

TUGAS AKHIR

**DESAIN KOLAM RETENSI GERILYA SOEDIRMAN
PURWOKERTO**

***(RETENTION POOL DESIGN IN GERILYA SOEDIRMAN
PURWOKERTO)***

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



المعجزة الاستاذ الاندوني
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

**M Fadhlan Nur Rasyid
14511346**

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

2021

TUGAS AKHIR

DESAIN KOLAM RETENSI GERILYA SOEDIRMAN PURWOKERTO

(RETENTION POOL DESIGN IN GERILYA SOEDIRMAN PURWOKERTO

Disusun oleh

M Fadhlan Nur Rasyid

14511346

Telah diterima sebagai salah satu persaratann
Untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal, 13 Januari 2022

Oleh Dewan Penguji

Penguji I

D.A Wahyu Wulan Pratiwi, S.T.,M.T.

NIK:155111301

Penguji II

Dr.Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.

NIK:885110101

Penguji III

Dinia Anggraheni, S.T., M.Eng.

NIK:165110105

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T.

NIK: 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dari penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* computer yang digunakan dalam perancangan ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 13 Januari 2022

Yang membuat pernyataan,

A red postage stamp with a circular emblem in the center. The text on the stamp includes 'KEMENTERIAN PERKULIAHAN, KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN INOVASI' at the top, 'PETERAI TEMPEL' in the middle, and the alphanumeric code 'C7EAJX594366074' at the bottom. A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

M Fadhlan Nur Rasyid

NIM : 14511346

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Desain Kolam Retensi GERilya Soedirman Purwokerto”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun, berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, Alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Dwi Astuti Wahyu Wulan Pratiwi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing
2. Teman-teman seperjuangan yang sudah rela meluangkan waktunya untuk membantu agar dapat menyelesaikan tugas akhir ini
3. Abi, Umi, dan Adik penulis beserta keluarga yang telah berkorban begitu banyak baik material maupun spiritual hingga selesainya Tugas Akhir ini, Akhirnya Penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 13 Januari 2022



M Fadhlan Nur Rasyid

NIM: 14511346

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xi
ABSTRAK	xiv
<i>ABSTRACT</i>	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Perancangan Terdahulu	3
2.2 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang akan Dilakukan	8

BAB III LANDASAN TEORI	13
3.1 Tinjauan Umum	13
3.2 Kolam Retensi	13
3.2.1 Fungsi Kolam Retensi	14
3.2.2 Tipe – Tipe Kolam Retensi	14
3.2.3 Kriteria Hidrologi	17
3.2.4 Kriteria Hidrolika	18
3.2.5 Kriteria Konstruksi	18
3.3 Analisis Hidrologi	19
3.3.1 Hujan Harian Maksimum	20
3.3.2 Pengukuran Dispersi	22
3.3.3 Distribusi Hujan	23
3.3.4 Analisis Distribusi Frekuensi	24
3.3.5 Uji Kecocokan Sebaran	30
3.3.6 Intensitas Hujan Rencana	33
3.3.7 Analisa Debit Banjir	34
3.5 Polder	38
3.5.1 Aliran Masuk (<i>inflow</i>)	40
3.5.2 Aliran Keluar (<i>outflow</i>)	40
3.5.3 Infiltrasi	41
3.7 Analisa Kebutuhan Pintu Air	42
3.8 Analisis Stabilitas	44
BAB IV METODE PENELITIAN	47

4.1 Lokasi Penelitian	47
4.2 Pengumpulan Data	47
4.3 Tahapan Analisis	48
4.4 Bagan Alir Perancangan	49
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	51
5.1 Analisis Hidrologi	51
5.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana	54
5.2.1 Pengukuran Dispersi	54
5.2.2 Analisis Jenis Sebaran	56
5.2.3 Pengujian Kecocokan Sebaran	59
5.2.4 Analisis Debit Banjir Rencana	65
5.3 Analisis Hidrolika	73
5.3.1 Volume Aliran Air Masuk	73
5.3.2 Penelusuran Aliran	75
5.3.3 Analisis Kebutuhan Pintu Romijn	79
5.4 Analisis Stabilitas Kolam Tampungan	82
5.4.1 Stabilitas Lereng Pada Kolam	82
5.4.2 Perkuatan Dinding Pada Kolam Retensi	84
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	87
6.1 Kesimpulan	87
6.2. SARAN	87
DAFTAR PUSTAKA	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1. Kolam Retensi Tipe di Samping Badan Sungai	15
Gambar 3. 2 Kolam Retensi di Dalam Badan Sungai	16
Gambar 3. 3 Kolam Retensi Tipe Storage Memanjang	17
Gambar 3. 4 Metode Polygon Thiessen	21
Gambar 3. 5 Metode Isohyet	22
Gambar 3. 6 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu	35
Gambar 3. 7 Bentuk Umum HSS Snyder	38
Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian	47
Gambar 4. 2 Bagan Alir Perancangan	50
Gambar 5. 1 Lokasi Stasiun Hujan Serayu-Bogowonto	51
Gambar 5. 2 Daerah Tangkapan Kolam Retensi	52
Gambar 5. 3 Grafik perhitungan ABM Method	63
Gambar 5. 4 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu	69
Gambar 5. 5 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Synder	71
Gambar 5. 6 Grafik Inflow dan Outflow Penelusuran Aliran HSS Nakayasu	77
Gambar 5. 7 Grafik Inflow dan OutFlow Penelusuran Aliran HSS Snyder	79
Gambar 5. 8 Stabilitas Lereng Kolam Tampungan	83
Gambar 5. 9 Perkuatan Dinding Kolam Retensi	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rekapitulasi Hasil Penelitian Terdahulu	8
Tabel 3. 1 Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi	24
Tabel 3. 2 Faktor Frekuensi KT Distribusi Log Pearson III	26
Tabel 3. 3 Nilai Reduced Variated (Y_t)	28
Tabel 3. 4 Reduced Standard Deviation (S_n) dan Reduced Mean (Y_n)	29
Tabel 3. 5 Nilai Parameter Chi-Kuadrat Kritis (X^2_{cr})	31
Tabel 3. 6 Nilai Delta Kritis untuk Uji Keselarasan Smirnov-Kolmogorof	33
Tabel 5. 1 Hujan Harian Maksimum Tahunan (mm)	53
Tabel 5. 2 Analisis Hujan Maksimum Tahunan (mm)	54
Tabel 5. 3 Analisis Parameter Statistik	56
Tabel 5. 4 Analisis Distribusi Log Pearson III	57
Tabel 5. 5 Perhitungan Curah Hujan Rancangan Dengan Metode Log Pearson Tipe III	58
Tabel 5. 6 Chi Square Distribusi Sebaran Data Curah Hujan Stasiun	60
Tabel 5. 7 Uji Kecocokan Sebaran dengan <i>Smirnov-Kolmogorov</i>	61
Tabel 5. 8 Intensitas Curah Hujan	64
Tabel 5. 9. Analisis Debit Dengan HSS Nakayasu	68
Tabel 5. 10 Analisis Debit Dengan HSS Snyder	72
Tabel 5. 11 Analisis Perhitungan Nilai Volume Air HSS Nakayasu	73
Tabel 5. 12 Analisis Perhitungan Nilai Volume Air HSS Snyder	74
Tabel 5. 13 Penelusuran Aliran Menggunakan Debit Inflow HSS Nakayasu	77
Tabel 5. 14 Penelusuran Aliran Menggunakan Debit Inflow HSS Snyder	78
Tabel 5. 15 Perhitungan Stabilitas Lereng	83
Tabel 5. 16 Gaya-gaya dan Momen Horizontal	85
Tabel 5. 17 Gaya-gaya dan Momen Vertikal	85

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data Curah Hujan
- Lampiran 2 Data Tanah
- Lampiran 3 Plotting Lokasi Kolam Retensi
- Lampiran 4 Denah Kolam Retensi
- Lampiran 5 Potongan A-A dan B-B
- Lampiran 6 Potongan CC dan D-D
- Lampiran 7 Denah Saluran Inlet
- Lampiran 8 Potongan E-E dan F-F

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- P_1, P_2, P_n = curah hujan yang tercatat di pos penakaran
- n = jumlah pos penakaran hujan
- A_1, A_n = luas area polygon masing masing pos penakaran hujan
- C_s = koefisien kemencengan
- C_k = koefisien kurtosis
- \bar{X} = nilai rata-rata hujan dari data hujan (X)
- Sd = Standar deviasi
- n = jumlah data
- X_T = hujan rencana dengan periode ulang T
- \bar{X} = nilai rata-rata hujan dari data hujan
- (X)S = standar deviasi dari data hujan (X)
- K = faktor frekuensi gumbel.
- S_n = *reduce standard deviation*
- Y_n = *reduce mean*
- 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
- P = banyaknya parameter, untuk uji Chi-Kuadrat adalah 2
- I = Intensitas hujan rencana (mm)
- X_{24} = Tinggi hujan harian maksimum atau hujan rencana (mm)
- T = Durasi hujan atau waktu konsentrasi (jam)
- t_g = waktu kelambatan (jam)
- $t_{0.3}$ = waktu saat debit sama dengan 0,3 kali debit puncak (jam)

