6 \cdot T_L$$

$$T_p = 1,6 \cdot 0,4247$$

$$T_p = 0,6795 \text{ Jam}$$

3. Waktu Dasar (T_b)

Perhitungan Waktu Dasar (T_b) untuk A > 2 Km² menggunakan Persamaan 3.64 dengan tahap perhitungan sebagai berikut.

$$T_b = (10 \text{ s/d } 20) \cdot T_p$$

$$T_b = 10 \cdot 0,6795$$

$$T_b = 6,795 \text{ Jam}$$

4. HSS ITB-I Tak Berdimensi

Untuk menghitung persamaan lengkung naik dan turun pada HSS ITB-I menggunakan Persamaan 3.65 adapun t didapat dari Persamaan 3.68. nilai alpha (α) untuk Time Lag menggunakan rumus nakayasu diambil nilai 0,62 berdasarkan Tabel 3.14 sdangkan C_p menggunakan nilai standar yaitu 1,00. Contoh perhitungan pada T = 1 jam adalah sebagai berikut.

$$t = T/T_p$$

$$t = 1 / 0,6795$$

$$t = 1,4716$$

$$q(t) = e^{(2 - t - \frac{1}{t})^{\alpha C_p}}$$

$$q(1,4716) = e^{(2 - 1,4716t - \frac{1}{1,4716})^{0,2 \cdot 1}}$$

$$q(1,4716) = 0,9106$$

Rekapitulasi perhitungan $q(t)$ untuk T di jam yang lain dapat dilihat pada Tabel 5.32. selanjutnya akan dicari luas area HSS dibawah grafik menggunakan rumus luas trapesium. contoh perhitungan luas area HSS untuk $t = 1$ dan $t = 1,4716$ jam adalah sebagai berikut.

$$A = \frac{1}{2} \cdot (a+b) \cdot t$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot (0,9106 + 1) \cdot (1,4716 - 1)$$

$$A = 0,4505$$

Rekapitulasi perhitungan luas area HSS yang lain dapat dilihat pada Tabel 5.31. Kemudian hasil penjumlahan semua Luas Area HSS didapatkan nilai 2,7720.

Tabel 5.31 Perhitungan A_{HSS} Pada HSS ITB-1

T (jam)	HSS Tak Berdimensi		
	t	q	A
0	0	0	0
0,6795	1,0000	1,0000	0,5000
1	1,4716	0,9106	0,4505
2	2,9432	0,4514	1,0021
3	4,4148	0,1944	0,4752
4	5,8864	0,0809	0,2026
5	7,3580	0,0332	0,0839
6	8,8295	0,0135	0,0343
7	10,3011	0,0055	0,0140
8	11,7727	0,0022	0,0057
9	13,2443	0,0009	0,0023
10	14,7159	0,0004	0,0009
11	16,1875	0,0001	0,0004
12	17,6591	0,0001	0,0002
13	19,1307	0	0
14	20,6023	0	0
Luas Total A_{HSS}			2,7720

5. Debit Puncak (Q_p)

Perhitungan Debit Puncak menggunakan Persamaan 3.70 dengan Langkah sebagai berikut.

$$Q_p = \frac{R}{3,6 T_p} \cdot \frac{A_{Das}}{A_{HSS}}$$

$$Q_p = \frac{1}{3,6 \cdot 0,6795} \cdot \frac{2,2547}{2,7720}$$

$$Q_p = 0,3325$$

6. Unit Hidrograf HSS ITB-I

Setelah mendapatkan Debit puncak, selanjutnya mencari debit unit hidrograf untuk setiap waktu T dengan Persamaan 3.69. contoh perhitungan Debit Unit Hidrograf pada $T = 1$ jam adalah sebagai berikut.

$$Q_{(T=1)} = q \cdot Q_p$$

$$Q_{(T=1)} = 0,9106 \cdot 0,3325$$

$$Q_{(T=1)} = 0,3028$$

Rekapitulasi Perhitungan Debit Unit Hidrograf dapat dilihat pada Tabel 5.33. kemudian dihitung Volume HSS dengan rumus luas trapesium, berikut contoh perhitungan Volume HSS antara $T = T_p$ dan $T = 1$ jam.

$$V = \frac{1}{2} \cdot (a+b) \cdot t$$

$$V = \frac{1}{2} \cdot (0,3028 + 0,3325) \cdot ((1 - 0,6795) \cdot 3600)$$

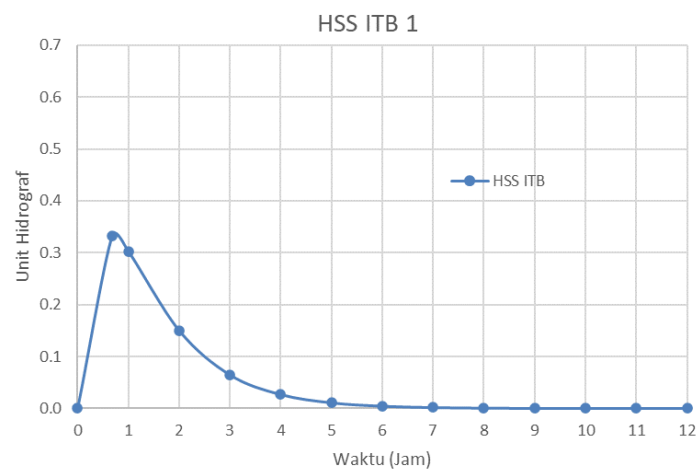
$$V = 366,4325$$

Pada Tabel 5.32 diketahui Total Volume HSS adalah 2254,7291 dan nilai $(Vol_{HSS}/A_{Das})/1000 = 1$ yang sudah sama dengan Nilai $R = 1$, maka Unit Hidrograf sudah tidak perlu di koreksi.

Tabel 5.32 Unit Hidrograf HSS ITB-1

T (jam)	q	Q = q*Qp	Volume
0	0	0	0
0,6795	1,0000	0,3325	406,6947
1	0,9106	0,3028	366,4325
2	0,4514	0,1501	815,1076
3	0,1944	0,0647	386,5242
4	0,0809	0,0269	164,7757
5	0,0332	0,0110	68,2518
6	0,0135	0,0045	27,9340
7	0,0055	0,0018	11,3628
8	0,0022	0,0007	4,6056
9	0,0009	0,0003	1,8625
10	0,0004	0,0001	0,7521
11	0,0001	0	0,2162
12	0,0001	0	0
13	0	0	0
14	0	0	0
Volume Total HSS			2254,5197
(Vol_{HSS}/A_{Das})1000			1

Adapun grafik Unit Hidrograf ITB-I dapat dilihat pada Gambar 5.20 berikut.

**Gambar 5.20 Grafik Unit Hidrograf ITB-1**

7. Debit Limpasan langsung ITB-I

Perhitungan limpasan langsung dengan HSS ITB-1 dan hujan efektif ABM. Contoh perhitungan pada kala ulang dua tahun dapat menggunakan Persamaan 3.73 sebagai berikut.

$$Q_1 = P_1 \text{ HSS}_1$$

$$Q_1 = 5,22 \cdot 0$$

$$Q_1 = 0 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_2 = P_1 \text{ HSS}_2 + P_2 \text{ HSS}_1$$

$$Q_2 = 5,22 \cdot 0,3028 + 75,69 \cdot 0$$

$$Q_2 = 1,5816 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_3 = P_1 \text{ HSS}_3 + P_2 \text{ SHH}_2 + P_3 \text{ HSS}_1$$

$$Q_3 = 5,22 \cdot 0,1501 + 75,69 \cdot 0,3028 + 11,91 \cdot 0$$

$$Q_3 = 23,7028 \text{ m}^3/\text{s}$$

Untuk lebih jelas lanjutan perhitungan serta dengan kala ulang yang lain dapat dilihat pada Pada Tabel 5.33, 5.34, dan Tabel 5.35 Berikut

Tabel 5.33 Limpasan Langsung HSS ITB-1 Kala Ulang 2 tahun

Waktu (jam)	Hidrograf satuan	P ₁ 5,22 (mm)	P ₂ 75,69 (mm)	P ₃ 11,91 (mm)	Debit Banjir (m ³ /s)
0	0	0	-	-	0
1	0,3028	1,5816	0	-	1,5816
2	0,1501	0,7840	22,9188	0	23,7028
3	0,0647	0,3377	11,3615	3,6064	15,3056
4	0,0269	0,1405	4,8942	1,7878	6,8225
5	0,0110	0,0576	2,0356	0,7701	2,8633
6	0,0045	0,0235	0,8348	0,3203	1,1786
7	0,0018	0,0095	0,3400	0,1314	0,4809
8	0,0007	0,0039	0,1379	0,0535	0,1952
9	0,0003	0,0016	0,0558	0,0217	0,0790
10	0,0001	0,0006	0,0225	0,0088	0,0319
11	0	0	0,0091	0,0035	0,0126
12	0	0	0	0,0014	0,0014
13	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0

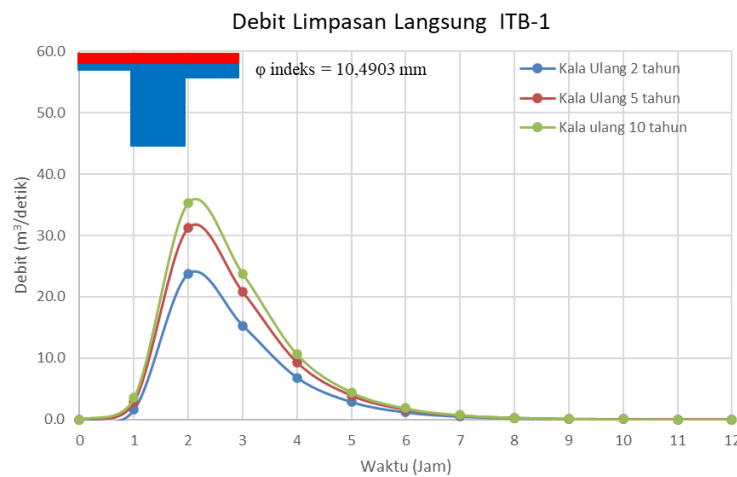
Tabel 5.34 Limpasan Langsung HSS ITB-1 Kala Ulang 5 tahun

Waktu (jam)	Hidrograf satuan	P₁ 9,37 (mm)	P₂ 98,42 (mm)	P₃ 17,82 (mm)	Debit Banjir (m³/s)
0	0	0	-	-	0
1	0,3028	2,8360	0	-	2,8360
2	0,1501	1,4059	29,7988	0	31,2046
3	0,0647	0,6056	14,7720	5,3946	20,7723
4	0,0269	0,2519	6,3634	2,6743	9,2896
5	0,0110	0,1033	2,6466	1,1520	3,9020
6	0,0045	0,0421	1,0854	0,4791	1,6066
7	0,0018	0,0171	0,4420	0,1965	0,6556
8	0,0007	0,0069	0,1793	0,0800	0,2662
9	0,0003	0,0028	0,0725	0,0325	0,1078
10	0,0001	0,0011	0,0293	0,0131	0,0436
11	0	0	0,0118	0,0053	0,0171
12	0	0	0	0,0021	0,0021
13	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0

Tabel 5.35 Limpasan Langsung HSS ITB-1 Kala Ulang 10 tahun

Waktu (jam)	Hidrograf satuan	P₁ 11,64 (mm)	P₂ 110,89 (mm)	P₃ 21,06 (mm)	Debit Banjir (m³/s)
0	0	0	-	-	0
1	0,3028	3,5247	0	-	3,5247
2	0,1501	1,7473	33,5761	0,0000	35,3234
3	0,0647	0,7527	16,6446	6,3764	23,7737
4	0,0269	0,3131	7,1701	3,1610	10,6441
5	0,0110	0,1284	2,9821	1,3617	4,4722
6	0,0045	0,0523	1,2230	0,5663	1,8416
7	0,0018	0,0212	0,4981	0,2323	0,7515
8	0,0007	0,0086	0,2020	0,0946	0,3052
9	0,0003	0,0035	0,0817	0,0384	0,1236
10	0,0001	0,0014	0,0330	0,0155	0,0499
11	0	0	0,0133	0,0063	0,0196
12	0	0	0	0,0025	0,0025
13	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0

Untuk mempermudah memvisualisasikan data dapat dilihat Gambar 5.21 berikut.



Gambar 5.21 Grafik Debit Limpasan ITB-1

Dari hasil perhitungan pada Tabel 5.34, Tabel 5.35, dan Tabel 5.36 debit maksimum yang terjadi pada kala ulang 2 tahun, kala ulang 5 tahun, dan kala ulang 10 tahun dengan metode ITB-1 secara urut sebesar $23,7028 \text{ m}^3/\text{s}$, $31,2046 \text{ m}^3/\text{s}$, dan $35,3234 \text{ m}^3/\text{s}$

5.4.4 Analisis Daya Tampung Kolam Retensi

Perhitungan daya tampung kolam retensi dilakukan dengan menghitung volume air yang masuk. Adapun perhitungan menggunakan rumus luas trapesium. contoh perhitungan volume pada jam pertama untuk debit kala ulang 2 tahun metode Nakayasu adalah sebagai berikut.

$$V_{\text{input}} = 0,5 \cdot (\Delta T_t \cdot 3600) \cdot (Q_t + Q_{t-1})$$

$$V_{\text{input}} = 0,5 \cdot ((1-0) \cdot 3600) \cdot (1,7161 + 0)$$

$$V_{\text{input}} = 3088,9685 \text{ m}^3$$

Selanjutnya dilanjutkan perhitungan volume untuk jam yang lain dan kala ulang 5 dan 10 tahun serta dilakukan perhitungan yang sama untuk metode ITB-I.

rekapitulasi perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.36 dan Tabel 5.37. kemudian dihitung volume kumulatif untuk setiap kala ulang untuk mendapatkan volume rencana.