- 1,5 $t_{0.3}$ = waktu saat debit sama dengan 0,3² kali debit puncak (jam)
- α = koefisien, nilainya antara 1,5 ~ 3,0
- t_p = waktu puncak (jam)
- Q_p = debit puncak (m³/det)
- A = luas DAS (Km²)
- T_r = durasi hujan (jam)
- R_0 = kedalaman hujan (mm)
- Q = Debit puncak limpasan permukaan (m³/dt)
- A = Luas daerah pengaliran (Km²)
- 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
- n = Jumlah sub daerah pengaliran
- t = Waktu konsentrasi (jam)
- L = Panjang lintasan dari titik terjauh sampai titik yang ditinjau (Km)
- S = Kemiringan rata-rata daerah lintasan air
- n = angka kekasaran permukaan lahan
- S = kemiringan lahan
- L = panjang lintas aliran di atas permukaan lahan (m)
- L_s = panjang lintas aliran di dalam saluran/sungai (m)
- V = kecepatan aliran di dalam saluran (m/detik)
- b = lebar saluran (m)
- h = kedalaman air (m)
- m = perbandingan kemiringan talud
- R = jari-jari hidrolis (m)
- P = keliling basah saluran
- A = luas penampang basah (m²)

- b = lebar saluran (m)
h = kedalaman saluran (m)
m = perbandingan kemiringan talud
R = jari-jari hidrolis (m)
P = keliling basah saluran
A = luas penampang basah (m²)
dS = perubahan tampungan (m³)
dt = interval waktu penelusuran (detik)
I = aliran masuk (*inflow*) (m³/det)
O = aliran keluar (*outflow*) (m³/det)
I₁, I₂ = aliran masuk pada waktu ke 1 dan ke 2
O₁, O₂ = aliran keluar pada waktu ke 1 dan ke 2
S₁, S₂ = tampungan pada waktu ke 1 dan ke 2
Δt = interval waktu

ABSTRAK

Beberapa wilayah di Indonesia memiliki masalah curah hujan yang cukup tinggi sehingga menyebabkan banjir salah satu solusi adalah dengan pembangunan kolam retensi. Konsep dari kolam retensi sendiri adalah menampung volume air ketika debit maksimum di sungai datang, kemudian secara perlahan mengalirkannya kembali ke sungai ketika debit disungai sudah kembali normal. Secara spesifik kolam retensi akan memangkas puncak banjir yang ada di sungai. Selain fungsi utamanya sebagai pengendali banjir kolam retensi juga dapat dijadikan salah satu sarana pariwisata air dan sebagai konservasi air karena mampu meningkatkan cadangan air setempat. Kemudian dalam menentukan jumlah debit untuk merancang kolam retensi, dilakukan analisis hidrologi berdasarkan hujan yang terjadi didaerah kolam retensi. Analisis yang dilakukan dengan Metode HSS Nakayasu dan debit puncak diperoleh 18,922 m³/detik serta menggunakan Metode HSS Snyder diperoleh debit puncak sebesar 32,785 m³/detik. Sedangkan luas kolam direncanakan sebesar 30000 m² dengan tinggi kolam 3,12 m yang direncanakan dengan kapasitas kolam tampungan sebesar 93741.47 m³. Kolam retensi direncanakan dengan pintu romijn sebanyak 3 buah dimana ketika kolam tampungan telah penuh akan ditutup.

Kata Kunci: Kolam Retensi, Debit Puncak, Pengendalian Banjir, Pintu Romijn

ABSTRACT

Some areas in Indonesia have a problem of high enough rainfall that causes flooding. One solution is to build retention ponds. The concept of the retention pond itself is to accommodate the volume of water when the maximum discharge in the river comes, then slowly drain it back into the river when the river discharge has returned to normal. Specifically, the retention pond will reduce the peak of the flood in the river. In addition to its main function as flood control, retention ponds can also be used as a means of water tourism and as water conservation because they can increase local water reserves. In determining the amount of discharge to design the retention pond. Hydrological analysis was carried out based on rain that occurred in the retention pond area. The analysis was carried out using the HSS Nakayasu method and the peak flow rate was 18.922 m³/second and using the HSS Snyder method, the peak flow rate was 32.785 m³/second. While the planned pool area is 30000 m² with a pool height of 3,12 m which is planned a storage pool capacity of 93741.47 m³. The retention pond is planned with 3 romijn doors where when the reservoir is full it will be closed.

Keywords : Retention Pond, Peak Discharge, Flood Control, Romijn Gate

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan wilayah yang memiliki curah hujan tahunan yang cukup tinggi tiap tahunnya. Selain itu di beberapa wilayah curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan hujan sehingga menjadikan masalah di wilayah tersebut. Pembangunan kolam retensi di beberapa wilayah dinilai merupakan solusi dari banjir akibat curah hujan yang tinggi tersebut.

Konsep dari kolam retensi sendiri adalah menampung volume air ketika debit maksimum di sungai datang, kemudian secara perlahan mengalirkannya kembali ke sungai ketika debit disungai sudah kembali normal. Secara spesifik kolam retensi akan memangkas puncak banjir yang ada di sungai. Di Indonesia terdapat beberapa kolam retensi yang membantu mengurangi dampak dari banjir itu sendiri antara lain Banjardowo di Semarang, Cieunteung di Bandung, Tegalsari di Tegal.

Selain fungsi utama sebagai pengendali banjir manfaat lain yang bisa diperoleh dari kolam retensi adalah sebagai sarana pariwisata air dan sebagai konservasi air karena mampu meningkatkan cadangan air setempat. Sedangkan pada wilayah Banyumas di mana wilayah tersebut merupakan area yang akan di tinjau sebagai wilayah pembangunan kolam retensi, selain direncanakan sebagai penampung air wilayah kolam tersebut di rencanakan sebagai destinasi wisata karena bersama dengan rencana pembangunan Masjid Raya Purwokerto sebagai destinasi wilayah religi.

Maka dari itu perancangan ini bertujuan untuk membuat desain bangunan yang efektif yang dapat digunakan dalam pembangunan kolam retensi di wilayah tersebut mulai dari debit inflow, volume, dan desain kolam retensi tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang didapat berdasarkan latar belakang tersebut adalah sebagai berikut.

1. Berapa debit banjir kala ulang 10 tahun sebagai *inflow* kolam retensi?
2. Bagaimana perhitungan kebutuhan volume kolam retensi yang dibutuhkan?
3. Bagaimana gambar rancangan kolam retensi?

1.3. Tujuan

Tujuan perancangan dengan judul “Desain Kolam Retensi Gerilya Soedirman Purwokerto”. ini adalah untuk merencanakan konstruksi kolam retensi dan pintu air di daerah Purwokerto, Jawa Tengah sebagai konservasi dan pariwisata.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari perancangan ini adalah apabila terdapat banjir yang berada di Kota Purwokerto dapat ditampung sementara di kolam retensi sehingga dapat menanggulangi banjir, selain itu juga di manfaatkan untuk konservasi air maupun wisata air.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah perancangan yang dilakukan antara lain adalah sebagai berikut

1. Data curah hujan yang digunakan adalah curah sungai Banjaran Purwokerto tahun 2009-2014 pada stasiun hujan Ketenger
2. Kolam retensi direncanakan dengan debit rencana Q_{10} tahun.
3. Perhitungan perencanaan kolam retensi dan bangunan pelengkapanya di daerah Gerilya Sudirman Purwokerto
4. Menggambar bangunan kolam retensi dan pelengkapanya
5. Tidak menghitung volume pekerjaan dan rancangan anggaran biaya

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perancangan Terdahulu

Untuk mendapatkan hasil dari sebuah perancangan yang lebih baik maka diperlukan tinjauan-tinjauan pustaka dari perancangan sebelumnya. Tinjauan terhadap perancangan terdahulu ini dimaksudkan untuk mengetahui tinjauan pustaka yang akan digunakan dalam perancangan ini.

1. Penelitian tentang “Perencanaan Polder Sawah Besar Pada Sistem Drainase Kali Tenggang” yang dilakukan oleh Iswara Tyas dkk (2009). Penelitian tersebut dimaksudkan untuk merencanakan konstruksi kolam tampungan dan pintu air di daerah Sawah Besar sampai siap lelang.

Metodologi yang digunakan pada penelitian tersebut adalah dengan analisa data yang didapatkan dari survey lapangan untuk menemukan masalah yang akan ditinjau. Data yang didapat antara lain letak lokasi, tata guna lahan, masalah yang di hadapi penduduk didaerah Kali Tenggang, dan genangan yang terjadi. Setelah didapat data dilakukan analisis hidrolika kemudian digunakan untuk perencanaan kolam tampungan dan gambar bangunan yang kemudian dilakukan perhitungan stabilitas tanggul, setelah itu dilakukan perencanaan RAB dan RKS.

Hasil yang didapat dari tugas akhir ini adalah di mana kolam tampungan Sawah Besar berfungsi menurunkan debit banjir $Q_{5th} = 64,18 \text{ m}^3/\text{dtk}$, menjadi $Q = 45,89 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dengan kapasitas Kali Tenggang di bagian hilir. Luasan kolam tampungan 8,7 Ha, sehingga mampu menampung air banjir sebanyak 259.050 m^3 . Kemudian direncanakan tinggi 1,5 m dan lebar 2,1 m dengan jumlah 3 pintu, yang berfungsi sebagai pintu banjir. Sedangkan dinding kolam

dengan perkuatan batu kali sehingga tidak mudah longsor. Dan estimasi biaya pembangunan kolam tempungan sebesar Rp 8.947.500,00.

2. Penelitian tentang “Perencanaan Sistem Polder Wilayah Semarang Timur” yang dilakukan oleh Royna Kristian Yudi dkk (2017). Maksud penelitian tersebut antara lain adalah mengetahui kondisi eksisting Sungai Tenggang dan Sungai Sringin. menyiapkan desain Sungai Tenggang dan Sungai Sringin. Menyiapkan desain kolam retensi dan jumlah pompa yang digunakan. Menyiapkan desain tanggul laut.

Tahapan metodologi pada penelitian ini adalah melakukan survey dan investigasi, melakukan studi pustaka, melakukan pengumpulan data, melakukan analisis data, kemudian merencanakan konstruksi pada bangunan yang digunakan sistem polder antara lain perencanaan kolam retensi, stasiun pompa, tanggul laut dan perencanaan perbaikan sungai. Sedangkan pada saat melakukan analisis data permodelan pada aplikasi HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center-River Analysis System) 5.0.1 untuk mengetahui kemampuan sungai dalam melewati debit banjir rencana. Hasil yang didapat dari perencanaan ini adalah sistem polder ini mencakup dua daerah aliran sungai yaitu Sungai Tenggang dan Sringin. Berdasarkan hasil analisis kondisi eksisting sungai tidak dapat melewati debit banjir rencana 10 tahun, Oleh karena itu perlu adanya perencanaan dimensi sungai baru. Debit banjir rencana 10 tahun untuk masing-masing sungai adalah $82,3 \text{ m}^3/\text{s}$ untuk Sungai Tenggang dan $49,6 \text{ m}^3/\text{s}$ untuk Sungai Sringin. Debit banjir rencana 10 tahun yang masuk pada kolam retensi adalah $126,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Sedangkan dimensi baru Sungai Tenggang memiliki panjang 4.315 meter, lebar sungai antara 10 sampai 20 meter dengan kedalaman 3,5 meter. Dan dimensi baru Sungai Sringin dengan panjang 3.826 meter, lebar sungai 10 sampai 25 meter dengan kedalaman 2,5 meter.

Kolam retensi memiliki luas 126 hektar dengan kedalaman 3,4 meter (elevasi -4,47 MSL), ketinggian minimum air di kolam adalah 0,75 meter (elevasi -3,72 MSL), ketinggian maksimum air di kolam adalah 2,9 meter (elevasi -1,57 MSL). Pompa yang digunakan berjumlah 4 buah dengan tambahan 1 buah pompa cadangan. Kapasitas masing-masing pompa adalah 15 m³/s. Tanggul laut direncanakan membentang dari tanggul Banjir Kanal Timur hingga tanggul Sungai Babon dengan panjang 1.730,5 meter. Lebar mercu tanggul adalah 3 meter dengan jalan inspeksi 2,6 meter. Tinggi tanggul adalah 3,77 meter (elevasi +2,70 MSL).

3. Penelitian Tentang “Perencanaan Kolam Retensi Untuk Penanggulangan Banjir Di Kecamatan Tembalang oleh Anang Bagus P (2017). Perencanaan tersebut dimaksudkan untuk penanggulangan banjir dan juga di manfaatkan untuk konservasi air. Metodologi penelitian yang dilakukan adalah melakukan persiapan mulai peta lokasi, data hidrologi dan klimatologi, kemudian studi pustaka, lalu pengumpulan data primer maupun sekunder, pengolahan data untuk digunakan perencanaan bangunan. Setelah itu dibuat rencana anggaran biaya dengan tujuan untuk memperoleh nilai/harga satuan pekerjaan, dan terakhir pembuatan *time scheduler* mulai dari pekerjaan awal sampai pekerjaan akhir serta sebagai sarana koordinasi suatu jenis pekerjaan.

Hasil dari perencanaan ini dari hasil analisa hujan rencana digunakan metode Log Pearson Type III dengan nilai Cs sebesar 1,06. Volume tampungan yang dibutuhkan pada kolam retensi di Kecamatan Tembalang adalah sebesar 12532,166 m³ dengan waktu resapan air kolam retensi untuk meresap ke dalam tanah selama 85 jam. Dalam perencanaan proyek ini diperlukan waktu 344 hari untuk menyelesaikan proyek ini sampai dengan selesai dan total biaya yang dianggarkan pada perencanaan proyek ini adalah Rp.9,234,300,000.00 (Sembilan Milyar Dua Ratus Tiga Puluh Empat Juta Tiga Ratus Ribu Rupiah). Kolam retensi ini di bangun untuk kepentingan umum, selain untuk menanggulangi banjir, dapat di gunakan sebagai tempat

alternatif wisata di Kecamatan Tembalang. Karena digunakan untuk tempat wisata, maka kolam retensi ini di desain menggunakan jembatan sebagai bangunan pelengkap dengan bentang 10 m dan lebar 5 m. Dengan di bangunnya kolam retensi di Kecamatan Tembalang ini dapat menjadi bangunan konstruksi yang berguna untuk mengalihkan dan menampung sementara debit air sungai Krengseng yang berlebihan ke kolam retensi sehingga dapat mengurangi banjir yang datang setiap tahun.

4. Penelitian tentang “Perencanaan Rehabilitasi Kolam Detensi Melati Jakarta Pusat”, yang dilakukan oleh Undayani Cita Sari (2016). Penelitian tersebut bertujuan untuk sebagai berikut. Menghitung debit rencana dengan program *STORM WATER MANAGEMENT MODEL (SWMM) 5.0*. Merencanakan saluran primer. Merencanakan kolam detensi. Merencanakan pompa dan rumah pompa. Menghitung rencana anggaran biaya.

Sedangkan metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah pengumpulan data antara lain data curah hujan, peta topografi, kondisi eksisting, dan data tanah. Kemudian analisis data antara lain *catcment* area, distribusi curah hujan. Lalu usulan rencana kolam detensi dan bangunan pelengkap. Setelah itu di buatlah perencanaan konstruksi jika sudah akan dibuat gambar rencana, rencana anggaran biaya dan kurva S.

Dari penelitian tersebut didapatkan hasil debit rencana yang diperoleh dari pemodelan dengan SWMM didapat $11 \text{ m}^3/\text{detik}$. Saluran primer yang berada di sisi kiri kolam detensi berdimensi $2,0 \times 1,5$ meter dan di sisi kanan kolam berdimensi $1,5 \times 1,5$ meter. Saluran pada bagian *inflow spillway* berdimensi $4,0 \times 3,0$ meter. Dibutuhkan tampungan kolam 75888 m^3 , dengan luas eksisting 4,9 Ha, maka didapat kedalaman kolam sebesar 5 meter, dengan kekuatan berupa *spun pile* diameter 1000 mm dan tinggi 12 m. Digunakan 8 pompa berkapasitas $4,0 \text{ m}^3$ dengan 2 pompa sebagai cadangan. Biaya untuk pembangunan kolam detensi Melati sebesar Rp 121.865.180.900,00

5. Penelitian tentang “Desain Kolam Retensi Berbantu Komputer di Cibuluh Kota Bogor”, yang dilakukan oleh Muhammad Nor Mahmudi dkk (2020). Tujuan dari penelitian tersebut adalah menentukan debit banjir rencana kolam retensi, menentukan volume air yang harus ditampung kolam retensi, menentukan kapasitas kolam retensi yang optimal, merancang desain teknis kolam retensi yang efektif.

Kemudian metodologi yang digunakan pada perancangan ini adalah dimana dilakukan survey lapangan dengan kamera digital, alat tulis, dan laptop dengan ArcGis untuk pengolahan hasil citra satelit untuk perancangan kolam retensi. Kemudian pengolahan data hidrologi dan bahan yang digunakan yaitu data hidrologi (data debit sungai, tinggi muka air, dan curah hujan harian maksimum), data spasial (peta genangan, tata guna lahan, dan peta topografi/peta dasar/foto udara), data hidrolika (data debit sungai dan eksisting saluran atau sungai), dan data teknik (data prasarana dan sarana yang ada dan yang direncanakan beserta data kuantitatif banjir/genangan) yang didapatkan dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kota Bogor dan Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kota Bogor. Pedoman yang digunakan dalam perencanaan adalah Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 12/PRT/M/2014 (KemenPU 2014).

Sedangkan hasil dari penelitian tersebut adalah analisis desain kolam retensi di Cibuluh Kota Bogor. Debit banjir rencana yaitu sebesar $12,01 \text{ m}^3 / \text{detik}$ sehingga dihasilkan volume air berlebih yang harus ditampung kolam retensi sebesar $5272,53 \text{ m}^3$. Kolam retensi yang akan dibangun mempunyai bentuk oval dengan diameter terpendek 50 m dan diameter terpanjang sebesar 108 meter dengan kedalaman sebesar 6 m. Dihasilkan luas kolam retensi sebesar 4241 m^2 dengan kapasitas tampungan sebesar 25446 m^3 . Pintu air yang digunakan adalah pintu air sorong dengan dimensi bentang bebas 1300 mm x tinggi 1600 mm untuk menampung debit banjir rencana.