Tabel 5.36 Perhitungan Volume Rencana HSS Nakayasu

jam	Debit Nakayasu (m ³ /s)			Volume Nakayasu (m ³)			Volume kumulatif Nakayasu (m ³)		
	Kala Ulang			Kala Ulang			Kala Ulang		
	2	5	10	2	5	10	2	5	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,7161	3,0772	3,8245	3088,9685	5538,9299	6884,0272	3088,9685	5538,9299	6884,0272
2	25,3873	33,2644	37,5891	48786,0434	65414,7995	74544,4512	51875,0119	70953,7294	81428,4784
3	11,6533	16,0214	18,4197	66673,0025	88714,4716	100815,8539	118548,0144	159668,2010	182244,3323
4	4,3546	5,9449	6,8181	28814,1992	39539,5015	45427,9920	147362,2136	199207,7025	227672,3244
5	2,0429	2,7758	3,1782	11515,5130	15697,4123	17993,3919	158877,7266	214905,1148	245665,7163
6	1,0057	1,3665	1,5646	5487,4835	7456,2094	8537,0950	164365,2101	222361,3242	254202,8112
7	0,4951	0,6727	0,7702	2701,3929	3670,5625	4202,6637	167066,6030	226031,8867	258405,4749
8	0,2437	0,3312	0,3792	1329,8488	1806,9542	2068,8984	168396,4518	227838,8409	260474,3733
9	0,1200	0,1630	0,1867	654,6615	889,5322	1018,4828	169051,1133	228728,3731	261492,8561
10	0,0591	0,0803	0,0919	322,2785	437,9013	501,3814	169373,3918	229166,2744	261994,2375
11	0,0291	0,0395	0,0452	158,6521	215,5712	246,8214	169532,0439	229381,8456	262241,0588
12	0,0143	0,0194	0,0223	78,1017	106,1220	121,5059	169610,1456	229487,9675	262362,5647
13	0,0069	0,0093	0,0106	38,1298	51,6712	59,1058	169648,2753	229539,6387	262421,6705
14	0,0008	0,0012	0,0014	13,8396	18,8686	21,6297	169662,1149	229558,5073	262443,3002
15	0	0	0	1,4744	2,2055	2,6069	169663,5893	229560,7129	262445,9072
16	0	0	0	0	0	0	169663,5893	229560,7129	262445,9072

Tabel 5.37

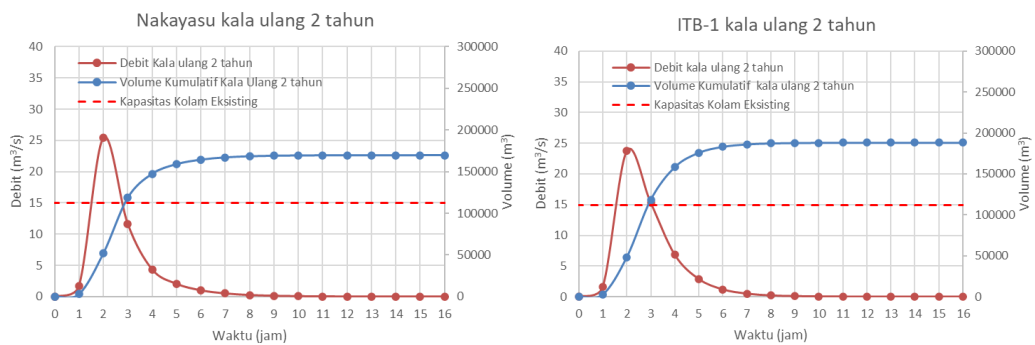
Perhitungan Volume Rencana HSS ITB-1

jam	Debit ITB-1 (m ³ /s)			Volume ITB-1 (m ³)			Volume kumulatif ITB-1 (m ³)		
	Kala Ulang			Kala Ulang			Kala Ulang		
	2	5	10	2	5	10	2	5	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1,5816	2,8360	3,5247	2846,8778	5104,8292	6344,5076	2846,8778	5104,8292	6344,5076
2	23,7028	31,2046	35,3234	45511,9356	61273,1867	69926,5540	48358,8133	66378,0159	76271,0615
3	15,3056	20,7723	23,7737	70215,0927	93558,4949	106374,6749	118573,9060	159936,5108	182645,7364
4	6,8225	9,2896	10,6441	39830,5154	54111,3974	61952,0006	158404,4214	214047,9082	244597,7370

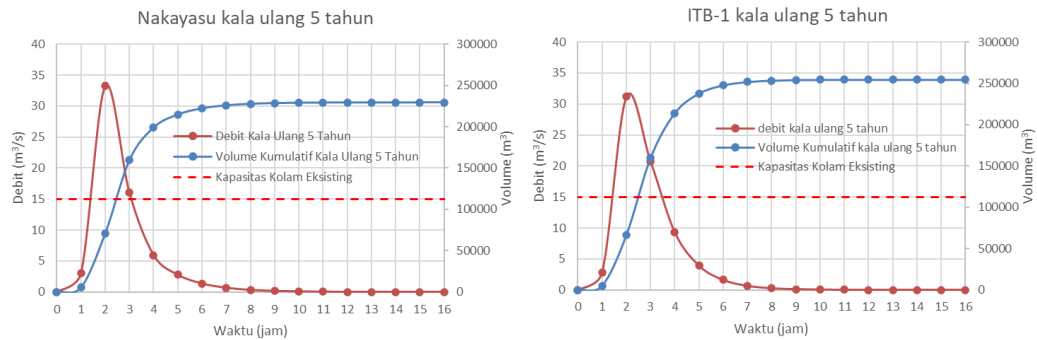
Lanjutan Tabel 5.37
Perhitungan Volume Rencana HSS ITB-1

jam	Debit ITB-1 (m ³ /s)			Volume ITB-1 (m ³)			Volume kumulatif ITB-1 (m ³)		
	Kala Ulang			Kala Ulang			Kala Ulang		
	2	5	10	2	5	10	2	5	10
5	2,8633	3,9020	4,4722	17434,4616	23744,7745	27209,3126	175838,8830	237792,6827	271807,0497
6	1,1786	1,6066	1,8416	7275,4422	9915,4477	11364,8844	183114,3253	247708,1304	283171,9341
7	0,4809	0,6556	0,7515	2986,9991	4072,0072	4667,7070	186101,3244	251780,1376	287839,6410
8	0,1952	0,2662	0,3052	1216,9799	1659,2732	1902,1046	187318,3043	253439,4108	289741,7456
9	0,0790	0,1078	0,1236	493,7275	673,2199	771,7662	187812,0318	254112,6307	290513,5119
10	0,0319	0,0436	0,0499	199,7829	272,4269	312,3105	188011,8146	254385,0576	290825,8223
11	0,0126	0,0171	0,0196	80,2463	109,2332	125,1479	188092,0609	254494,2908	290950,9702
12	0,0014	0,0021	0,0025	25,3243	34,6793	39,8154	188117,3852	254528,9701	290990,7856
13	0	0	0	2,5753	3,8522	4,5533	188119,9605	254532,8223	290995,3389
14	0	0	0	0	0	0	188119,9605	254532,8223	290995,3389
15	0	0	0	0	0	0	188119,9605	254532,8223	290995,3389
16	0	0	0	0	0	0	188119,9605	254532,8223	290995,3389

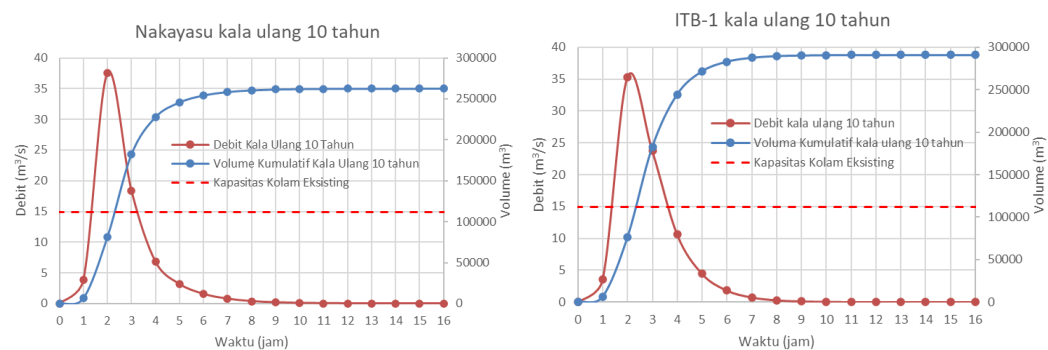
Adapun untuk mempermudah visualisasi data dapat dilihat pada Gambar 5.22, Gambar 5.23 dan Gambar 5.24 berikut.



Gambar 5.22 Grafik Volume Rencana Kala Ulang 2 Tahun



Gambar 5.23 Grafik Volume Rencana Kala Ulang 5 Tahun



Gambar 5.24 Grafik Volume Rencana Kala Ulang 10 Tahun

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan Volume Kumulatif yang terjadi pada kala ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun dengan metode Nakayasu adalah $169663,58 \text{ m}^3$, $229560,71 \text{ m}^3$, dan $262445,90 \text{ m}^3$. Sedangkan Volume maksimal yang terjadi pada kala ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun dengan metode ITB-1 adalah $188119,96 \text{ m}^3$, $254532,82 \text{ m}^3$, dan $290995,33 \text{ m}^3$

Kapasitas kolam retensi *existing* diketahui 112000 m^3 dengan tinggi muka air 7 m yang tidak mampu menahan volume kumulatif yang terjadi, maka dari itu dilakukan analisis pompa untuk mendistribusi debit air yang masuk dan keluar pada kolam retensi.

5.5 Analisis Pompa

Pada Kolam Retensi *existing* memiliki pompa dengan debit 500 liter/detik ($0,5 \text{ m}^3/\text{s}$). Untuk perhitungan pompa sedikit perbedaan dengan perhitungan volume kapasitas kolam retensi, yaitu perhitungan menggunakan rumus luas persegi

panjang untuk mendapatkan volume pompa dan penempatan data volume pompa diletakan disetelah waktu pompa menyala.

Pola operasional pompa akan dicoba debit pompa $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ menyala dari jam ke-1 sampai jam ke-24. Contoh perhitungan pompa dihitung untuk kala ulang 10 tahun dan waktu aktif pompa akan mulai menyala pada jam ke-2. Adapun contoh perhitungan Volume Pompa pada satu jam pertama adalah sebagai berikut.

$$V_{\text{output}} = 0,5 \cdot (\Delta T_t \cdot 3600) \cdot Q_{t-1}$$

$$V_{\text{output}} = 0,5 \cdot ((2-1) \cdot 3600) \cdot 0,5$$

$$V_{\text{output}} = 1800 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{total}} = V_{\text{input}} - V_{\text{output}}$$

$$V_{\text{total}} = 51875,01 - 1800,0$$

$$V_{\text{total}} = 50075,01 \text{ m}^3$$

Selanjutnya dilanjutkan perhitungan volume pompa dihitung setiap jam. Rekapitulasi perhitungan volume pompa metode Nakayasu dan ITB-1 dapat dilihat pada Tabel 5.38 dan Tabel 5.39. kemudian dihitung volume kumulatif pompa yang kemudian dikurang dengan volume kumulatif Nakayasu dan ITB-1 untuk mendapatkan Volume Total.

Tabel 5.38 Kinerja Pompa Kolam Retensi Existing pada Volume Rencana Nakayasu

jam	Volume Kumulatif Nakayasu(m ³)			Debit Pompa (m ³ /s)			Volume Pompa (m ³)			Volume Kumulatif Pompa (m ³)			Volume kumulatif total (m ³)		
	Kala Ulang			Kala Ulang			Kala Ulang			Kala Ulang			Kala Ulang		
	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3088,97	5538,93	6884,03	0,50	0,50	0,50	0	0	0	0	0	0,00	3088,97	5538,93	6884,03
2	51875,01	70953,73	81428,48	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	1800,00	1800,00	1800,00	50075,01	69153,73	79628,48
3	118548,01	159668,20	182244,33	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	3600,00	3600,00	3600,00	114948,01	156068,20	178644,33
4	147362,21	199207,70	227672,32	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	5400,00	5400,00	5400,00	141962,21	193807,70	222272,32
5	158877,73	214905,11	245665,72	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	7200,00	7200,00	7200,00	151677,73	207705,11	238465,72
6	164365,21	222361,32	254202,81	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	9000,00	9000,00	9000,00	155365,21	213361,32	245202,81
7	167066,60	226031,89	258405,47	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	10800,00	10800,00	10800,00	156266,60	215231,89	247605,47
8	168396,45	227838,84	260474,37	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	12600,00	12600,00	12600,00	155796,45	215238,84	247874,37
9	169051,11	228728,37	261492,86	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	14400,00	14400,00	14400,00	154651,11	214328,37	247092,86
10	169373,39	229166,27	261994,24	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	16200,00	16200,00	16200,00	153173,39	212966,27	245794,24
11	169532,04	229381,85	262241,06	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	18000,00	18000,00	18000,00	151532,04	211381,85	244241,06
12	169610,15	229487,97	262362,56	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	19800,00	19800,00	19800,00	149810,15	209687,97	242562,56
13	169648,28	229539,64	262421,67	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	21600,00	21600,00	21600,00	148048,28	207939,64	240821,67
14	169662,11	229558,51	262443,30	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	23400,00	23400,00	23400,00	146262,11	206158,51	239043,30
15	169663,59	229560,71	262445,91	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	25200,00	25200,00	25200,00	144463,59	204360,71	237245,91
16	169663,59	229560,71	262445,91	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	27000,00	27000,00	27000,00	142663,59	202560,71	235445,91
17	169663,59	229560,71	262445,91	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	28800,00	28800,00	28800,00	140863,59	200760,71	233645,91
18	169663,59	229560,71	262445,91	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	30600,00	30600,00	30600,00	139063,59	198960,71	231845,91
19	169663,59	229560,71	262445,91	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	32400,00	32400,00	32400,00	137263,59	197160,71	230045,91
20	169663,59	229560,71	262445,91	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	34200,00	34200,00	34200,00	135463,59	195360,71	228245,91
21	169663,59	229560,71	262445,91	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	36000,00	36000,00	36000,00	133663,59	193560,71	226445,91
22	169663,59	229560,71	262445,91	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	37800,00	37800,00	37800,00	131863,59	191760,71	224645,91
23	169663,59	229560,71	262445,91	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	39600,00	39600,00	39600,00	130063,59	189960,71	222845,91
24	169663,59	229560,71	262445,91	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	41400,00	41400,00	41400,00	128263,59	188160,71	221045,91

Tabel 5.39 Kinerja Pompa Kolam Retensi Existing pada Volume Rencana ITB-1

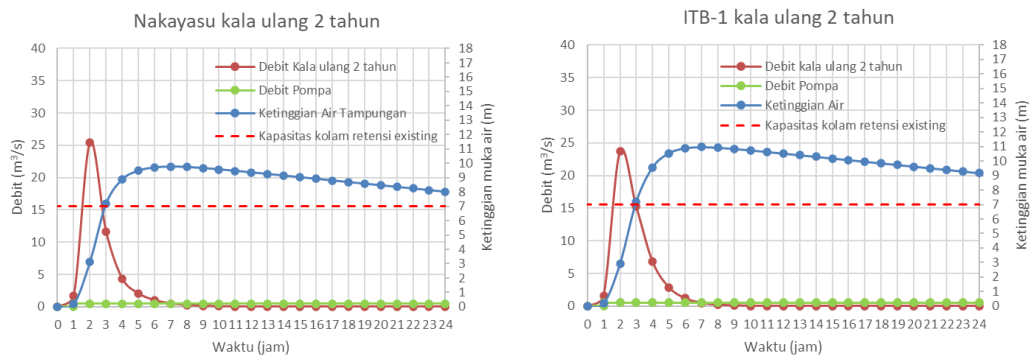
jam	Volume Kumulatif ITB-1 (m ³)			Debit Pompa (m ³ /s)			Volume Pompa (m ³)			Volume Kumulatif Pompa (m ³)			Volume Kumulatif total (m ³)		
	Kala Ulang			Kala Ulang			Kala Ulang			Kala Ulang			Kala Ulang		
	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10
0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0	0	0
1	2846,88	5104,83	6344,51	0,50	0,50	0,50	0	0	0	0	0	0	2846,88	5104,83	6344,51
2	48358,81	66378,02	76271,06	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	1800,00	1800,00	1800,00	46558,81	64578,02	74471,06
3	118573,91	159936,51	182645,74	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	3600,00	3600,00	3600,00	114973,91	156336,51	179045,74
4	158404,42	214047,91	244597,74	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	5400,00	5400,00	5400,00	153004,42	208647,91	239197,74
5	175838,88	237792,68	271807,05	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	7200,00	7200,00	7200,00	168638,88	230592,68	264607,05
6	183114,33	247708,13	283171,93	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	9000,00	9000,00	9000,00	174114,33	238708,13	274171,93
7	186101,32	251780,14	287839,64	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	10800,00	10800,00	10800,00	175301,32	240980,14	277039,64
8	187318,30	253439,41	289741,75	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	12600,00	12600,00	12600,00	174718,30	240839,41	277141,75
9	187812,03	254112,63	290513,51	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	14400,00	14400,00	14400,00	173412,03	239712,63	276113,51
10	188011,81	254385,06	290825,82	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	16200,00	16200,00	16200,00	171811,81	238185,06	274625,82
11	188092,06	254494,29	290950,97	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	18000,00	18000,00	18000,00	170092,06	236494,29	272950,97
12	188117,39	254528,97	290990,79	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	19800,00	19800,00	19800,00	168317,39	234728,97	271190,79
13	188119,96	254532,82	290995,34	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	21600,00	21600,00	21600,00	166519,96	232932,82	269395,34
14	188119,96	254532,82	290995,34	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	23400,00	23400,00	23400,00	164719,96	231132,82	267595,34
15	188119,96	254532,82	290995,34	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	25200,00	25200,00	25200,00	162919,96	229332,82	265795,34
16	188119,96	254532,82	290995,34	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	27000,00	27000,00	27000,00	161119,96	227532,82	263995,34
17	188119,96	254532,82	290995,34	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	28800,00	28800,00	28800,00	159319,96	225732,82	262195,34
18	188119,96	254532,82	290995,34	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	30600,00	30600,00	30600,00	157519,96	223932,82	260395,34
19	188119,96	254532,82	290995,34	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	32400,00	32400,00	32400,00	155719,96	222132,82	258595,34
20	188119,96	254532,82	290995,34	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	34200,00	34200,00	34200,00	153919,96	220332,82	256795,34
21	188119,96	254532,82	290995,34	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	36000,00	36000,00	36000,00	152119,96	218532,82	254995,34
22	188119,96	254532,82	290995,34	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	37800,00	37800,00	37800,00	150319,96	216732,82	253195,34
23	188119,96	254532,82	290995,34	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	39600,00	39600,00	39600,00	148519,96	214932,82	251395,34
24	188119,96	254532,82	290995,34	0,50	0,50	0,50	1800,00	1800,00	1800,00	41400,00	41400,00	41400,00	146719,96	213132,82	249595,34

Dari tabel perhitungan didapatkan volume kumulatif total yang dapat digunakan untuk menghitung ketinggian muka air kolam retensi dengan membagi dengan luas kolam retensi yaitu sebesar 16000 m² yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.40 berikut.

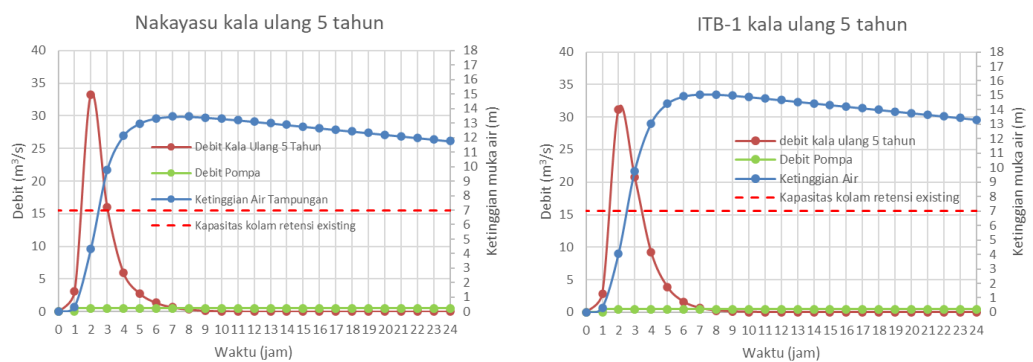
Tabel 5.40 Tinggi Muka Air Tampungan Pola Operasi Pompa Existing

Jam	Tinggi muka air tampungan Nakayasu (m)			tinggi muka air tampungan ITB-1 (m)		
	Kala Ulang			Kala Ulang		
	2	5	10	2	5	10
0	0	0	0	0	0	0
1	0,19	0,35	0,43	0,18	0,32	0,40
2	3,13	4,32	4,98	2,91	4,04	4,65
3	7,18	9,75	11,17	7,19	9,77	11,19
4	8,87	12,11	13,89	9,56	13,04	14,95
5	9,48	12,98	14,90	10,54	14,41	16,54
6	9,71	13,34	15,33	10,88	14,92	17,14
7	9,77	13,45	15,48	10,96	15,06	17,31
8	9,74	13,45	15,49	10,92	15,05	17,32
9	9,67	13,40	15,44	10,84	14,98	17,26
10	9,57	13,31	15,36	10,74	14,89	17,16
11	9,47	13,21	15,27	10,63	14,78	17,06
12	9,36	13,11	15,16	10,52	14,67	16,95
13	9,25	13,00	15,05	10,41	14,56	16,84
14	9,14	12,88	14,94	10,29	14,45	16,72
15	9,03	12,77	14,83	10,18	14,33	16,61
16	8,92	12,66	14,72	10,07	14,22	16,50
17	8,80	12,55	14,60	9,96	14,11	16,39
18	8,69	12,44	14,49	9,84	14,00	16,27
19	8,58	12,32	14,38	9,73	13,88	16,16
20	8,47	12,21	14,27	9,62	13,77	16,05
21	8,35	12,10	14,15	9,51	13,66	15,94
22	8,24	11,99	14,04	9,39	13,55	15,82
23	8,13	11,87	13,93	9,28	13,43	15,71
24	8,02	11,76	13,82	9,17	13,32	15,60

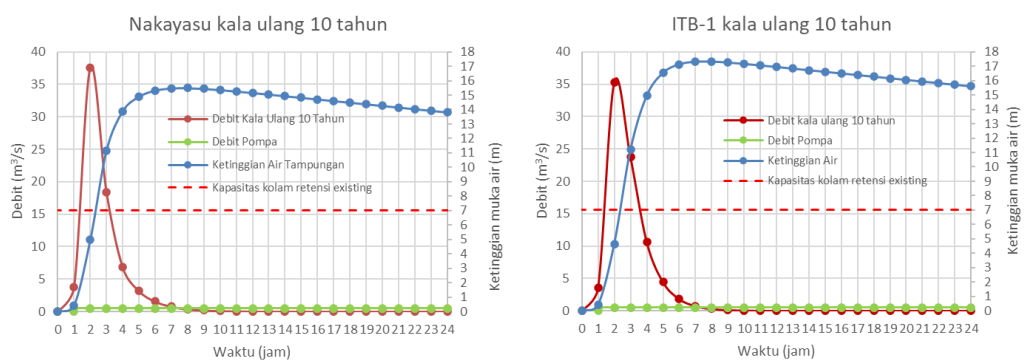
Adapun untuk mempermudah visualisasi data dapat dilihat pada Gambar 5.25, Gambar 5.26 dan Gambar 5.27 berikut.



Gambar 5.25 Grafik Kinerja Pompa Kolam Retensi Existing Kala Ulang 2 Tahun



Gambar 5.26 Grafik Kinerja Pompa Kolam Retensi Existing Kala Ulang 5 Tahun



Gambar 5.27 Grafik Kinerja Pompa Kolam Retensi Existing Kala Ulang 10 Tahun

Berdasarkan hasil perhitungan Pada Tabel 5.39 dan Tabel 5.40 Volume rencana melebihi volume kapasitas kolam retensi *existing* dengan kapasitas tampungan yaitu 112000,00 m³. Volume Maksimal yang terjadi untuk pada Metode Nakayasu pada debit kala ulang 2 tahun sebesar 156266,60 m³, debit kala ulang 5 tahun sebesar 215238,84 m³, debit kala ulang 10 tahun sebesar 247874,37 m³. Sedangkan untuk debit kala ulang Metode ITB-1 pada debit kala ulang 2 tahun sebesar 175301,32 m³, debit kala ulang 5 tahun sebesar 240980,14 m³, debit kalaulang 10 tahun sebesar 277141,75 m³.

Agar kolam retensi dapat menampung volume debit ada 2 cara yaitu dengan menambah kapasitas volume kolam retensi existing atau dengan mengubah pola operasional pompa

Cara pertama untuk mendapat volume yang perlu dirubah dimensi kolam retensi, namun karena keterbatasan lahan hanya bisa untuk memperdalam kolam retensi. Kedalaman kolam retensi yang menggunakan volume pada debit kala ulang yang terdapat pada debit kala ulang 10 tahun metode ITB 1 sebesar 277141,75 m³ dibagi dengan luas kolam retensi *existing* dengan perhitungan sebagai berikut.

Kedalaman *redesign* = volume rencana / luas kolam retensi *existing*

Kedalaman *redesign* = 277141,75 m³ / 16000 m²

Kedalaman *redesign* = 17,31 m ~ 17,5 m

Dari hasil perhitungan didapatkan kedalaman *redesign* sebesar 17,5 m. penambahan sebesar 10,5 m dari kedalaman kolam retensi existing yaitu 7 m. Sedangkan cara kedua yaitu dengan mengubah pola operaional pompa dengan menambah debit pompa dan pada ketinggian muka air untuk pompa menyala. Pompa yang digunakan pada *redesign* adalah 2 buah pompa debit 2,5 m³/s dan 3 buah pompa debit 5m³/s dengan ketinggian operasi dapat dilihat pada Tabel 5.41 berikut

Tabel 5.41 Tinggi Operasi Debit Pompa

Pola Operasi	Ketinggian air operasi (h)	volume operasi (m ³)	Debit pompa menyala (m ³ /s)					Total debit pompa (m ³ /s)
			2,50	2,50	5,00	5,00	5,00	
1	1,00	16000	On	Off	Off	Off	Off	2,50
2	2,00	32000	On	On	Off	Off	Off	5,00
3	3,00	48000	On	On	On	Off	Off	10,0
4	4,00	64000	On	On	On	On	Off	15,0
5	4,50	72000	On	On	On	On	On	20,0

Pola operasi pompa yang didapatkan untuk volume kumulatif pada debit aliran jam-jaman metode Nakayasu dan ITB-1 adalah sebagai berikut.

1. Pola operasional pompa debit rencana metode Nakayasu
 - a. Debit kala ulang 2 tahun.
 - 1) Pola Operasi 3, debit pompa 10,0 m³/s pada jam ke-2 hingga ke-3
 - 2) Pola Operasi 5, debit pompa 20,0 m³/s pada jam ke-3 hingga ke-4
 - 3) Pola Operasi 2, debit pompa 5,0 m³/s pada jam ke-4 hingga ke-6
 - 4) Pola Operasi 1, debit pompa 2,5 m³/s pada jam ke-6 hingga ke-7
 - 5) Pola Operasi 1, debit pompa 2,5 m³/s pada jam ke-9 hingga ke-10
 - b. Debit kala ulang 5 tahun.
 - 1) Pola Operasi 4, debit pompa 15,0 m³/s pada jam ke-2 hingga ke-3
 - 2) Pola Operasi 5, debit pompa 20,0 m³/s pada jam ke-3 hingga ke-5
 - 3) Pola Operasi 1, debit pompa 2,5 m³/s pada jam ke-5 hingga ke-6
 - 4) Pola Operasi 1, debit pompa 2,5 m³/s pada jam ke-7 hingga ke-8
 - c. Debit kala ulang 10 tahun.
 - 1) Pola Operasi 5, debit pompa 20,0 m³/s pada jam ke-2 hingga ke-5
 - 2) Pola Operasi 1, debit pompa 2,5 m³/s pada jam ke-5 hingga ke-9
2. Pola operasional pompa debit rencana metode ITB
 - a. Debit kala ulang 2 tahun.
 - 1) Pola Operasi 3, debit pompa 10,0 m³/s pada jam ke-2 hingga ke-3
 - 2) Pola Operasi 5, debit pompa 20,0 m³/s pada jam ke-3 hingga ke-4
 - 3) Pola Operasi 3, debit pompa 10,0 m³/s pada jam ke-4 hingga ke-5
 - 4) Pola Operasi 1, debit pompa 2,5 m³/s pada jam ke-5 hingga ke-9

b. Debit kala ulang 5 tahun.