2.2 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang akan Dilakukan

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian terdahulu adalah dalam penelitian ini dilakukan untuk mendesain kolam retensi yang selain digunakan selain sebagai kolam retensi juga direncanakan digunakan sebagai kolam wisata di Kota Banyumas. Dengan meninjau data-data yang tersedia Serta penelitian ini akan ditinjau pula kebutuhan aliran air sebagai pariwisata pada wilayah tersebut. Adapun perbedaan penelitian terdahulu berdasarkan metode penelitian yang telah dilakukan pada tabel berikut

Tabel 2. 1 Rekapitulasi Hasil Penelitian Terdahulu

Penulis dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Tahapan Penelitian	Hasil Penelitian
Iswara Tyas Mawening, Theresia Puji Setyaningsih (2009)	Perencanaan Sistem Polder Sawah Besar Pada Sistem Drainase Kali Tenggang	Kelurahan Sawah Besar, Kecamatan Gayamsari, Wilayah drainase Kali Tenggang	Analisis hidrologi dilakukan dengan analisis distribusi frekuensi. Sedangkan analisis intensitas curah hujan dilakukan dengan metode IDF (Intensity Duration Ratio), kemudian analisis debit banjir dengan metode synder. Agar didapat perhitungan kapasitas sungai, dinding kolam tampungan	<ol style="list-style-type: none"> Kolam tampungan menurunkan debit banjir $Q_{5th}=64,18 \text{ m}^3/\text{dtk}$ menjadi $Q=45,89 \text{ m}^3/\text{dtk}$ Luasan kolam tampungan 8,7 Ha mampu menampung air $259,050\text{m}^3$ Jumlah pintu romijn 3 buah sebagai pintu banjir Estimasi biaya Rp 8947500 000, -

Lanjutan Tabel 2.1 Rekapitulasi Hasil Penelitian Terdahulu

Penulis dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Tahapan Penelitian	Hasil Penelitian
Royana Kristian Yudi, Agung Mukti Nugroho, Suseno Darsono, Dyah Wulandari (2017)	Perencanaan Sistem Polder Wilayah Semarang Timur	Semarang Timur	Analisis hidrologi untuk mencari debit banjir rencana dengan permodelan HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System) 4.0 dengan (Soil Conservation Service) metode SCS, dan untuk mengetahui kondisi eksisting dan debit banjir rencana digunakan HEC-RAS. Kemudian dilakukan perencanaan konstruksi bangunan dari kolam retensi, pompa, dan perbaikan.	<p>1. Karena kondisi eksisting tidak dapat melewati banjir 10 tahun maka perlu rencana dimensi baru</p> <p>2. Debit banjir rencana 10 tahun masing-masing sungai adalah 82,3 m³/s untuk sungai Tenggang dan 49,6 m³/s untuk Sungai Sringin</p> <p>3. Debit banjir rencana yang masuk pada kolam retensi adalah 126,6 m³/s</p> <p>4. Didapat dimensi baru sungai Tenggang dan Sringin</p> <p>5. Luas kolam retensi 126 hektar dengan 4 pompa dan 1 pompa cadangan</p> <p>6. Panjang tanggul laut 1.730,5 m lebar 3 m</p>

Lanjutan Tabel 2.1 Rekapitulasi Hasil Penelitian Terdahulu

Penulis dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Tahapan Penelitian	Hasil Penelitian
Anang Bagus Prakoso (2017)	Perencanaan Kolam Retensi Untuk Penanggulangan Banjir Di Kecamatan Tembalang	Kecamatan Tembalang	Analisis hujan rencana dengan metode Gumbel, Log Pearson Type III, kemudian dilakukan analisis intensitas hujan. Sedangkan analisis debit banjir dengan metode rasional dan metode modifikasi rasional. Lalu dilakukan perhitungan kapasitas resapan stabilitas tanggul dan perencanaan jembatan. Pada perencanaan ini dilakukan juga perhitungan RAB bangunan tersebut.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Digunakan Log Pearson III dengan Cs 1,06 2. Volume tampungan sebesar 12532,166 3. Total biaya anggaran sebesar Rp 9.234.300 selama 344 hari 4. Selain untuk penanggulangan banjir kolam retensi juga digunakan sebagai wisata di Kecamatan Tembalang dan terdapat jembatan
Undayani Cita Sari, Evi Mariana, Suseno Darsono, Siti Hardiyati (2014)	Perencanaan Rehabilitasi Kolam Detensi Melati Jakarta Pusat	Jakarta Pusat	Analisis hidrologi dengan dengan distribusi normal setelah itu menghitung curah hujan dengan metode sebaran normal. Dan didapat kala ulang 100 tahun untuk kemudian mencari intensitas curah hujan dengan pendekatan hyetograph	<ol style="list-style-type: none"> 1. Debit yang didapat dari permodelan 11 m³/s 2. Didapat dimensi saluran primer dan spillway pada kolam detensi 3. Tampungan kolam sebesar 75888 m³

Lanjutan Tabel 2.1 Rekapitulasi Hasil Penelitian Terdahulu

Penulis dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Tahapan Penelitian	Hasil Penelitian
			Jakarta untuk DAS Ciliwung. Lalu dilakukan permodelan Setelah itu melakukan perhitungan perencanaan konstruksi antara lain perhitungan saluran primer, <i>spillway</i> , dan <i>pile</i> sebagai dinding penahan tanah.	4. Digunakan 8 pompa dengan 2 pompa 5. Biaya pembangunan Rp121.865.180.900,00
Mohammad Nor Mahmudi (2020)	Desain Kolam Retensi Berbantu Komputer di Cibuluh Kota Bogor	Cibuluh, Bogor	Analisis debit banjir dilakukan dengan metode distribusi normal, log pearson tipe III, distribusi gumbel, standar deviasi, kemudian uji normalitas dengan koefisien <i>skewness</i> dan koefisien kurtosis. Kemudian melakukan perhitungan dimensi kolam retensi berdasarkan debit saluran utama dan debit banjir rencana. Dan terakhir	1. Desain kolam retensi dengan debit 12,01 m ³ /dtk. 2. Volume berlebih yang ditampung sebesar 5272,53m ³ 3. Bentuk kolam retensi oval dengan diameter terpendek 50 m Panjang 108 m 4. Luas kolam retensi 4241 m ² , dan kapasitas tampungan 254466 m ³

Lanjutan Tabel 2.1 Rekapitulasi Hasil Penelitian Terdahulu

Penulis dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Tahapan Penelitian	Hasil Penelitian
			dilakukan perhitungan pintu air.	
Muhammad Fadhlan Nur Rasyid (2021)	Desain Kolam Retensi Gerilya Sudirman Purwokerto	Purwokerto, Jawa tengah	Analisis hidrologi dilakukan dengan metode uji Chi Square dan Smirnov Kolmogrov kemudian HSS Nakayasu, HSS Synder. Setelah diketahui debit banjir rencana maka masuk kepada analisis hidrolika dimana meliputi analisis kapasitas saluran, Perencanaan kolam tampungan, dan pintu air. Setelah itu dapat dilakukan perancangan bangunan kolam retensi tersebut, kemudian untuk mengetahui desain bangunan dilakukan penggambaran bangunan kolam retensi dan pelengkapanya.	

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tinjauan Umum

Dewasa ini masalah yang sering timbul akibat kurangnya sistem drainase di suatu perkotaan adalah banjir. Drainase perkotaan adalah sistem drainase dalam suatu wilayah kota yang memiliki fungsi untuk mengendalikan kelebihan air yang terdapat di permukaan akibat dari hujan lokal yang terjadi pada area tersebut. Pentingnya drainase ini adalah dimaksudkan agar warga sekitar kota merasa nyaman dan warga sekitar tidak terganggu oleh banjir pada area tersebut.

Drainase di daerah kota harus bisa mengendalikan masalah yang berkaitan dengan genangan yang menyebabkan banjir tersebut. Bangunan drainase pengendali banjir harus bisa mengontrol tinggi muka air agar tidak terjadi hal hal yang merugikan akibat genangan atau limpasan.

Ada banyak cara untuk menangani genangan atau limpasan yang berada diperkotaan tersebut. Salah satu bentuk drainase yang dapat menjadi solusi dalam penanganan genangan atau limpasan banjir bisa dilakukan dengan membuat sistem polder. Sistem polder adalah sistem penanganan drainase di area perkotaan dengan cara mengisolasi area yang terkena limpasan air hujan atau air laut serta limpasan prasana sekitar area dari wilayah tersebut. Kolam polder sendiri terdiri dari kolam penampung sistem drainase dan sistem perpompaan.

3.2 Kolam Retensi

Kolam retensi adalah suatu bak atau kolam yang menampung atau mersapkan air sementara yang terdapat didalamnya. Konsep dasar dari kolam retensi adalah menampung volume air ketika debit maksimum di sungai datang, kemudian secara perlahan-lahan mengalirkan ketika debit di sungai sudah kembali normal.

Untuk merencanakan pembangunan kolam retensi diperlukan analisis hidrologi untuk menentukan besarnya debit banjir rencana akan berpengaruh terhadap besarnya debit maksimum maupun kestabilan konstruksi yang akan dibangun. Kemudian diperlukan data curah hujan untuk rancangan pemanfaatan air dan rancangan bangunan air adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu (Sosrodarsono, 1993). Selain data tersebut, debit air kotor juga perlu direncanakan untuk memastikan jumlah air yang masuk ke dalam kolam retensi yang akan dibangun. Selain data tersebut, debit air kotor juga perlu direncanakan untuk memastikan jumlah air yang masuk ke dalam kolam retensi yang akan dibangun.

3.2.1 Fungsi Kolam Retensi

Kolam retensi berfungsi untuk menyimpan dan menampung air sementara dari saluran pembuangan sebelum dialirkan ke sungai sehingga debit banjir dapat dikurangi. Tingkat pengurangan banjir tergantung pada karakteristik hidrograf banjir, volume kolam dan dinamika beberapa bangunan *outlet*. Wilayah yang digunakan untuk pembuatan kolam penampungan biasanya di daerah yang rendah. Dengan perencanaan dan pelaksanaan tata guna lahan yang baik, kolam retensi dapat digunakan sebagai penampungan air hujan sementara dan penyalur atau distribusi air.