- 1) Pola Operasi 4, debit pompa $15,0 \text{ m}^3/\text{s}$ pada jam ke-2 hingga ke-3
- 2) Pola Operasi 5, debit pompa $20,0 \text{ m}^3/\text{s}$ pada jam ke-3 hingga ke-5
- 3) Pola Operasi 2, debit pompa $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$ pada jam ke-5 hingga ke-6
- 4) Pola Operasi 1, debit pompa $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ pada jam ke-6 hingga ke-9

c. Debit kala ulang 10 tahun.

- 1) Pola Operasi 5, debit pompa $20,0 \text{ m}^3/\text{s}$ pada jam ke-2 hingga ke-5
- 2) Pola Operasi 3, debit pompa $10,0 \text{ m}^3/\text{s}$ pada jam ke-5 hingga ke-6
- 3) Pola Operasi 1, debit pompa $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ pada jam ke-6 hingga ke-9

Rekapitulasi perhitungan pola operasional pompa yang baru dapat dilihat pada Tabel 5.42 dan Tabel 5.43 sebagai berikut.

Tabel 5.42 Pola Operasional Pompa *Redesign* Untuk Volume Rencana Nakayasu

Jam	Volume Kumulatif Nakayasu(m ³)			Debit Pompa (m ³ /s)			Volume Pompa (m ³)			Volume Kumulatif Pompa (m ³)			Volume kumulatif total (m ³)		
	Kala Ulang			Kala Ulang			Kala Ulang			Kala Ulang			Kala Ulang		
	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10
0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3088,97	5538,93	6884,03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3088,97	5538,93	6884,03
2	51875,01	70953,73	81428,48	10,00	15,00	20,00	0	0	0	0	0	0	51875,01	70953,73	81428,48
3	118548,01	159668,20	182244,33	20,00	20,00	20,00	36000,00	54000,00	72000,00	36000,00	54000,00	72000,00	82548,01	105668,20	110244,33
4	147362,21	199207,70	227672,32	5,00	20,00	20,00	72000,00	72000,00	72000,00	108000,00	126000,00	144000,00	39362,21	73207,70	83672,32
5	158877,73	214905,11	245665,72	5,00	2,50	2,50	18000,00	72000,00	72000,00	126000,00	198000,00	216000,00	32877,73	16905,11	29665,72
6	164365,21	222361,32	254202,81	2,50	0	2,50	18000,00	9000,00	9000,00	144000,00	207000,00	225000,00	20365,21	15361,32	29202,81
7	167066,60	226031,89	258405,47	0	2,50	2,50	9000,00	0,00	9000,00	153000,00	207000,00	234000,00	14066,60	19031,89	24405,47
8	168396,45	227838,84	260474,37	0	0	2,50	0	9000,00	9000,00	153000,00	216000,00	243000,00	15396,45	11838,84	17474,37
9	169051,11	228728,37	261492,86	2,50	0	0	0	0	9000,00	153000,00	216000,00	252000,00	16051,11	12728,37	9492,86
10	169373,39	229166,27	261994,24	0	0	0	9000,00	0	0	162000,00	216000,00	252000,00	7373,39	13166,27	9994,24
11	169532,04	229381,85	262241,06	0	0	0	0	0	0	162000,00	216000,00	252000,00	7532,04	13381,85	10241,06
12	169610,15	229487,97	262362,56	0	0	0	0	0	0	162000,00	216000,00	252000,00	7610,15	13487,97	10362,56
13	169648,28	229539,64	262421,67	0	0	0	0	0	0	162000,00	216000,00	252000,00	7648,28	13539,64	10421,67
14	169662,11	229558,51	262443,30	0	0	0	0	0	0	162000,00	216000,00	252000,00	7662,11	13558,51	10443,30
15	169663,59	229560,71	262445,91	0	0	0	0	0	0	162000,00	216000,00	252000,00	7663,59	13560,71	10445,91
16	169663,59	229560,71	262445,91	0	0	0	0	0	0	162000,00	216000,00	252000,00	7663,59	13560,71	10445,91

Tabel 5.43 Pola Operasional Pompa Redesign Untuk Volume Rencana ITB-1

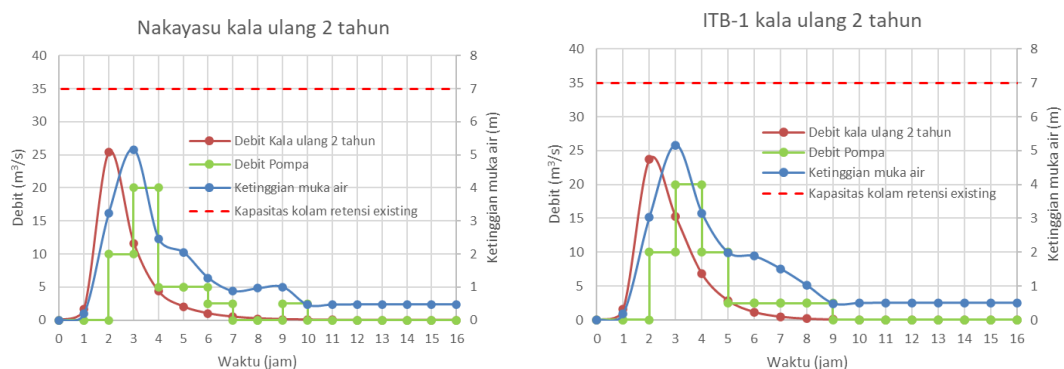
Jam	Volume Kumulatif Nakayasu(m ³)			Debit Pompa (m ³ /s)			Volume Pompa (m ³)			Volume Kumulatif Pompa (m ³)			Volume kumulatif total (m ³)		
	Kala Ulang			Kala Ulang			Kala Ulang			Kala Ulang			Kala Ulang		
	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10	2	5	10
0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	2846,88	5104,83	6344,51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2846,88	5104,83	6344,51
2	48358,81	66378,02	76271,06	10,00	15,00	20,00	0	0	0	0	0	0	48358,81	66378,02	76271,06
3	118573,91	159936,51	182645,74	20,00	20,00	20,00	36000,00	54000,00	72000,00	36000,00	54000,00	72000,00	82573,91	105936,51	110645,74
4	158404,42	214047,91	244597,74	10,00	20,00	20,00	72000,00	72000,00	72000,00	108000,00	126000,00	144000,00	50404,42	88047,91	100597,74
5	175838,88	237792,68	271807,05	2,50	5,00	10,00	36000,00	72000,00	72000,00	144000,00	198000,00	216000,00	31838,88	39792,68	55807,05
6	183114,33	247708,13	283171,93	2,50	2,50	2,50	9000,00	18000,00	36000,00	153000,00	216000,00	252000,00	30114,33	31708,13	31171,93
7	186101,32	251780,14	287839,64	2,50	2,50	2,50	9000,00	9000,00	9000,00	162000,00	225000,00	261000,00	24101,32	26780,14	26839,64
8	187318,30	253439,41	289741,75	2,50	2,50	2,50	9000,00	9000,00	9000,00	171000,00	234000,00	270000,00	16318,30	19439,41	19741,75
9	187812,03	254112,63	290513,51	0	0	0	9000,00	9000,00	9000,00	180000,00	243000,00	279000,00	7812,03	11112,63	11513,51
10	188011,81	254385,06	290825,82	0	0	0	0	0	0	180000,00	243000,00	279000,00	8011,81	11385,06	11825,82
11	188092,06	254494,29	290950,97	0	0	0	0	0	0	180000,00	243000,00	279000,00	8092,06	11494,29	11950,97
12	188117,39	254528,97	290990,79	0	0	0	0	0	0	180000,00	243000,00	279000,00	8117,39	11528,97	11990,79
13	188119,96	254532,82	290995,34	0	0	0	0	0	0	180000,00	243000,00	279000,00	8119,96	11532,82	11995,34
14	188119,96	254532,82	290995,34	0	0	0	0	0	0	180000,00	243000,00	279000,00	8119,96	11532,82	11995,34
15	188119,96	254532,82	290995,34	0	0	0	0	0	0	180000,00	243000,00	279000,00	8119,96	11532,82	11995,34
16	188119,96	254532,82	290995,34	0	0	0	0	0	0	180000,00	243000,00	279000,00	8119,96	11532,82	11995,34

Dari tabel perhitungan didapatkan volume kumulatif total yang dapat digunakan untuk menghitung ketinggian muka air kolam retensi dengan membagi dengan luas kolam retensi yaitu sebesar 16000 m² yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 5.44 berikut.

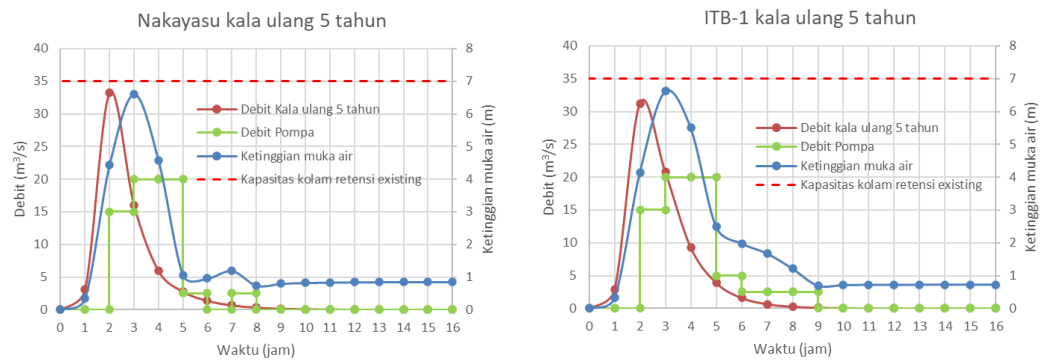
Tabel 5.44 Tinggi Muka Air Tampungan Pola Operasi Pompa *Redesign*

Jam	tinggi air tampungan Nakayasu (m)			tinggi air tampungan ITB-1 (m)		
	Kala Ulang			Kala Ulang		
	2	5	10	2	5	10
0	0	0	0	0	0	0
1	0,19	0,35	0,43	0,18	0,32	0,40
2	3,24	4,43	5,09	3,02	4,15	4,77
3	5,16	6,60	6,89	5,16	6,62	6,92
4	2,46	4,58	5,23	3,15	5,50	6,29
5	2,05	1,06	1,85	1,99	2,49	3,49
6	1,27	0,96	1,83	1,88	1,98	1,95
7	0,88	1,19	1,53	1,51	1,67	1,68
8	0,96	0,74	1,09	1,02	1,21	1,23
9	1,00	0,80	0,59	0,49	0,69	0,72
10	0,46	0,82	0,62	0,50	0,71	0,74
11	0,47	0,84	0,64	0,51	0,72	0,75
12	0,48	0,84	0,65	0,51	0,72	0,75
13	0,48	0,85	0,65	0,51	0,72	0,75
14	0,48	0,85	0,65	0,51	0,72	0,75
15	0,48	0,85	0,65	0,51	0,72	0,75
16	0,48	0,85	0,65	0,51	0,72	0,75

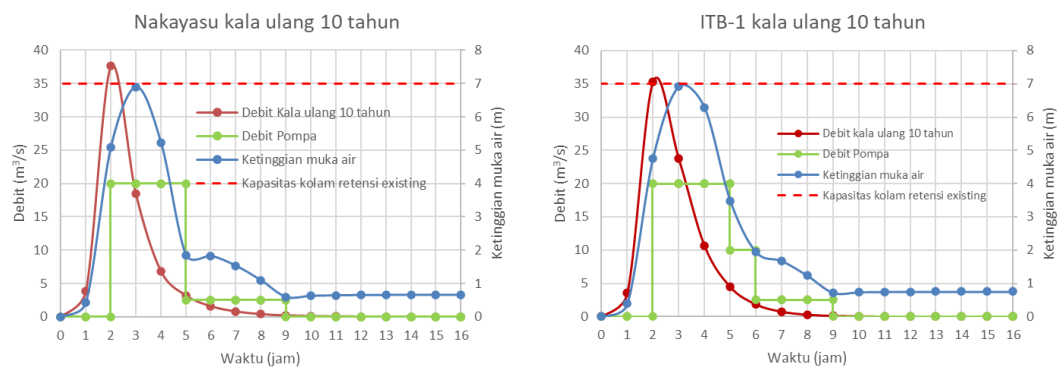
Adapun untuk mempermudah visualisasi data dapat dilihat pada Gambar 5.28, Gambar 5.29 dan Gambar 5.30 berikut.



Gambar 5.28 Grafik Pola Operasi Pompa *Redesign* Kala Ulang 2 Tahun



Gambar 5.29 Grafik Pola Operasi Pompa *Redesign* Kala Ulang 5 Tahun



Gambar 5.30

Grafik Pola Operasi Pompa *Redesign* Pompa Kala Ulang 10 Tahun

Berdasarkan hasil perhitungan Pada Tabel 5.41 dan Tabel 5.42 Volume Total sudah tidak ada yang melebihi volume kapasitas kolam retensi *existing* yaitu sebesar 112000 m³ dengan tinggi muka air 7 m. Volume maksimal yang terjadi untuk pada Metode Nakayasu pada debit kala ulang 2 tahun sebesar 82548,01 m³ dengan tinggi muka air 5,16 m, kala ulang 5 tahun sebesar 105668,20 m³ dengan tinggi muka air 6,60 m, dan kala ulang 10 tahun sebesar 110244,33 m³ dengan tinggi muka air 6,89 m. Sedangkan volume maksimal yang terjadi untuk debit kala ulang Metode ITB-1 pada debit kala ulang 2 tahun sebesar 82573,91m³ dengan ketinggian muka air 5,16 m, kala ulang 5 tahun sebesar 105936,51 m³ dengan ketinggian air 6,62 m, dan debit kala ulang 10 tahun sebesar 110645,74 m³ dengan ketinggian muka air 6,92 m

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan analisis kinerja saluran dan kolam retensi di wilayah Taman Narogong Indah dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Debit rencana untuk saluran terbesar yang terjadi pada kala ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun secara berurutan adalah 14,29 m³/s, 18,06 m³/s, dan 20,13 m³/s. Sementara volume rencana terbesar yang terjadi yaitu dari perhitungan debit dengan menggunakan HSS ITB-1 pada kala ulang 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun secara berurutan yaitu 175301,32 m³, 240980,14 m³, dan 277141,75 m³.
2. Debit saluran drainase existing dan kapasitas volume kolam retensi *existing* kurang dari debit rencana dan volume total, maka saluran drainase dan kolam retensi existing perlu dilakukan *redesign*.
3. Perubahan dimensi saluran *existing* hasil *redesign* agar dapat mengalirkan debit rencana dapat dilihat pada Tabel 6.1 berikut.

Tabel 6. 1 Perubahan Dimensi Saluran Existing

No	Nama Saluran	Dimensi <i>existing</i>			Dimensi <i>redesign</i>			Q saluran <i>redesign</i>	Q gabungan <i>redesign</i>
		b (m)	H (m)	m	b (m)	H (m)	m	(m ³ /s)	(m ³ /s)
1	SU01	4,90	1,59	0	4,75	3,50	0	32,19	32,19
2	SU02	2,65	1,51	0,88	4,00	3,00	0	21,67	21,67
3	SU03	2,50	1,19	0,92	3,75	2,75	0	19,53	19,53
4	SU04	4,10	1,20	0	3,50	2,75	0	18,60	18,60
5	SU05	2,58	1,35	0	3,00	2,25	0	11,86	11,86
6	SU06_ki	0,52	0,81	0	1,50	2,25	0	3,91	7,82
7	SU06_ka	0,80	0,53	0	1,50	2,25	0	3,91	
8	SS01_ki	0,71	0,58	0	1,25	2,00	0	2,55	5,10
9	SS01_ka	0,71	0,55	0	1,25	2,00	0	2,55	
10	SS02_ki	0,95	0,50	0	1,50	2,25	0	3,79	7,58
11	SS02_ka	0,79	0,66	0	1,50	2,25	0	3,79	

4. Redesign kolam retensi *existing* dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu:
 - a. Perubahan kedalaman kolam retensi menjadi 17,5 m atau penambahan paling sedikit sebesar 10,5 m dari kedalaman kolam retensi *existing*.
 - b. Perubahan pola operasional pompa menggunakan 2 buah pompa debit 2,5 m³/s dan 3 buah pompa debit 5,0 m³/s dengan tinggi muka air operasi pompa pada ketinggian 1 m, 2 m, 3 m, 4 m, dan 4,5 m

6.2 Saran

Saran yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Dapat dilanjutkan untuk pengkajian lebih lanjut dengan menambahkan parameter seperti analisis sedimentasi, rembesan, dan evaporasi yang terjadi pada saluran drainase atau kolam retensi
2. Dapat dilanjutkan untuk pengkajian lebih lanjut untuk analisis simulasi aliran dengan bantuan *software* analisis drainase
3. Penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu masukan perencanaan dalam penanganan banjir di Kawasan Taman Narogong Indah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, Muhammad Fadlan. 2022. *Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Pada Jalan Merpati, Kecamatan Tegal Selatan, Kotamadya Tegal*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1990. *Tata Cara Desain Drainase SNI 03-3424-1990*. BSN. Jakarta.
- Chow, Ven Te, Nensi Rosalina. 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka cetakan ke – 4*. Jakarta: Erlangga.
- Chow, Ven Te. 1985. *Hidrolika Saluran Terbuka (Open Channel Hydraulics)*. Jakarta: Erlangga.
- Departemen Pekerjaan Umum Dirjen Cipta Karya. 2010. *Tata Cara Pembuatan Kolam Retensi dan Polder*, Jakarta
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2003. *Panduan dan Petunjuk Praktis Pengelolaan Drainase Perkotaan*. Jakarta.
- H. A, Halim Hasmar. 2012. *Drainase Terapan*. Yogyakarta: UII Press.
- Kamiana, I Made. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kodoatie, Robert J. 2013. *Rekayasa Manajemen Banjir Kota*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Natakusuma, Dantje K., Waluyo Hatmoko, dan Dhemi Harlan. 2011. *Prosedur Umum Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetis dengan Cara ITB dan Beberapa Contoh Penerapannya*. Jurnal Teknik Sipil, 18(3), pp 251-291, Bandung
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 12 Tahun 2014 Tentang *Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan*. Jakarta.
- Pratama, Muhammad Ihsan. 2023. *Evaluasi Saluran Drainase Pada Kawasan Mayang Kecamatan Kota Baru, Kota Jambi*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Rahman, Rifki Aufa A. 2023. *Analisis Pengendalian Genangan Dengan Kolam Retensi di Wilayah Sentul-Rsud Cilacap*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Rasyid, M Fadhlan Nur. 2021. *Desain Kolam Retensi Gerilya Soedirman Purwokerto*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Sri Harto Br.1993.*Analisis Hidrologi*, PT.Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Suroso. 2006. *Analisis Intensity-Duration-Frequency Kejadian Hujan Di Kabupaten Banjarnegara*. Dinamika Rekayasa Vol.2, No.1

Triatmodjo, Bambang. 1996. *Hidrolika II*. Yogyakarta: Beta Offset.

Triatmodjo, Bambang. 1996. *Hidrolika I*. Yogyakarta: Beta Offset.

Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kondisi Banjir Pada Lokasi Penelitian

1. Dokumentasi 15 Febuari 2022 (Kondisi Banjir)



Kondisi Banjir Saluran SU01



Kondisi Banjir Saluran SU02



Kondisi Kolam Retensi *existing*

Lampiran 2. Kondisi Saluran Drainase dan Kolam Retensi *Existing*

Dokumentasi 16 Maret 2022 (Kondisi Normal)



Kondisi Saluran SU01



Kondisi Saluran SU02



Kondisi Saluran SU03

Lampiran 2. Kondisi Saluran Drainase dan Kolam Retensi *Existing*



Kondisi Saluran SU04



Kondisi Saluran SU05



Kondisi Saluran SU06 ki

Lampiran 2. Kondisi Saluran Drainase dan Kolam Retensi *Existing*



Kondisi Saluran SU06 Ka



Kondisi Saluran SS01 ki



Kondisi Saluran SS01 ka

Lampiran 2. Kondisi Saluran Drainase dan Kolam Retensi *Existing*



Kondisi Saluran SS02 ki



Kondisi Saluran SS02 ka



Kondisi Kolam Retensi

Lampiran 2. Kondisi Saluran Drainase dan Kolam Retensi *Existing*



Kondisi Kolam Retensi



Kondisi Kolam Retensi

Lampiran 3. Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Stasiun Cikeas Tahun 2011

Stasiun CH: Cikeas No.26 Tahun: 2011 Longitudinal: 106.969061 Latitude: -6.294211

Hari	Curah Hujan Harian (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	3	-	4	3	22	-	25	-	-	-	-	-
2	22	-	-	-	2	2	-	-	-	-	26	-
3	-	15	16	-	13	-	-	-	-	15	75	10
4	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-
5	65	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
6	30	9	-	-	19	6	60	-	-	7	-	-
7	4	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
8	-	10	-	-	4	-	-	-	-	2	-	22
9	9	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
10	15	-	13	-	-	2	-	-	-	4	-	-
11	13	-	16	-	2	-	-	-	-	-	1	27
12	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
13	-	3	1	23	3	-	-	-	-	-	-	-
14	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	6	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
16	1	19	-	6	11	-	-	-	-	-	29	1
17	9	1	-	8	12	-	-	-	-	-	-	-
18	-	7	-	34	6	-	-	-	-	-	-	-
19	14	13	10	32	-	-	-	-	-	-	3	-
20	1	-	19	4	-	-	-	-	-	-	1	-
21	-	2	15	-	1	-	-	-	-	-	32	-
22	3	7	-	6	-	-	-	-	-	2	15	-
23	6	-	-	25	26	-	-	-	-	-	14	6
24	2	4	-	12	-	-	-	-	-	-	10	2
25	1	-	5	-	5	-	-	-	-	-	-	8
26	-	2	-	13	-	-	-	-	-	3	-	-
27	-	6	-	3	-	-	-	-	-	-	-	2.5
28	-	9	-	25	-	2.5	-	-	-	7	-	10
29	-	-	-	-	-	3	-	-	-	12	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-

Keterangan : "-" = tidak hujan

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Lampiran 3. Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Stasiun Cikeas Tahun 2012

Stasiun CH: Cikeas No.26 Tahun: 2012 Longitudinal: 106.969061 Latitude: -6.294211

Hari	Curah Hujan Harian (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	-	10	18	2	6	28	-	-	-	-	14	-
2	4	10	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
3	7	2	-	-	1	-	-	-	-	28	2	11
4	14	15	5	9.5	-	-	-	-	-	-	20	-
5	25	1	6	1	-	-	-	-	-	4	-	-
6	40	-	13	37	-	-	-	-	-	3	-	8
7	65	-	-	20	42	35	-	-	-	7	2	-
8	7	-	4	-	13	-	-	-	1	1	-	-
9	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-
10	4	2	34	1	-	-	-	-	-	-	15	-
11	5	4	2	-	-	-	-	-	-	-	20	1
12	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-
13	3	21	2	-	-	3	-	-	-	-	-	11.5
14	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	1	10	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	10	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4
18	18	2	-	2	-	-	54	-	-	28	-	25
19	12	15	8	-	-	-	-	-	-	-	-	5
20	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4	-	15
21	-	-	-	5	-	-	-	-	-	3	-	62
22	-	-	-	2	-	-	-	-	2	7	-	135.5
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	8.5
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
25	24	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46
26	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	17	2	-	-	-	-	-	-	6	-	-	16
28	-	21	30	2	-	-	-	-	-	-	-	-
29	1	-	15.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	8		17.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	16		-		-		-			-		-

Keterangan : "-" = tidak hujan

(Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II, 2021)

Lampiran 3. Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Stasiun Cikeas Tahun 2013

Stasiun CH: Cikeas No.26 Tahun: 2013 Longitudinal: 106.969061 Latitude: -6.294211

Hari	Curah Hujan Harian (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	4	6
2	8	8	-	-	133	-	-	-	-	-	1	4
3	-	-	-	-	-	8	17	1	-	-	-	3.5
4	7	30	12	-	-	-	25	-	-	-	-	9.5
5	-	2	14	-	3.5	-	21	-	-	-	-	15
6	2	20	-	-	-	-	-	-	-	1	2.5	11
7	7	-	32.5	-	-	-	-	26.5	-	-	-	76.5
8	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23	-
9	21	20	32	-	-	6	-	17	-	-	21	8
10	2.5	-	-	-	-	-	56	-	-	-	-	53
11	-	14	2	-	1	28.5	-	-	-	-	7	-
12	-	7.5	67	-	1	-	26	1	-	-	1	12
13	4	16	10	-	-	-	2	-	-	-	4	46
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	11	5
15	88	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
16	24.5	2	4	3	-	-	-	-	-	-	23	15
17	89	10	13.5	40	-	-	-	-	-	-	3	25
18	45	2	1	103	22	-	24	1	-	-	9	-
19	9	5.4	-	24	-	-	-	-	-	-	-	15.5
20	30	51	-	-	26	-	-	-	-	21	-	-
21	-	5	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	25	6	-	9.5	-	-	16	27	-	-	-	-
23	30	30	18	5	2.5	-	-	-	-	27	-	26
24	3	10	20	-	2	-	1	17	-	-	23	-
25	30	15.5	2	9	1	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	9	-	-	-	15	-	-	-	6	17
27	-	13.5	4	1	5.5	29	5	1	-	-	43	1
28	-	-	14.5	-	28.5	-	-	-	-	-	1	13
29	-	-	-	-	19	-	-	-	-	73	36	1
30	-	-	-	-	-	-	47	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36.5

Keterangan : "-" = tidak hujan

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Lampiran 3. Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Stasiun Cikeas Tahun 2014

Stasiun CH: Cikeas No.26 Tahun: 2014 Longitudinal: 106.969061 Latitude: -6.294211

Hari	Curah Hujan Harian (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	15	22	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-
2	25	27	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	33	-	13	15	-	3	-	-	-	-	-
4	16	54	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
5	-	16	-	20	29	-	-	-	-	-	-	3
6	-	1	17	1	-	-	-	-	19	1	-	21
7	-	-	4	-	-	-	92	-	-	-	-	6
8	26	-	-	28	-	-	30	-	-	-	1	-
9	-	15	16	-	-	-	2	-	-	-	2	21
10	-	30	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	12	5	8	2	3	-	-	-	-	-	31	-
12	49	1	13	8	2	22	-	46	-	-	-	6
13	128	-	-	-	-	93	6	1	-	-	-	-
14	1	-	53	-	7	-	-	-	-	8	4	-
15	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-
16	38	-	9	15	-	5	40	-	-	-	12	-
17	32	-	71	-	25	3	21	-	-	-	-	4
18	90	-	-	40	-	-	11	-	-	-	-	-
19	70	3	-	2	-	-	-	-	-	-	6	5
20	105	-	-	68	32	-	-	-	-	21	4	75
21	31	-	19	-	-	-	-	-	7	-	-	22
22	39	20	3	27	32	-	12	-	-	-	-	1
23	35	91	6	1	42	-	2	-	-	27	-	3
24	10	7	-	-	4	-	34	-	-	-	-	68
25	17	50	45	27	-	-	-	-	-	-	73	3
26	-	20	-	-	-	22	2	-	-	-	7	-
27	-	16	-	9	28	-	-	-	-	-	-	48
28	104	11	-	-	27	-	-	-	-	-	7	20
29	75	-	113	-	5	-	4	-	-	73	1	-
30	2	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-
31	3	-	13	-	5	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan : "-" = tidak hujan

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Lampiran 3. Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Stasiun Cikeas Tahun 2015

Stasiun CH: Cikeas No.26 Tahun: 2015 Longitudinal: 106.969061 Latitude: -6.294211

Hari	Curah Hujan Harian (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	43	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	45	26	15	-	4.5	-	-	-	-	-	13.5
3	5	2	14	21	48	-	-	-	-	-	2	-
4	36	21	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
5	5	21.5	-	7	4	-	-	-	-	-	-	16
6	-	50	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1
7	-	1	-	12	-	-	-	-	-	-	-	122
8	-	32	2	-	-	-	-	5	-	-	39.5	-
9	-	31	9.5	-	-	-	-	-	-	-	10.5	34
10	-	140	17.5	-	33	11	-	-	-	-	2	-
11	-	8	20	-	-	46	-	-	-	-	2	-
12	-	17.5	5	53	11.5	-	-	-	-	-	-	5
13	34	1	11	2	-	-	-	-	-	-	28	-
14	27	37.5	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-
15	10	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
16	-	7	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	11	2	-	-	-	-	-	-	-	-	23	4
18	8	19	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
19	1	17.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	18	7	3	47	-	-	-	-	-	-	-	-
21	5.5	-	87	2.5	-	-	-	-	-	-	-	16
22	11	-	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-
23	82.5	-	27	-	-	-	-	-	-	-	2.5	-
24	7.5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
26	-	-	53.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	17	40	8	6	-	-	-	-	-	-	2	-
28	-	-	7.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	30.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
31	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan : "-" = tidak hujan