Selain fungsi utamanya sebagai pengendali banjir, manfaat lain yang bisa diperoleh dari kolam retensi antara lain sebagai sarana pariwisata air dan sebagai konservasi air karena mampu meningkatkan cadangan air tanah setempat. Selain berfungsi sebagai pengendali banjir, manfaat lain yang bisa diperoleh dari kolam retensi sendiri dapat digunakan sebagai sarana pariwisata air dan juga sebagai konservasi air, karena mampu meningkatkan cadangan air tanah setempat.

3.2.2 Tipe – Tipe Kolam Retensi

Kolam retensi memiliki berbagai tipe, seperti:

1. Kolam retensi tipe di samping badan sungai

Tipe ini memiliki bagian-bagian berupa kolam retensi, pintu *inlet*, bangunan pelimpah samping, pintu *outlet*, jalan akses menuju kolam retensi, ambang rendah di depan pintu *outlet*, saringan sampah dan kolam penangkap sedimen. Kolam retensi jenis ini cocok diterapkan apabila tersedia lahan yang luas untuk kolam retensi sehingga kapasitasnya bisa optimal. Keunggulan dari tipe ini adalah tidak mengganggu sistem aliran yang ada, mudah dalam pelaksanaan dan pemeliharaan.



(Direktorat Jendral Cipta Karya, 2012)

Gambar 3. 1. Kolam Retensi Tipe di Samping Badan Sungai

2. Kolam retensi di dalam badan sungai

Kolam retensi jenis ini memiliki bagian-bagian berupa tanggul keliling, pintu *outlet*, bendung, saringan sampah dan kolam sedimen. Tipe ini diterapkan bila lahan untuk kolam retensi sulit didapat. Kelemahan dari tipe ini adalah kapasitas kolam

yang terbatas, harus menunggu aliran air dari hulu, pelaksanaan sulit dan pemeliharaan yang mahal.



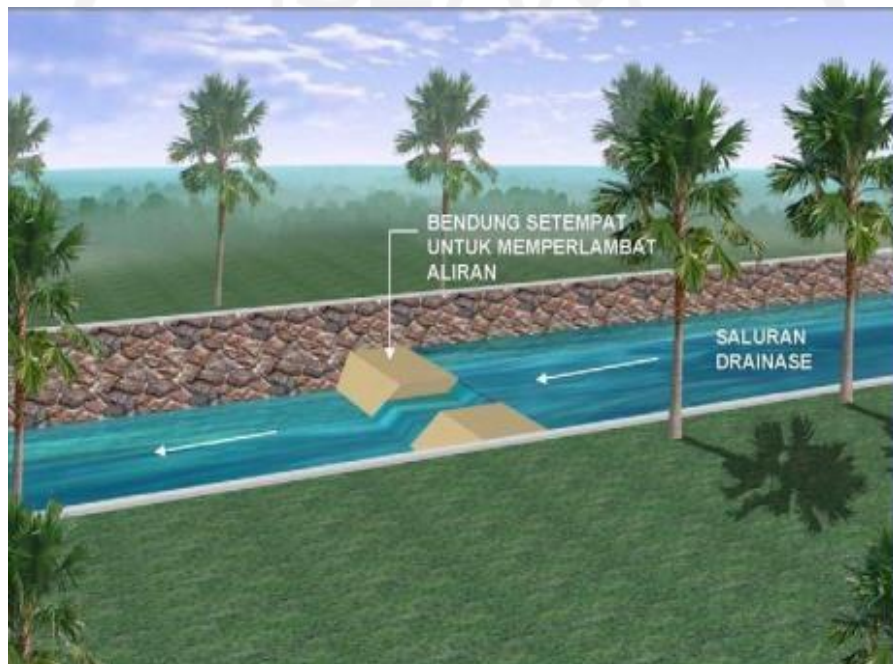
(Direktorat Jendral Cipta Karya, 2012)

Gambar 3. 2 Kolam Retensi di Dalam Badan Sungai

3. Kolam retensi tipe *storage* memanjang

Kelengkapan sistem dari kolam retensi tipe ini adalah saluran yang lebar dan dalam serta cek dam atau bendung setempat. Tipe ini digunakan apabila lahan tidak tersedia sehingga harus mengoptimalkan saluran drainase yang ada. Kelemahan dari tipe ini adalah kapasitasnya terbatas, menunggu aliran air yang ada dan pelaksanaannya lebih sulit. Ukuran ideal suatu kolam retensi adalah dengan perbandingan panjang/lebar lebih besar dari 2:1. Sedang dua kutub aliran masuk (*inlet*) dan keluar (*outlet*) terletak kira-kira di ujung kolam berbentuk bulat telur itulah terdapat kedua mulut masuk dan keluarnya (aliran) air. Keuntungan yang diperoleh adalah bahwa dengan bentuk kolam yang memanjang semacam itu,

ternyata sedimen relatif lebih cepat mengendap dan interaksi antar kehidupan (proses aktivitas biologis) di dalamnya juga menjadi lebih aktif karena terbentuknya air yang 'terus bergerak, namun tetap dalam kondisi tenang, pada saatnya tanaman dapat pula menstabilkan dinding kolam dan mendapat makanan (*nutrient*) yang larut dalam air.



(Direktorat Jendral Cipta Karya, 2012)

Gambar 3. 3 Kolam Retensi Tipe Storage Memanjang

3.2.3 Kriteria Hidrologi

Dalam perencanaan kolam retensi diperlukan perencanaan hidrologi dengan syarat sebagai berikut. (Direktorat Jendral Cipta Karya, 2012)

1. Hujan
 - a. Analisis hujan rencana dilakukan dengan analisis frekuensi terhadap data curah hujan harian maksimum tahunan. Selama 6 tahun.

- b. Analisis frekuensi terhadap curah hujan, menggunakan metode Log Pearson tipe III, atau metode Gumbel sesuai dengan kala ulang 1, 2, 5, 10 dan 25 tahun (mengacu pada tata cara perhitungan debit desain saluran).
- c. Untuk pengecekan data hujan, lazimnya digunakan metode lengkung masa ganda yang sesuai
- d. Perhitungan intensitas hujan ditinjau dengan menggunakan metode mononobe.

2. Debit Banjir

- a. Debit banjir rencana dihitung dengan metode Rasional yang telah dimodifikasi
- b. Koefisien limpasan (*run off*) ditentukan berdasarkan tata guna lahan daerah tangkapan.
- c. Koefisien penyimpangan dihitung dari perbandingan waktu konsentrasi dan waktu drainase.

3.2.4 Kriteria Hidrolika

Kriteria dalam perencanaan Hidrolika adalah sebagai berikut :

- 1. Kapasitas saluran dihitung dengan rumus manning atau yang sesuai.
- 2. Saluran drainase yang terpengaruh oleh pengempangan (*back water effect*) perlu diperhitungkan pasang surutnya dengan metode Standard Step Method.
- 3. Kecepatan maksimum (V) ditentukan oleh kekasaran dinding dan dasar saluran. Untuk saluran tanah $V = 0,7$ m/dt, pasangan batu kali $V = 2$ m/dt dan pasangan beton $V = 3$ m/dt.

3.2.5 Kriteria Konstruksi

Kriteria perencanaan konstruksi ditentukan sebagai berikut:

- 1. Pembebanan yang digunakan sesuai standar teknik praktis yang berlaku,

2. Kombinasi muatan atas konstruksi ditentukan secara individual sesuai fungsi, dan tempat penggunaannya
3. Stabilitas konstruksi bangunan penahan tanah dikontrol keamanannya terhadap kekuatan penahan tanah (ambles), geser dan guling. Faktor-faktor keamanan minimumnya sebagai berikut:
 - a) Fkekuatan penahan tanah $\geq 1,5$
 - b) Fgeser (kondisi biasa) $\geq 1,5$
 - c) Fgeser (kondisi gempa) $\geq 1,2$
 - d) Fguling $\geq 1,5$
4. Bahan konstruksi yang digunakan harus sesuai dengan standar teknik yang Berlaku

3.3 Analisis Hidrologi

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi seperti besarnya: curah hujan, temperatur, penguapan, lamanya penyinaran matahari, kecepatan aliran, konsentrasi sedimen sungai akan selalu berubah terhadap waktu. Analisis hidrologi dalam pelaksanaan pekerjaan ini lebih pada analisis ketersediaan air dan kebutuhan air. Tujuan analisis ini adalah untuk mengetahui karakteristik hujan, debit atau potensi air.

Data klimatologi yang digunakan diambil dari Stasiun di areal layanan Daerah Irigasi yang bersangkutan. Data klimatologi digunakan untuk menghitung kebutuhan air dan ketersediaannya (debit andalan). Untuk itu, data hujan yang digunakan minimal data 20 tahun terakhir (Soewarno, 1995).

Sedangkan menurut Triatmojo (Tahun 2008) 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. Analisa hidrologi dimaksudkan untuk mencari debit banjir yang direncanakan. Ada beberapa hal yang dapat dilakukan untuk analisis hidrologi yaitu penentuan debit banjir rencana dan menentukan perencanaan.