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Lampiran 3. Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Stasiun Cikeas Tahun 2016

Stasiun CH: Cikeas No.26 Tahun: 2016 Longitudinal: 106.969061 Latitude: -6.294211

Hari	Curah Hujan Harian (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	1.5	33	42	5	19.5	-	-	-	-	16	6	-
2	-	39	31	-	-	4	-	-	-	12	-	-
3	-	-	4	4.5	-	18	-	-	3	-	-	-
4	-	-	4	-	-	-	19.5	-	-	-	-	38.5
5	-	7.5	-	-	29.5	-	-	3	3	-	-	5
6	-	-	-	21.5	-	-	-	-	-	-	-	4
7	-	51.5	15	37.5	-	13	-	24	-	-	-	-
8	-	26	-	-	-	15.5	12.5	36	-	-	-	-
9	-	23	13	-	38.5	-	-	-	37	6	2	28
10	-	29	-	62	32	1	-	2.5	-	75	-	-
11	-	2	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-
12	1	11.5	2	-	-	-	-	-	-	-	60	29
13	2	52	-	-	5	8	14	16.5	-	-	20	-
14	41	1	-	2	9	-	11	62.5	-	27	2.5	-
15	-	52.5	2	-	-	-	-	-	8	-	5.5	-
16	3	9.5	5	1	9	-	-	-	8	5	42	-
17	-	8	-	-	-	4	18	-	-	-	-	-
18	-	34	4.5	3	4	18	38	-	5	-	1	3
19	-	-	-	-	-	-	-	-	41	3	-	-
20	16	7.5	-	5	-	-	4.5	-	23	-	-	9
21	6.5	-	22	91.5	1	-	-	-	-	4	19	-
22	-	-	38	-	12	13	49.5	-	11.5	21	6.5	-
23	35	-	-	-	2	15.5	6.5	-	8	18	1	-
24	8	-	-	28	-	-	-	-	6.5	24.5	-	-
25	44	25.5	62	-	10	1	-	-	56	62	5	-
26	-	62	-	-	-	-	-	-	40.5	14	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-
28	2	60	-	-	-	7.5	-	-	-	4	1.5	-
29	-	18	2	-	-	-	-	-	9	29.5	-	7
30	25		-	-	3	-	-	-	2	-	-	-
31	-		-		-		-	-		-		-

Keterangan : "-" = tidak hujan

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Lampiran 3. Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Stasiun Cikeas Tahun 2017

Stasiun CH: Cikeas No.26 Tahun: 2017 Longitudinal: 106.969061 Latitude: -6.294211

Hari	Curah Hujan Harian (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	-	6	-	97	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	15.5	-	10	22.5	4	-	-	-	13	-	-
3	-	-	17	6	16.5	-	-	-	-	2.5	-	-
4	44.0	9	55	4	-	-	-	-	-	27.5	-	-
5	19.0	-	3	31.5	-	-	-	-	-	-	-	-
6	51.0	3	1	-	18	19	-	-	-	-	-	-
7	-	-	30	-	41	-	-	-	-	-	3	-
8	-	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	2.5	-
9	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	25	28	9	7	-	-	39	-	-	1.5	45	-
11	29	32.5	-	38	-	-	-	-	-	-	2	11
12	6	38	-	120.5	-	-	1	-	-	-	61	40
13	-	12.0	-	86	-	-	-	-	-	29.5	4	75
14	-	31	-	-	-	26	-	-	-	11	8	-
15	-	56	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-
16	5.5	46	-	3.5	-	-	-	-	-	-	32	10
17	-	6	-	15	-	-	-	-	-	22	14.5	58
18	10	20	68	-	-	-	-	-	-	-	5	6
19	-	53.5	1.5	51	-	-	-	-	-	73	18.5	2
20	-	86	-	4	-	-	-	-	-	20.5	19.5	6
21	-	186.5	12	-	-	-	2.5	-	3	21	-	40
22	-	-	30	-	-	-	-	-	-	26	-	15.5
23	-	69	36.5	-	-	-	-	-	-	7.5	-	2.5
24	-	41	4.5	11.5	-	-	-	-	-	-	2	1.5
25	36	-	-	31	-	-	-	-	-	-	-	-
26	7	43.5	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	2	-	7.5	-	-	40	-	-	13	-	-	-
28	20	1.5	-	-	-	-	-	-	1.5	-	12.5	-
29	14	-	28.5	-	2	-	-	-	-	-	-	-
30	1.5	-	-	-	-	18	-	-	7	-	11.5	4
31	-	-	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan : "-" = tidak hujan

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Lampiran 3. Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Stasiun Cikeas Tahun 2018

Stasiun CH: Cikeas No.26 Tahun: 2018 Longitudinal: 106.969061 Latitude: -6.294211

Hari	Curah Hujan Harian (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	12	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	8	34	5.5	-	-	-	-	-	-	13	-
3	-	-	-	5	-	-	-	-	68	-	-	-
4	-	54	2	83	-	-	-	-	-	-	33	16
5	3	29	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
6	-	7.5	-	17	-	-	-	-	-	-	-	4
7	-	14	9	-	-	-	-	-	-	-	32	51
8	-	9	12	9	-	-	-	-	-	-	6.5	-
9	-	26	22.5	18	-	-	-	-	-	-	3	-
10	-	8	7	-	-	-	-	-	-	-	34	-
11	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	24
12	-	2.5	78	-	-	-	-	-	-	-	153	31
13	-	12	6	-	-	-	-	-	-	-	4	13
14	5	1	-	-	-	56	-	-	-	-	-	73
15	2	15	-	-	-	16	-	-	-	-	-	1
16	12	47	-	-	-	7	-	-	-	-	7	-
17	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
18	3	-	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	4	4	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	8	1	-	9	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	1	6	-	-	-	-	-	-	2.5	-
22	4	45	-	20	1	-	-	-	-	-	-	-
23	3	-	9	6.5	1	-	-	-	-	59	-	-
24	2	-	-	17	14	-	-	-	-	6	43.5	-
25	4	12	-	2	-	3	-	-	-	-	3	-
26	-	7	6	3.5	-	15	-	-	-	-	2	-
27	3	5	-	10.5	-	4	-	-	-	2	9	-
28	-	3.5	2	28	1	-	-	-	-	6	4	-
29	6	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-
30	10		5	-	-	-	-	-	-	-	28	-
31	-		2		-		-	-		2		-

Keterangan : "-" = tidak hujan

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Lampiran 3. Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Stasiun Cikeas Tahun 2019

Stasiun CH: Cikeas No.26 Tahun: 2019 Longitudinal: 106.969061 Latitude: -6.294211

Hari	Curah Hujan Harian (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	6	5	-	51	21	-	-	-	-	-	-	34
2	-	6	4	25	-	-	-	-	-	-	75.0	-
3	-	-	77	6	-	-	-	-	-	-	-	24
4	-	11	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-
5	-	10	9	35	-	-	-	-	-	-	25	17
6	-	-	1	-	6	-	-	-	-	-	38	-
7	-	-	3	26	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	34	2.5	3	-	-	-	-	-	-	-	-
9	7	-	-	117	46	-	-	-	-	2	-	9
10	23	-	5	-	15	-	-	-	-	-	-	-
11	-	8	24	15	-	-	-	-	-	-	-	3
12	-	61	5.5	-	-	-	-	-	-	-	4	33
13	-	-	8	16	-	-	-	-	-	-	-	-
14	10	-	10.5	35	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	5	7	31	7	-	-	-	-	-	-	1.5
17	6	6	-	8	28	-	-	-	-	-	-	16.5
18	5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	66
19	-	11	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-
20	8	10	-	31	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-
22	13	-	20	-	-	-	-	-	-	-	16	25
23	43	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61
24	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
25	26	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	19
26	21	8	5	35	-	-	-	-	-	-	-	-
27	11	61	57	2	-	-	-	-	-	-	36	5.5
28	8	-	7	4	-	-	-	-	-	-	-	24
29	17	-	-	9.5	-	-	-	-	-	-	-	1.5
30	54	-	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan : "-" = tidak hujan

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Lampiran 3. Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Stasiun Cikeas Tahun 2020

Stasiun CH: Cikeas No.26 Tahun: 2020 Longitudinal: 106.969061 Latitude: -6.294211

Hari	Curah Hujan Harian (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	1.5	46	32.5	36	79	3.5	-	-	-	-	4	-
2	16.5	21	37	-	-	5.5	-	-	-	-	-	-
3	66	8	-	3	-	-	-	-	1.5	1	29.5	5
4	-	3	-	-	-	5.5	-	-	-	-	-	-
5	-	-	39.5	-	2	-	-	-	-	69	-	6
6	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	6	25
7	25	-	-	43	3	-	2	-	-	39.5	-	49
8	61	82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
9	14.5	6.5	-	-	40.5	-	-	7.5	-	24	44	4
10	18.5	-	-	-	-	1	-	9	-	-	-	1
11	-	19.5	11	4.5	11	-	-	-	-	13.5	-	-
12	6	-	9.5	-	-	58	-	-	-	-	-	-
13	24	18.5	12	18	7.5	-	-	-	-	-	2	-
14	1.5	-	-	12	-	-	-	-	-	-	1	-
15	14.5	-	35.5	21	-	-	-	-	20	-	-	-
16	2	2.5	1	4.5	-	-	-	-	10.5	-	5	-
17	2.5	102	42	-	-	-	-	-	2.5	3.5	-	-
18	2	1	-	-	-	-	-	1	-	2.5	4	-
19	-	-	-	3	47	-	-	-	-	2	-	-
20	-	31	23	-	-	-	-	6	-	21	-	7
21	24	23	12	-	31	-	-	-	14.5	40	2	14
22	-	22	4.5	-	-	-	20	-	3	14	-	-
23	-	31	-	-	-	2	-	-	17.5	-	12	-
24	3	25.5	14.5	-	-	-	-	-	-	2	1	-
25	13.5	221	16.5	12	-	-	-	-	-	-	6.5	47.5
26	3.5	9	-	-	1.5	-	-	-	-	8	19.5	-
27	1.5	7	1	2	-	-	-	-	1.5	65	-	-
28	-	2	-	13	2	-	-	-	-	19	62.5	-
29	-	66	33	6.5	-	-	-	-	-	-	1.5	-
30	-		1	10.5	-	-	-	-	-	-	3	-
31	-		-		-		-	-		-		-

Keterangan : "-" = tidak hujan

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Lampiran 3. Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Stasiun Bendung Bekasi Tahun 2011

Stasiun CH: Tahun: Longitudinal: Latitude:
 Bend. Bekasi 10a 2011 106.995074 -6.251666

Hari	Curah Hujan Harian (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	-	8
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	8	12	62
4	-	6	10	-	-	-	-	-	-	1	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	18
6	23	-	-	-	12	2	12	-	-	-	-	-
7	7	5	-	-	1	-	-	-	-	-	4	-
8	-	-	-	-	7	12	-	-	-	28	-	10
9	-	-	-	-	-	12	-	-	-	1	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35
12	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	7
13	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-
15	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
16	-	-	7	11	10	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
18	26	-	-	-	13	-	-	-	-	-	12	-
19	9	2	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	1	-
21	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
23	6	1	-	27	-	-	-	-	-	-	-	14
24	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	3	-	5	7	65	-	-	-	-	-	-	-
26	-	17	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-
27	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	3	-	9	-	-	-	-	-	-	-	19
29	-	x	-	-	-	3	-	-	-	11	2	-
30	-	x	-	-	-	-	-	-	-	10	-	7
31	-	x	2	x	-	x	-	-	x	4	x	-

Keterangan : "-" = tidak hujan

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Lampiran 3. Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Stasiun Bendung Bekasi Tahun 2012

Stasiun CH: Tahun: Longitudinal: Latitude:
 Bend. Bekasi 10a 2012 106.995074 -6.251666

Hari	Curah Hujan Harian (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	64
2	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-
3	6	12	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
4	-	12	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
5	42	-	42	-	-	12	-	-	-	-	-	9
6	22	-	16	-	-	-	-	-	-	-	5	-
7	9	-	-	6	7	6	-	-	-	-	-	4
8	9	-	2	-	2	-	-	-	-	-	12	-
9	-	18	-	12	-	-	-	-	-	-	36	-
10	13	-	36	-	-	-	-	-	-	-	6	-
11	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
12	6	8	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
13	2	14	10	-	-	-	-	-	-	-	8	-
14	6	-	8	-	5	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	59
16	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	3
17	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	28	11
19	19	66	7	-	-	-	-	-	-	-	34	25
20	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	10	11
21	-	36	-	2	-	-	-	-	-	-	10	4
22	4	1	-	27	-	-	-	-	15	-	2	45
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	26
27	20	114	-	-	-	-	-	-	7	-	3	24
28	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	1	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	2
30	-	x	-	6	-	-	-	-	-	-	33	-
31	25	x	-	x	-	x	-	-	x	-	x	-

Keterangan : "-" = tidak hujan

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Lampiran 3. Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Stasiun Bendung Bekasi Tahun 2013

Stasiun CH: Tahun: Longitudinal: Latitude:
 Bend. Bekasi 10a 2013 106.995074 -6.251666

Hari	Curah Hujan Harian (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	4	31	-	23	-	-	18	-	-	-	-	1
2	20	-	-	-	56	-	-	1	-	-	6	2
3	-	2	-	-	-	-	8	3	-	-	-	37
4	-	-	23	-	-	-	8	-	-	-	-	1
5	15	10	5	31	-	-	5	-	-	-	-	9
6	2	2	-	9	-	1	6	-	17	-	-	5
7	-	25	-	-	-	-	-	17	-	-	-	17
8	6	-	-	8	-	-	-	-	23	10	2	-
9	3	-	18	3	-	18	-	5	-	-	28	-
10	6	-	-	-	-	-	32	-	-	-	-	42
11	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
12	-	29	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-
13	22	24	6	-	-	-	28	-	-	4	4	46
14	2	66	-	-	-	13	1	-	9	-	17	8
15	59	-	2	2	-	-	72	-	15	2	1	14
16	27	-	8	-	5	4	-	-	-	-	9	25
17	120	1	-	16	-	1	-	-	-	-	-	33
18	100	5	-	11	63	18	4	-	-	-	-	32
19	6	7	-	-	-	10	-	6	-	-	-	10
20	-	-	20	12	7	9	-	-	-	45	-	3
21	-	15	13	-	-	1	-	-	-	-	-	-
22	-	7	-	2	-	-	21	-	-	-	-	-
23	39	29	-	3	11	-	26	-	-	-	-	5
24	8	3	13	-	6	-	-	-	-	2	27	-
25	6	-	-	8	4	-	-	-	-	-	-	-
26	1	-	5	7	-	-	6	-	-	-	-	55
27	-	-	-	-	3	10	-	-	-	-	12	13
28	-	-	9	1	9	-	-	-	-	-	1	62
29	1	x	-	-	19	-	11	-	-	17	2	-
30	-	x	-	-	27	-	26	-	-	19	-	-
31	-	x	-	x	7	x	-	-	x	-	x	20

Keterangan : "-" = tidak hujan

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Lampiran 3. Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Stasiun Bendung Bekasi Tahun 2014

Stasiun CH: Tahun: Longitudinal: Latitude:
 Bend. Bekasi 10a 2014 106.995074 -6.251666

Hari	Curah Hujan Harian (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	11	3	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-
2	-	11	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	18	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	43	42	-	-	6	-	-	2	-	-	3
7	-	-	6	8	10	-	40	-	3	-	-	19
8	2	-	-	38	-	-	-	-	-	10	-	-
9	36	19	-	-	-	-	-	-	-	-	17	7
10	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	5	7	11	-	8	4	-	-	-	-	2	-
12	17	-	-	9	11	29	-	5	-	-	-	-
13	135	-	-	-	-	7	4	-	-	4	-	-
14	10	-	17	7	1	-	2	-	-	-	-	-
15	14	5	-	1	-	27	-	-	-	2	-	-
16	25	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-
17	30	-	-	14	6	-	3	-	-	-	-	-
18	190	1	7	20	-	-	2	-	-	-	-	-
19	143	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-
20	5	-	2	4	-	-	-	-	-	45	-	34
21	29	40	26	4	-	-	-	-	-	-	-	1
22	20	1	-	-	11	-	1	-	-	-	-	-
23	19	40	-	6	-	-	-	-	-	-	-	11
24	13	9	5	-	-	-	1	-	-	2	-	23
25	12	22	11	9	-	-	-	-	-	-	83	4
26	-	16	6	7	-	9	-	-	-	-	-	-
27	-	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
28	11	8	-	-	10	-	-	-	-	-	3	8
29	100	-	50	-	-	-	2	-	-	17	12	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	1	-
31	-	-	-	-	34	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan : "-" = tidak hujan

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Lampiran 3. Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Stasiun Bendung Bekasi Tahun 2015

Stasiun CH: Tahun: Longitudinal: Latitude:
 Bend. Bekasi 10a 2015 106.995074 -6.251666

Hari	Curah Hujan Harian (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	14	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	2	30	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	2	22	-	-	-	-	-	-	-	-
4	9	7	8	-	29	-	-	-	-	-	-	-
5	2	-	19	8	6	-	-	-	-	-	-	-
6	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-
8	-	14	6	12	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	112	9	5	-	8	-	-	-	-	-	-
11	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-
13	20	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	16	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	36	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	2	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	8	5	3	-	-	-	-	-	-	-	34	37
18	4	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1
19	7	50	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
20	11	19	8	24	-	-	-	-	-	-	-	5
21	10	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	4
22	4	-	-	2	-	-	-	-	9	-	-	-
23	17	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	1	-	37	1	-	-	-	-	-	-	13	-
27	27	7	-	6	-	-	-	-	-	-	1	-
28	4	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
29	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
31	-	x	-	x	-	x	-	-	x	-	x	-

Keterangan : "-" = tidak hujan

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Lampiran 3. Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Stasiun Bendung Bekasi Tahun 2016

Stasiun CH: **Bend. Bekasi 10a** Tahun: **2016** Longitudinal: **106.995074** Latitude: **-6.251666**

Hari	Curah Hujan Harian (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	-	2	14	23	14	-	-	-	-	-	-	-
2	7	-	20	2	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	8	-	-	-	-	-	-	5	-	-	4
4	-	-	-	-	-	2	21	-	-	2	2	36
5	-	18	-	7	-	-	-	-	5	9	-	2
6	-	-	1	-	18	-	-	-	-	-	-	-
7	-	12	6	-	-	1	-	-	-	-	-	-
8	-	1	-	-	18	-	4	13	2	-	-	-
9	-	19	-	-	16	8	-	11	-	6	4	18
10	-	2	8	-	9	6	-	-	-	4	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35	-
12	-	1	-	-	-	-	-	-	-	8	16	9
13	-	6	4	-	1	-	45	-	-	1	2	-
14	18	-	-	-	7	-	-	13	-	3	4	-
15	-	32	-	-	-	-	-	32	-	-	-	8
16	-	6	4	23	2	-	-	-	49	20	21	-
17	10	4	-	2	-	-	3	-	-	-	-	-
18	-	4	5	-	59	30	-	-	2	-	-	42
19	3	-	-	-	-	5	-	-	17	1	-	4
20	-	-	-	7	-	-	20	12	8	-	-	2
21	3	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	2	9	-	31	15	23	11	-	31	1	-
23	22	4	17	-	14	5	-	-	12	22	2	-
24	5	-	-	-	4	-	-	-	14	20	12	-
25	23	33	-	-	-	-	-	-	29	19	-	-
26	5	70	3	-	-	-	-	30	5	1	-	3
27	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
28	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-
29	-	7	22	-	-	-	-	-	4	29	1	1
30	-	x	-	-	-	-	-	-	-	67	-	-
31	10	x	-	x	1	x	-	5	x	-	x	29

Keterangan : "-" = tidak hujan

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Lampiran 3. Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Stasiun Bendung Bekasi Tahun 2017

Stasiun CH: Tahun: Longitudinal: Lattitude:
 Bend. Bekasi 10a 2017 106.995074 -6.251666

Hari	Curah Hujan Harian (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	5	8	-	-	8	-	2	-	-	1	-	8
2	-	6	2	33	-	2	-	-	-	7	-	-
3	-	5	4	22	6.5	-	-	-	-	-	-	-
4	15	3	3	2	-	-	-	-	-	5	-	-
5	6	-	2	3	1	2	-	-	-	-	4	-
6	30	-	-	-	2	8	-	-	-	-	1	-
7	1	5	6	-	-	20	-	-	-	-	1	-
8	-	-	20	-	-	-	-	-	-	5	1	-
9	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	5	8	-	21	-	-	1	-	-	-	-	-
11	11	15	-	49	-	-	-	-	-	-	17	-
12	1	31	-	18.5	-	-	13	-	-	-	9	-
13	-	13	4	24.5	-	-	-	-	-	2	-	-
14	-	23	-	-	15	15	-	-	-	1	32	-
15	-	12	-	-	8	-	-	-	-	-	10	-
16	-	9	-	-	6	-	-	-	-	-	-	1
17	10	12	12	4	-	-	-	-	-	-	15	-
18	-	-	135	3	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	16	14	17	-	-	-	-	-	13	1	6
20	-	89	-	5	-	-	-	-	-	5	1	2
21	-	50	-	-	-	-	-	-	4	3	-	11
22	-	4	13	-	-	-	-	-	-	-	1	7
23	-	7	19	-	-	-	-	-	-	-	3	7
24	-	6	5	-	-	-	12	-	-	-	-	-
25	43	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	52	10	-	-	-	-	-	-	-	37	-	-
27	6	5	13	-	-	-	-	-	-	1	1	-
28	17	1	-	10	-	-	-	-	-	1	2	4
29	16	x	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-
30	1	x	11	-	-	-	-	-	14	-	42	-
31	25	x	1	x	-	x	-	-	x	-	x	3

Keterangan : "-" = tidak hujan

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Lampiran 3. Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Stasiun Bendung Bekasi Tahun 2018

Stasiun CH: Tahun: Longitudinal: Latitude:
 Bend. Bekasi 10a 2018 106.995074 -6.251666

Hari	Curah Hujan Harian (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	-	12	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	7	42	1	-	-	-	-	-	-	4	2
3	3	19.5	-	7	-	-	-	-	33	-	25	-
4	1	20	3	16	-	-	-	-	-	-	2	12
5	1	13	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-
6	-	21	-	6	-	-	-	-	-	-	-	3
7	-	16	1	-	-	-	-	-	-	-	2	4
8	-	42	78	13	-	-	-	-	-	-	34	-
9	-	13	1	31	-	-	-	-	-	-	-	2
10	-	3	2.5	-	-	-	-	-	-	-	1	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
12	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
13	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
14	8	1	-	6	-	1	-	-	-	-	3	30
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
16	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-
17	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	5	10	-	7	-	-	-	-	-	-	1	-
19	15	18	-	11	-	-	-	-	-	2	-	-
20	-	1	-	-	28	-	-	-	-	1	-	-
21	1	1	8	3	7	-	-	-	-	1	1	-
22	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	24	5	1	-	-	-	-	70	30	-
24	29	-	1	18	8	-	-	-	-	5	6	-
25	3	14	2	4	1	-	-	-	-	-	-	-
26	-	22	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-
27	1	1	-	9	-	-	-	-	-	4	-	-
28	-	-	32	4	-	-	-	-	-	16	-	-
29	-	x	-	17	-	1	-	-	-	2	-	-
30	1	x	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
31	4	x	-	x	-	x	-	-	x	2	x	-

Keterangan : "-" = tidak hujan

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Lampiran 3. Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Stasiun Bendung Bekasi Tahun 2019

Stasiun CH: **Bend. Bekasi 10a** Tahun: **2019** Longitudinal: **106.995074** Latitude: **-6.251666**

Hari	Curah Hujan Harian (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	2	5	-	-	11	-	-	-	-	-	-	3
2	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	2	-	34	-	-	-	-	-	-	3	-
4	-	8	-	-	9	-	-	-	-	-	1	-
5	-	-	-	-	26	-	-	-	-	-	16	6
6	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	4	-	8	-	-	-	-	-	-	1	5
8	-	-	-	9	-	10	-	-	-	-	-	-
9	6	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	1
10	26	-	-	-	24	-	-	-	-	-	-	-
11	2	23	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
12	37	6	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2
13	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
14	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	11	101	8	-	-	-	-	-	-	-	-
17	5	2	-	16	8	-	-	-	-	-	-	3
18	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
19	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	3	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-
21	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	20	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
23	12	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21
24	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22
25	15	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-	27
26	22	-	8	6	-	-	-	-	-	-	-	-
27	5	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	2
28	3	-	2	20	-	-	-	-	-	-	-	17
29	12	x	-	24	-	-	-	-	-	-	-	5
30	29	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
31	-	x	-	x	-	x	-	-	x	-	x	-

Keterangan : "-" = tidak hujan

Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Lampiran 3. Data Curah Hujan

Tabel Data Curah Hujan Stasiun Bendung Bekasi Tahun 2020

Stasiun CH: Tahun: Longitudinal: Latitude:
 Bend. Bekasi 10a 2020 106.995074 -6.251666

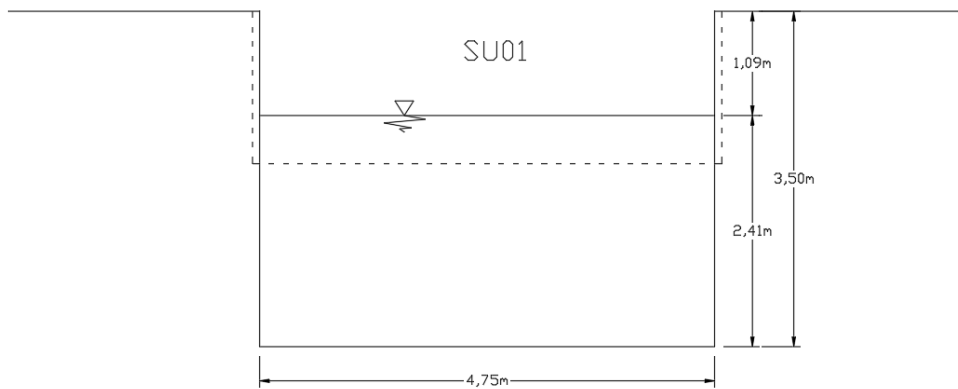
Hari	Curah Hujan Harian (mm)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Des
1	150	9	21	28	1	-	-	-	-	-	2	-
2	54	25	13	-	-	2	-	-	-	-	2	-
3	-	4	-	-	-	7	1	-	-	-	4	2
4	2	8	-	5	-	-	-	-	-	-	-	1
5	-	-	11	-	3	-	-	-	-	9	-	12
6	10	5	-	-	-	-	-	-	-	-	4	11
7	5	-	-	31	-	-	2	-	-	-	21	1
8	1	61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
9	5	17	-	-	-	-	-	-	-	17	-	4
10	10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	2	25	-	20	12	-	1	-	-	6	-	-
12	-	-	3	-	-	38	-	-	-	-	-	-
13	10	-	13	21	-	-	-	14	-	-	-	3
14	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	10
15	5	-	7	16	-	-	3	-	-	-	-	5
16	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
17	-	12	-	-	-	-	-	-	-	1	2	3
18	22	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	1	1	-	-	24	-	-	-	-	-	-	-
20	3	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31
21	69	18	-	-	19	-	-	-	16	2	-	1
22	-	12	-	-	-	-	-	-	7	22	2	1
23	14	30	5	-	-	15	-	-	3	-	1	-
24	-	16	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-
25	12	155	4	-	-	-	-	-	-	-	10	12
26	3	3	2	-	11	-	-	-	-	6	25	-
27	-	6	1	15	-	-	-	-	-	23	-	-
28	-	2	-	8	-	-	-	-	-	5	13	-
29	-	3	-	4	-	-	-	-	-	-	1	-
30	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	x	2	x	1	x	-	-	x	-	x	-

Keterangan : "-" = tidak hujan

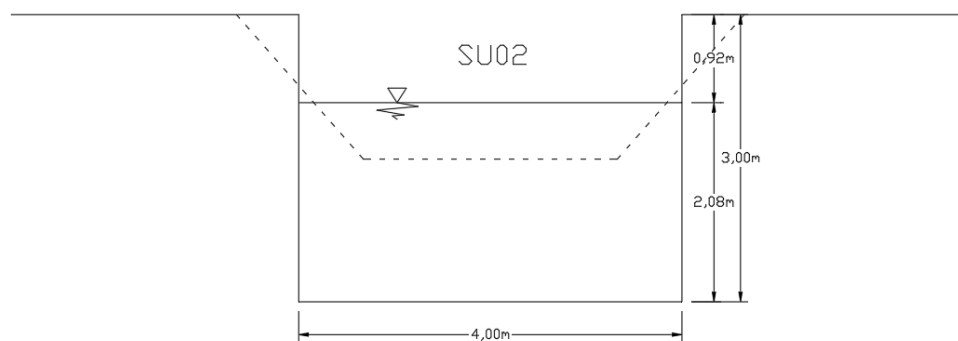
Sumber: Perusahaan Umum Jasa Tirta II (2021)

Lampiran 4.