3.3.1 Hujan Harian Maksimum

Data hujan harian diperoleh dari alat penakar hujan yang merupakan hujan yang terjadi pada suatu titik tertentu. Sedangkan perhitungan data hujan maksimum dilakukan dengan benar agar didapat sebagai Analisa frekuensi hujan. Menentukan curah hujan disuatu titik stasiun diperoleh dengan hujan harian maksimum pada suatu wilayah pada setiap tahun yang ditinjau. Apabila terdapat lebih dari satu stasiun maka perhitungan rata-rata tinggi curah hujan harian maksimum tahunan dapat ditentukan dengan beberapa metode umum yang digunakan antara lain Metode Rata-rata Aljabar, Metode Polygon Thiessen, dan Metode Isohyet.

1. Metode Rata-rata Aljabar

Metode Rata-rata Aljabar merupakan metode yang paling sederhana dalam perhitungan hujan kawasan. Metode ini didasarkan pada asumsi bahwa semua penakaran hujan mempunyai pengaruh yang setara. Cara ini cocok untuk kawasan dengan topografi rata atau datar, dan harga individual curah hujan tidak terlalu jauh dari harga rata-ratanya (Suripin, 2004). Hujan kawasan dengan menggunakan Metode Rata-rata Aljabar diperoleh dari persamaan berikut:

Dengan:

$$P = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad (3.1)$$

P_1, P_2, P_n = curah hujan yang tercatat di pos penakaran hujan

n = jumlah pos penakaran hujan

2. Metode Polygon Thiessen

Metode Polygon Thiessen memberikan prporasi luasan daerah pengaruh pos penakaran hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Daerah pengaruh dibentuk dengan menggambarkan garis-garis sumbu tegak lurus terhadap garis penghubung antara dua pos penakaran terdekat. Diasumsikan bahwa variasi hujan antara pos yang satu dengan yang lainnya adalah liner dan bahwa sembarang pos

dianggap dapat mewakili kawasan terdekat (Surpin, 2004). Hujan kawasan dengan menggunakan Metode Polygon Thiessen diperoleh dari persamaan berikut:

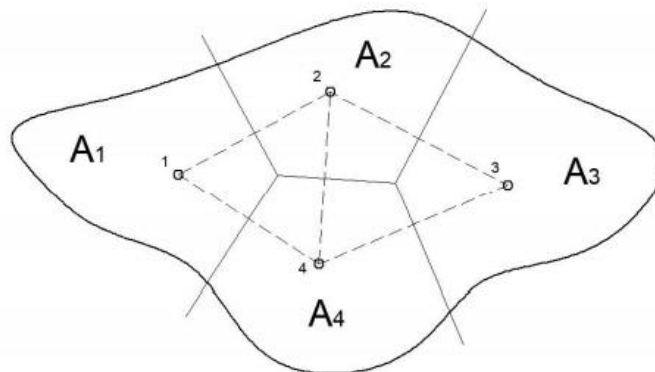
$$P = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + \dots + P_nA_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \quad (3.2)$$

Dengan :

P_1, P_2, P_n = curah hujan yang tercatat di pos penakaran hujan

n = jumlah pos penakaran hujan

A_1, A_2, A_n = luas areal polygon masing masing pos penakaran hujan



Gambar 3. 4 Metode Polygon Thiessen

Keterangan gambar

A_1 = luas daerah pengaruh stasiun pertama

A_2 = luas daerah pengaruh stasiun ke-2

A_3 = luas daerah pengaruh stasiun ke-3

A_4 = luas daerah pengaruh stasiun ke-4

3. Metode Isohyet

Metode Isohyet merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata hujan. Metode ini memperhitungkan secara aktual pengaruh tiap-tiap pos penakaran hujan, metode ini menunjukkan tempat-tempat yang mempunyai

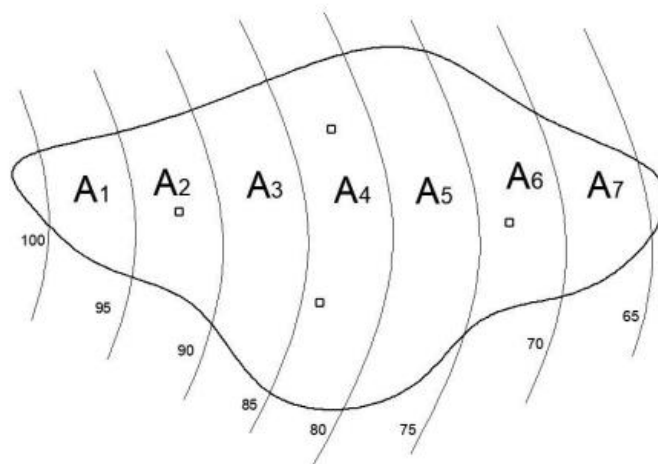
kedalaman curah hujan yang sama. Hujan kawasan dengan menggunakan Metode Isohyet diperoleh dari persamaan berikut:

$$P = \frac{\sum [A \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right)]}{\sum A} \quad (3.3)$$

Dengan:

P_1, P_2 = curah hujan yang tercatat di pos penakaran hujan

A = luas areal polygon masing masing pos penakaran hujan



Gambar 3. 5 Metode Isohyet

3.3.2 Pengukuran Dispersi

Setelah mendapatkan curah hujan rata-rata dari beberapa stasiun yang berpengaruh di daerah aliran sungai, selanjutnya dianalisis secara statistik untuk mendapatkan pola sebaran yang sesuai dengan sebaran curah hujan rata-rata yang ada. Pada kenyataannya bahwa tidak semua varian dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya. Variasi atau dispersi adalah besarnya

derajat atau besaran varian di sekitar nilai rata-ratanya. Cara mengukur besarnya dispersi disebut pengukuran dispersi (Soewarno, 1995).

Pengukuran disperse antara lain adalah sebagai berikut,

1. Standar deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3.4)$$

2. Koefisien *Skewness* (Cs)

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

3. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \quad (3.6)$$

4. Koefisien Kurtois (Ck)

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^i (X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^4} \quad (3.7)$$

Dimana:

S = Standar Deviasi

X_i = curah hujan minimum (mm/hari)

\bar{X} = curah hujan rata-rata (mm/hari)

n = lamanya pengamatan

3.3.3 Distribusi Hujan

Salah satu langkah untuk mengolah data data hujan yaitu dengan melakukan analisis frekuensi. Dalam analisis frekuensi data hujan untuk menentukan nilai hujan rencana digunakan beberapa metode distribusi probabilitas yaitu: Metode

Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson Type III. Jenis distribusi probabilitas yang akan digunakan harus dicocokkan terlebih dahulu dengan mencocokkan parameter yang terdapat pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi

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

(I Made Kamiana, 2010)

3.3.4 Analisis Distribusi Frekuensi

Hujan rencana (XT) adalah hujan dengan periode ulang tertentu (T) yang diperkirakan akan terjadi di suatu daerah pengaliran (I made Kamiana, 2010). Perkiraan hujan rencana dilakukan dengan analisis frekuensi terhadap data curah hujan harian rata-rata maksimum tahunan, dengan lama pengamatan sekurang kurangnya 10 tahun terakhir dari minimal 1(satu) stasiun pengamatan. Setelah menentukan jenis distribusi yang sesuai makalangkah selanjutnya adalah menghitung curah hujan rencana berdasarkan jenis distribusinya. Adapun cara perhitungan berdasarkan jenis distribusi hujan adalah sebagai berikut.

1. Distribusi Log Pearson III

Distribusi ini merupakan distribusi yang banyak digunakan dalam analisa hidrologi, terutama dalam analisa data maksimum(banjir). Bentuk distribusi ini merupakan hasil dari transformasi distribusi person III menggantikan varian logaritmik. Perhitungannya dilakukan dengan rumus berikut.

Rumus umum:

$$\text{Log } X_t = \overline{\text{Log } X} + K_t S \text{ Log } X \quad (3.8)$$

$\text{Log } X_T$ = nilai logaritmik hujan rencana dengan periode ulang T.

Log = nilai rata-rata hujan dalam skala logaritma.

$S \text{ log } X$ = standar deviasi dalam skala logaritma.

K_T = faktor frekuensi

Untuk menentukan nilai faktor frekuensi berdasarkan kala ulang dapat didapatkan pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3. 2 Faktor Frekuensi KT Distribusi Log Pearson III