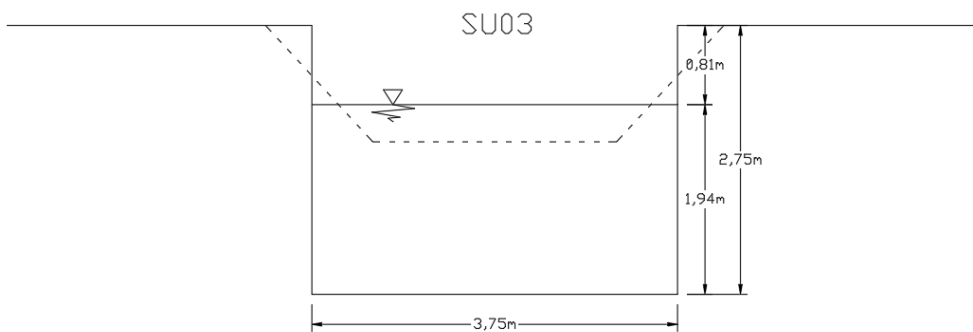
Gambar Perbandingan Dimensi Penampang Saluran *Redesign* dan *Existing*



Redesign Saluran SU01



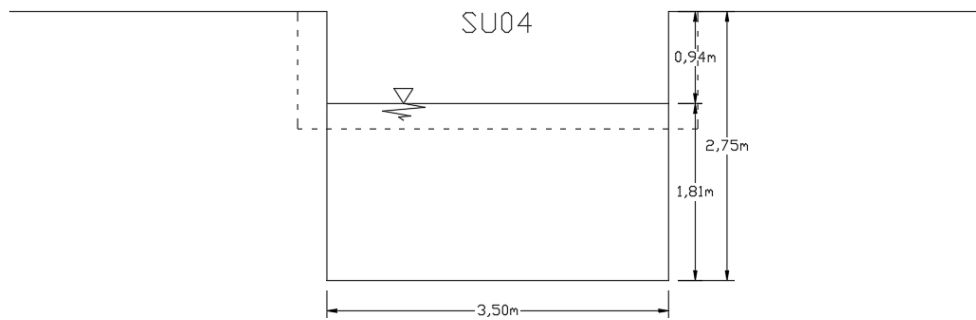
Redesign Saluran SU02



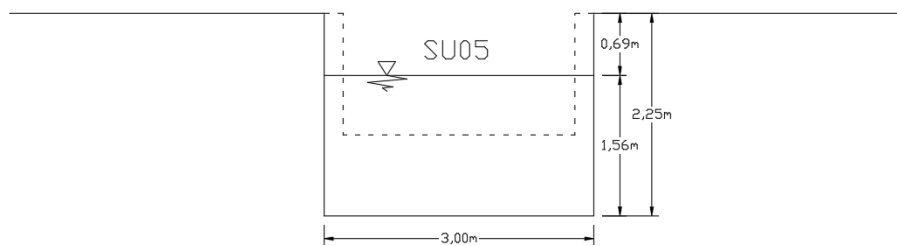
Redesign Saluran SU03

Lampiran 4.

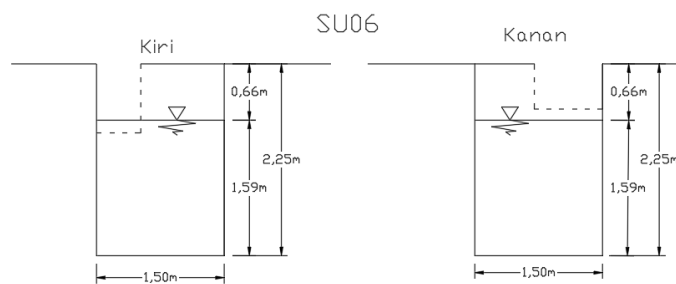
Gambar Perbandingan Dimensi Penampang Saluran *Redesign* dan *Existing*



Redesign Saluran SU04



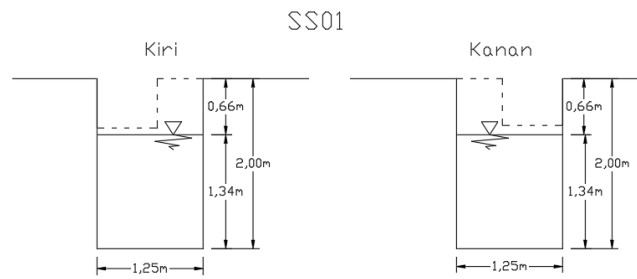
Redesign Saluran SU05



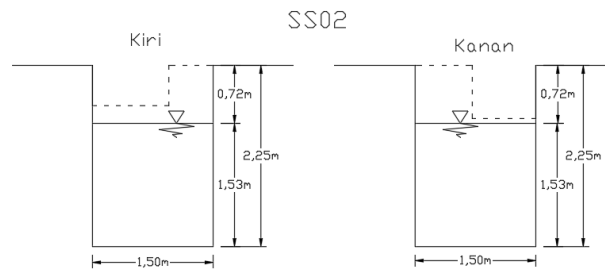
Redesign Saluran SU06

Lampiran 4.

Gambar Perbandingan Dimensi Penampang Saluran *Redesign* dan *Existing*

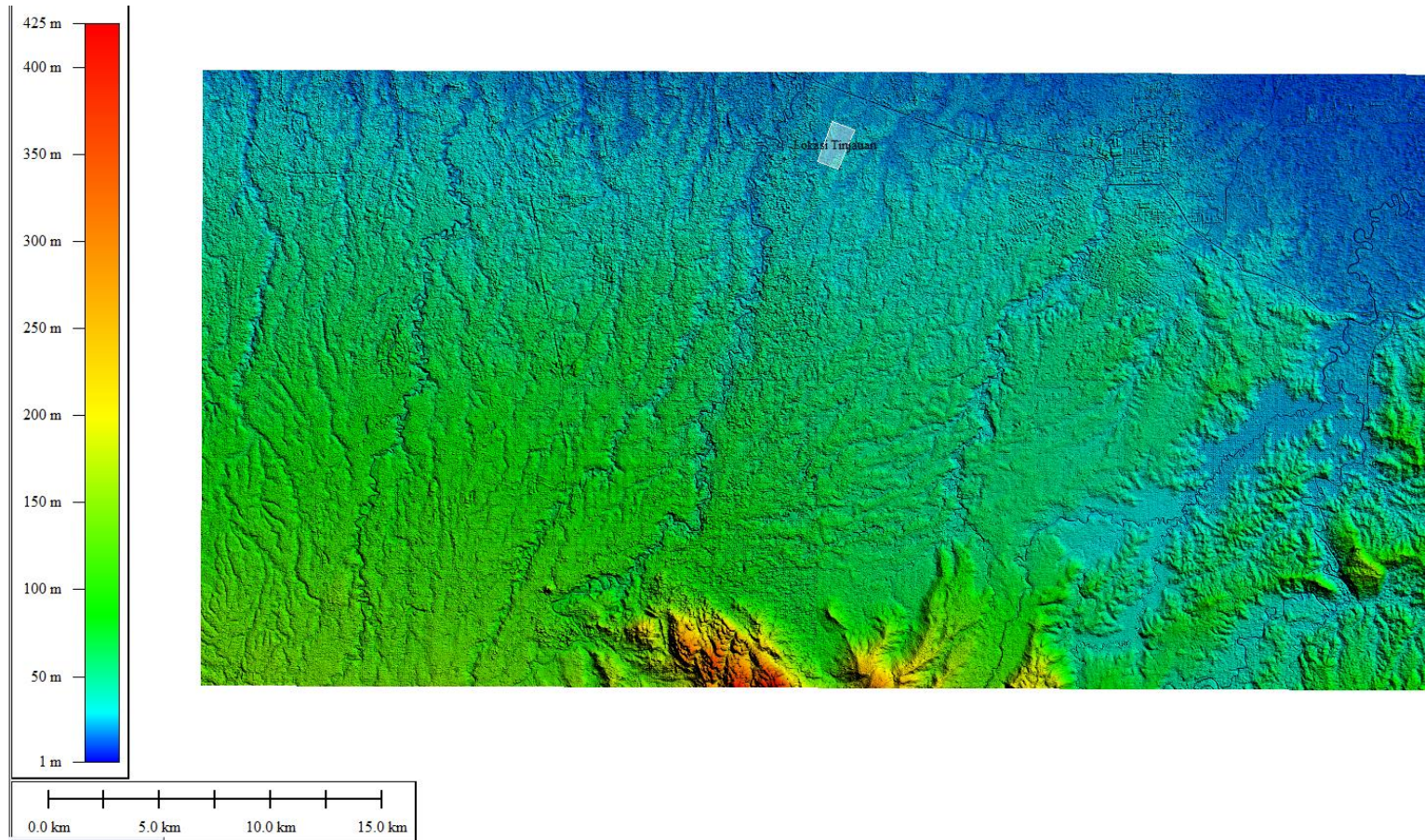


Redesign Saluran SS01



Redesign Saluran SS02

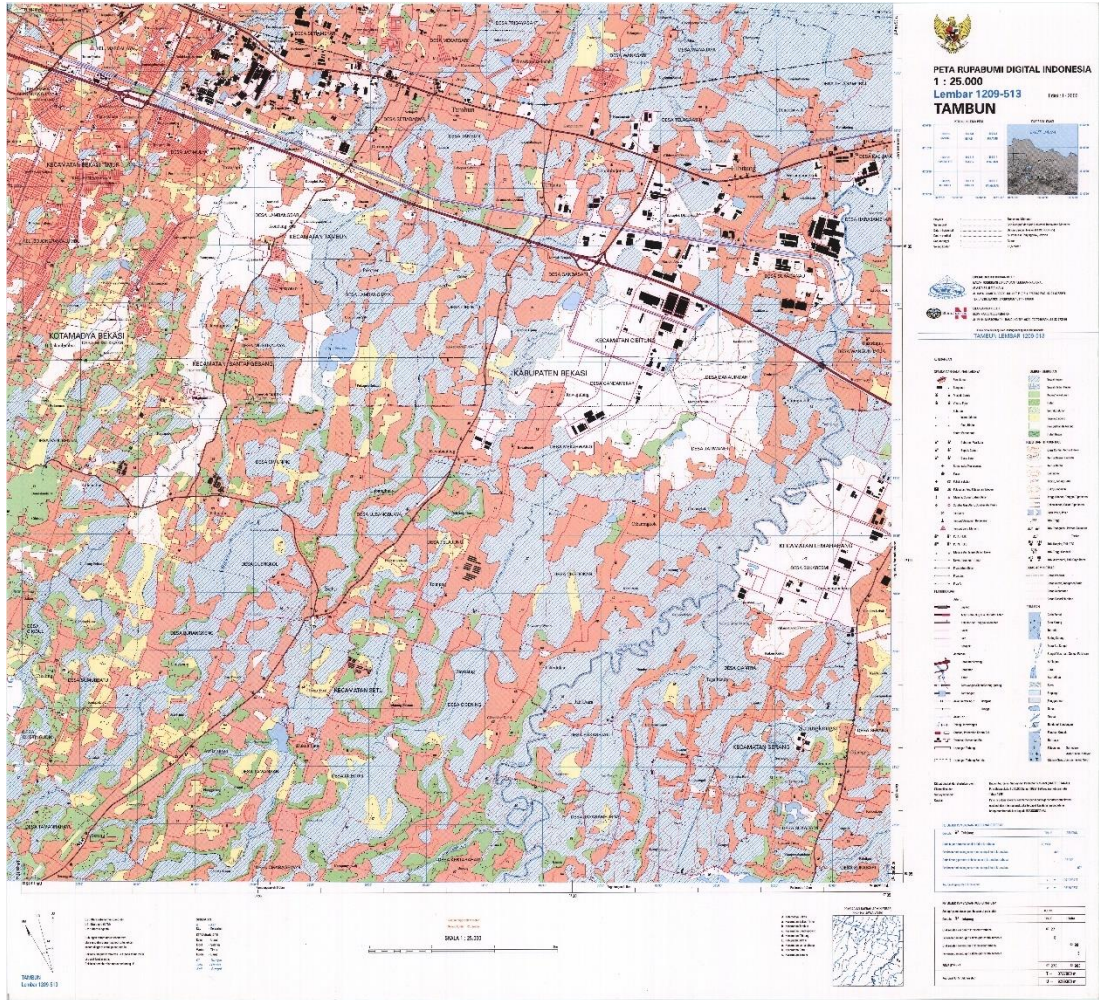
Lampiran 5. Peta *Digital Elevation Modeling* (DEM)



(Sumber: Badan Informasi Geospasial, 2022)

Lampiran 6. Peta Rupa Muka Bumi (RBI)

Peta RBI 1209-513



(Sumber: Badan Informasi Geospasial, 2022)

Lampiran 7. Data Kolam Retensi Existing



POLDER PENGASINAN
yang berlokasi di Kel.
Pengasinan Kec.
Rawalumbu
Luas Polder 16000 m²
kedalaman 7 m'
dengan kapasitas daya
tampung 112.000 m³

Kapasitas pompa 500
liter/detik

(Sumber: Dinas Bina Marga dan Sumber Daya Air, 2022)