Cs	Probabilitas Terjadi (%)												
	99	95	90	80	50	20	10	5	4	2	1	0.5	0.1
	Kala ulang												
	1.01	1.05	1.11	1.25	2	5	10	20	25	50	100	200	1000
-3.0	-4.051	-2.003	-1.180	-0.420	0.396	0.636	0.660	0.665	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668
-2.9	-4.013	-2.007	-1.195	-0.440	0.390	0.651	0.681	0.688	0.689	0.689	0.690	0.690	0.691
-2.8	-3.973	-2.010	-1.210	-0.460	0.384	0.666	0.702	0.710	0.712	0.714	0.714	0.714	0.715
-2.7	-3.932	-2.012	-1.224	-0.479	0.376	0.681	0.724	0.736	0.738	0.740	0.740	0.741	0.743
-2.6	-3.889	-2.013	-1.238	-0.499	0.368	0.696	0.747	0.761	0.764	0.768	0.769	0.769	0.771
-2.5	-3.845	-2.012	-1.250	-0.518	0.360	0.711	0.771	0.789	0.793	0.798	0.799	0.800	0.800
-2.4	-3.800	-2.011	-1.262	-0.537	0.351	0.725	0.795	0.818	0.823	0.830	0.832	0.833	0.835
-2.3	-3.753	-2.009	-1.274	-0.555	0.341	0.739	0.819	0.849	0.855	0.864	0.867	0.869	0.872
-2.2	-3.705	-2.006	-1.284	-0.574	0.330	0.752	0.844	0.881	0.888	0.900	0.905	0.907	0.910
-2.1	-3.656	-2.001	-1.294	-0.592	0.319	0.765	0.869	0.914	0.923	0.939	0.946	0.949	0.953
-2.0	-3.605	-1.996	-1.302	-0.609	0.307	0.777	0.895	0.948	0.959	0.980	0.990	0.995	1.000
-1.9	-3.553	-1.989	-1.310	-0.620	0.294	0.788	0.920	0.983	0.996	1.023	1.037	1.044	1.062
-1.8	-3.499	-1.981	-1.318	-0.643	0.282	0.799	0.945	1.020	1.035	1.069	1.087	1.097	1.130
-1.7	-3.444	-1.972	-1.324	-0.660	0.268	0.808	0.970	1.058	1.075	1.116	1.140	1.155	1.203
-1.6	-3.388	-1.962	-1.329	-0.675	0.254	0.817	0.994	1.096	1.116	1.166	1.197	1.216	1.280
-1.5	-3.330	-1.951	-1.333	-0.690	0.240	0.825	1.018	1.134	1.157	1.217	1.256	1.282	1.370
-1.4	-3.271	-1.938	-1.337	-0.705	0.225	0.832	1.041	1.172	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465
-1.3	-3.211	-1.925	-1.339	-0.719	0.210	0.838	1.064	1.211	1.240	1.324	1.383	1.424	1.543
-1.2	-3.149	-1.910	-1.340	-0.732	0.195	0.844	1.086	1.249	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.1	-3.087	-1.894	-1.341	-0.745	0.180	0.848	1.107	1.288	1.324	1.435	1.518	1.581	1.711
-1.0	-3.022	-1.877	-1.340	-0.758	0.164	0.852	1.128	1.326	1.366	1.492	1.588	1.664	1.800
-0.9	-2.957	-1.858	-1.339	-0.769	0.148	0.854	1.147	1.364	1.407	1.549	1.660	1.749	1.910
-0.8	-2.891	-1.839	-1.336	-0.780	0.132	0.856	1.166	1.401	1.448	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.7	-2.824	-1.819	-1.333	-0.790	0.116	0.857	1.183	1.404	1.448	1.663	1.806	1.926	2.150
-0.6	-2.755	-1.797	-1.328	-0.800	0.099	0.857	1.200	1.473	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.5	-2.686	-1.744	-1.323	-0.808	0.083	0.856	1.216	1.509	1.567	1.777	1.955	2.108	2.400
-0.4	-2.615	-1.750	-1.317	-0.816	0.066	0.855	1.231	1.544	1.606	1.834	2.029	2.201	2.540
-0.3	-2.544	-1.726	-1.309	-0.824	0.050	0.853	1.245	1.577	1.643	1.890	2.104	2.294	2.675
-0.2	-2.472	-1.700	-1.301	-0.830	0.033	0.850	1.258	1.610	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.1	-2.400	-1.673	-1.292	-0.836	0.017	0.846	1.270	1.642	1.716	2.000	2.252	2.482	3.950
0.0	-2.326	-1.645	-1.282	-0.842	0.000	0.842	1.282	1.673	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
0.1	-2.252	-1.616	-1.270	-0.846	-0.017	0.836	1.292	1.703	1.785	2.107	2.400	2.670	3.235
0.2	-2.178	-1.586	-1.258	-0.850	-0.033	0.830	1.301	1.732	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
0.3	-2.104	-1.555	-1.245	-0.853	-0.050	0.824	1.309	1.759	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.4	-2.029	-1.524	-1.231	-0.855	-0.066	0.816	1.317	1.786	1.880	2.261	2.515	2.949	3.670
0.5	-1.955	-1.491	-1.216	-0.856	-0.083	0.808	1.323	1.812	1.910	2.311	2.686	3.041	3.815
0.6	-1.880	-1.458	-1.200	-0.857	-0.099	0.800	1.328	1.837	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.7	-1.806	-1.423	-1.183	-0.857	-0.116	0.790	1.333	1.861	1.967	2.407	2.824	3.232	4.105
0.8	-1.733	-1.388	-1.166	-0.856	-0.132	0.780	1.336	1.884	1.993	2.453	2.891	3.312	4.250
0.9	-1.660	-1.353	-1.147	-0.854	-0.148	0.769	1.339	1.905	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
1.0	-1.588	-1.317	-1.128	-0.852	-0.164	0.758	1.340	1.926	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
1.1	-1.518	-1.280	-1.107	-0.848	-0.180	0.745	1.341	1.945	2.066	2.585	3.087	3.575	4.680
1.2	-1.449	-1.243	-1.086	-0.844	-0.195	0.732	1.340	1.963	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.3	-1.383	-1.206	-1.064	-0.838	-0.210	0.719	1.339	1.980	2.108	2.666	3.211	3.745	4.966
1.4	-1.318	-1.168	-1.041	-0.832	-0.225	0.705	1.337	1.996	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.5	-1.256	-1.131	-1.018	-0.825	-0.240	0.690	1.333	2.011	2.146	2.743	3.330	3.910	5.252
1.6	-1.197	-1.093	-0.994	-0.817	-0.254	0.675	1.329	2.024	2.163	2.780	3.388	3.990	5.390
1.7	-1.140	-1.056	-0.970	-0.808	-0.268	0.660	1.324	2.037	2.179	2.815	3.444	4.069	5.526
1.8	-1.087	-1.020	-0.945	-0.799	-0.282	0.643	1.318	2.047	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.9	-1.037	-0.984	-0.920	-0.788	-0.294	0.627	1.310	2.058	2.207	2.881	3.553	4.223	5.736
2.0	-0.990	-0.949	-0.895	-0.777	-0.307	0.609	1.302	2.066	2.219	2.912	3.605	4.298	5.910
2.1	-0.946	-0.914	-0.869	-0.765	-0.319	0.592	1.294	2.074	2.230	2.942	3.656	4.372	5.746
2.2	-0.905	-0.882	-0.844	-0.752	-0.330	0.574	1.284	2.081	2.240	2.970	3.705	4.444	6.200
2.3	-0.867	-0.850	-0.819	-0.739	-0.341	0.555	1.274	2.086	2.248	2.997	3.753	4.515	6.337
2.4	-0.832	-0.819	-0.795	-0.725	-0.351	0.537	1.262	2.090	2.256	3.023	3.800	4.584	6.469
2.5	-0.799	-0.790	-0.771	-0.711	-0.360	0.518	1.250	2.093	2.262	3.048	3.845	4.652	6.600
2.6	-0.769	-0.762	-0.747	-0.696	-0.368	0.499	1.238	2.096	2.267	3.071	3.889	4.718	6.735
2.7	-0.740	-0.736	-0.724	-0.681	-0.376	0.479	1.224	2.097	2.272	3.093	3.932	4.783	6.868
2.8	-0.714	-0.711	-0.702	-0.666	-0.384	0.460	1.210	2.098	2.275	3.114	3.973	4.847	6.999
2.9	-0.690	-0.688	-0.681	-0.651	-0.390	0.440	1.195	2.097	2.277	3.134	4.013	4.909	7.125
3.0	-0.667	-0.665	-0.660	-0.636	-0.396	0.420	1.180	2.095	2.278	3.152	4.015	4.970	7.250

2. Distribusi Gumbel

Dalam perhitungan hujan rencana menggunakan distribusi Gumbel dilakukan dengan menggunakan rumus rumus berikut:

$$X_T = \bar{X} + S K \quad (3.9)$$

Dengan:

X_T = hujan rencana dengan periode ulang T .

\bar{X} = nilai rata-rata hujan dari data hujan (X).

S = standar deviasi dari data hujan (X)

K = factor frekuensi gumbel: $K = \frac{Y_t Y_n}{S_n}$ (3.10)

Y_t = reduced variated: $Y_t = -Ln - Ln \frac{T-1}{T}$ (3.11)

= nilai Y_t bisa ditentukan berdasarkan Tabel 3.3

S_n = *reduce standard deviation* yang bisa ditentukan berdasarkan Tabel 3.4

Y_n = *reduce mean* yang bisa ditentukan berdasarkan Tabel 3.4

Tabel 3. 3 Nilai Reduced Variated (Yt)

Tr (Tahun)	Yt (reduced)
2	0.3665
5	1.4999
10	2.2504
15	2.6738
20	2.9702
25	3.1985
30	3.3843
35	3.5409
40	3.6762
45	3.7954
50	3.9019
100	4.6001
200	5.2958
500	6.2136
1000	6.9073
2500	7.8238
5000	8.5171
10000	9.2103

Tabel 3. 4 Reduced Standard Deviation (Sn) dan Reduced Mean (Yn)

n	Yn	Sn
5	0.4588	0.7928
6	0.4690	0.8388
7	0.4774	0.8749
8	0.4843	0.9043
9	0.4902	0.9288
10	0.4952	0.9496
11	0.4996	0.9676
12	0.5035	0.9833
13	0.5070	0.9971
14	0.5100	1.0095
15	0.5128	1.0206
16	0.5157	1.0316
17	0.5181	1.0411
18	0.5202	1.0493
19	0.5220	1.0565
20	0.5236	1.0628
21	0.5252	1.0696
22	0.5269	1.1754
23	0.5283	1.0811
24	0.5296	1.0864
25	0.5309	1.0915
26	0.5320	1.0961
27	0.5332	1.1004
28	0.5343	1.1047
29	0.5353	1.1086
30	0.5362	1.1124
31	0.5371	1.1159
32	0.5380	1.1193
33	0.5388	1.1226
34	0.5396	1.1255
35	0.5402	1.1285
36	0.5410	1.1313
37	0.5418	1.1339
38	0.5424	1.1363

3.3.5 Uji Kecocokan Sebaran

Setelah ditentukan jenis sebaran yang dipakai maka diuji kecocokan (the goodness of fit test) distribusi frekuensi dari sample data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Untuk menentukan kecocokan (the goodness of fit test) distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan/mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Pengujian parameter dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu Chi-Kuadrat ataupun dengan Smirnov-Kolmogorov. Umumnya pengujian dilaksanakan dengan cara menggambarkan data pada kertas peluang dan menentukan apakah data tersebut merupakan garis lurus, atau dengan membandingkan kurva frekuensi dari data pengamatan terhadap kurva frekuensi teoritisnya (Soewarno, 1995).

1. Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi Kuadrat digunakan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis, pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter X^2_{cr} .

$$X^2_{cr} = \sum_{p=1}^p \frac{(Of - Ef)^2}{Ef} \quad (3.12)$$

Keterangan:

X^2_{cr} = Parameter chi-kuadrat terhitung

P = Jumlah sub - kelompok

Of = Jumlah nilai pengamatan pada sub - kelompok ke-i

Ef = Jumlah nilai teoritis pada sub - kelompok ke 1

Parameter X^2_{cr} merupakan variabel acak. Peluang untuk mencapai nilai X^2_{cr} sama atau lebih besar dari pada nilai chi - kuadrat yang sebenarnya (X) dapat dilihat pada lampiran 1 untuk suatu derajat nyata tertentu yang sering diambil 5%. Derajat kebebasan ini secara umum dapat di hitung dengan

$$DK = K - (P + 1) \quad (3.13)$$

Keterangan:

DK = Derajat kebebasan

P = Banyaknya keterikatan = 2 (untuk distribusi normal) uji ini memenuhi bila X^2 hitung < X^2 tabel

Tabel 3. 5 Nilai Parameter Chi-Kuadrat Kritis (X^2_{cr})

dk	α derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,388	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,448	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,114	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,733	46,979	50,892	53,672

(I Made Kamiana, 2010)

2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov alat uji statistik yang digunakan untuk

menentukan apakah suatu sampel berasal dari suatu populasi yang memiliki sebaran data tertentu atau mengikuti distribusi statistik tertentu. Cara perhitungannya adalah sebagai berikut.

- a) Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_3 = P(X_3),$$

dan seterusnya

- b) Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih tersebarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D = \text{maksimum } (P(X_n) - P'(X_n)) \quad (3.14)$$

- c) Berdasarkan tabel nilai kritis (Smirnov-Kolmogrov test) tentukan harga D_0 dari Tabel 3.6

Ukuran Sampel	Level of Significance α (persen)				
	20	15	10	5	1
1	0.900	0.925	0.950	0.975	0.995
2	0.684	0.726	0.776	0.842	0.929
3	0.565	0.597	0.642	0.708	0.829
4	0.494	0.525	0.564	0.624	0.734
5	0.446	0.474	0.510	0.563	0.669
6	0.410	0.436	0.470	0.521	0.618
7	0.381	0.405	0.438	0.486	0.577
8	0.358	0.381	0.411	0.457	0.543
9	0.339	0.360	0.388	0.432	0.514
10	0.322	0.342	0.368	0.409	0.486
11	0.307	0.326	0.352	0.391	0.468
12	0.295	0.313	0.338	0.375	0.450
13	0.284	0.302	0.325	0.361	0.433
14	0.274	0.292	0.314	0.349	0.418
15	0.266	0.283	0.304	0.338	0.404
16	0.258	0.274	0.295	0.328	0.391
17	0.250	0.266	0.286	0.318	0.380
18	0.244	0.259	0.278	0.309	0.370
19	0.237	0.252	0.272	0.301	0.361
20	0.231	0.246	0.264	0.294	0.352
25	0.210	0.220	0.240	0.270	0.320
Rumus Asimtotik	$1.07/(n)^{0.5}$	$1.14/(n)^{0.5}$	$1.22/(n)^{0.5}$	$1.36/(n)^{0.5}$	$1.63/(n)^{0.5}$

Tabel 3. 6 Nilai Delta Kritis untuk Uji Keselarasan Smirnov-Kolmogorof

3.3.6 Intensitas Hujan Rencana

Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe (Suripin, 2004). Perhitungan intensitas hujan dengan rumus Mononobe menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$I_t = \left(\frac{R_t}{24} \times \frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (3.15)$$

Dengan:

I = Intensitas hujan rencana (mm)

X_{24} = Tinggi hujan harian maksimum atau hujan rencana (mm)

T = Durasi hujan atau waktu konsentrasi (Jam)

3.3.7 Analisa Debit Banjir

Untuk mendapatkan hubungan antara hujan dengan debit yang terjadi maka dilakukan pengalihragaman dari data debit aliran yang didapatkan. Dalam hal ini pengalihragaman dilakukan dengan menggunakan beberapa metode antara lain sebagai berikut.

a. Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu

Metode ini berasal dari Jepang dimana penelitian terhadap sungai-sungai yang ada di Jepang. Berikut ini merupakan perhitungan HSS Nakayasu. (Triatmojo, 2013)

Rumus HSS Nakayasu

$$Q_p = \frac{1}{3,6} \left[\frac{A \cdot Re}{0,3 T_p + T_{0,3}} \right] \quad (3.16)$$

$$T_p = t_g + 0,8 T_r \quad (3.17)$$

$$t_g = 0,4 + 0,058 L, \text{ untuk } L > 15 \text{ Km} \quad (3.18)$$

$$t_g = 0,21 L^{0,7} \text{ untuk } L < 15 \text{ km} \quad (3.19)$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot t_g \quad (3.20)$$

$$t_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g \quad (3.21)$$

Koefisien karakteristik DAS (α) mempunyai kriteria sebagai berikut:

- Daerah pengaliran biasa $\alpha = 2$
- Bagian naik hidrograf yang lambat dan bagian menurun yang cepat $\alpha = 1,5$
- Bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian menurun yang lambat $\alpha = 3$

Persamaan kurva hidrograf satuan sintetis Nakayasu adalah sebagai berikut.

a) Kurva bagian lengkung naik

$$(0 < t < T_p)$$

$$Q_a = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \quad (3.22)$$

b) Kurva bagian lengkung turun

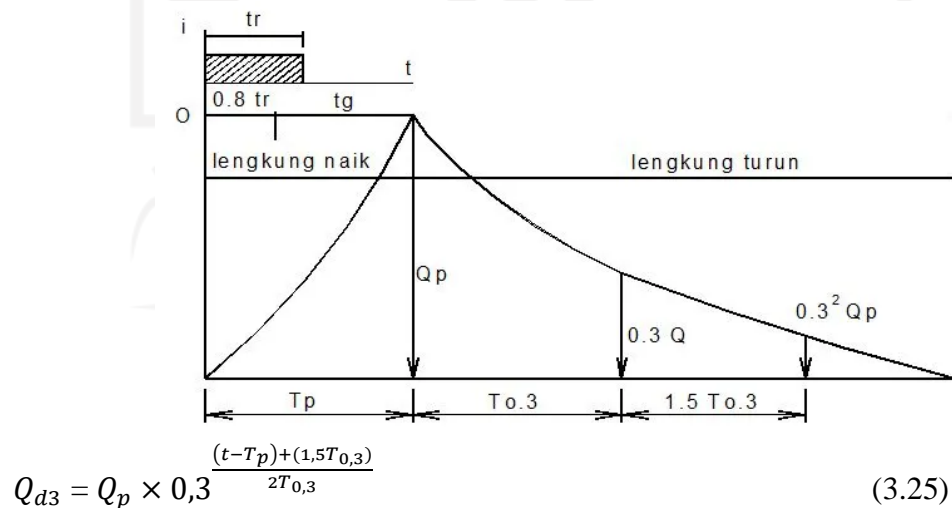
1) Untuk $(T_p < t < T_p + T_{0,3})$

$$Q_{d1} = Q_p \times 0,3^{\frac{t-T_p}{T_{0,3}}} \quad (3.23)$$

2) Untuk $(T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$

$$Q_{d2} = Q_p \times 0,3^{\frac{(t-T_p) + (0,5T_{0,3})}{1,5T_{0,3}}} \quad (3.24)$$

3) Untuk $(t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$



$$Q_{d3} = Q_p \times 0,3^{\frac{(t-T_p) + (1,5T_{0,3})}{2T_{0,3}}} \quad (3.25)$$

Gambar 3. 6 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Dimana:

Q_p = Debit puncak banjir ($m^3/detik$)

A = Luas DAS (km^2)

R_e = Curah hujan efektif (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

L = Panjang sungai utama

e. Hidrograf Satuan Sintetis Snyder

Snyder mengembangkan model dengan koefisien-koefisien empirik yang menghubungkan unsur-unsur hidrograf satuan dengan karakteristik DAS. Hal tersebut didasarkan pada pemikiran bahwa pengalihragaman hujan menjadi aliran baik pengaruh translasi maupun tampungannya dapat dijelaskan dipengaruhi oleh sistem DAS-nya (Sriharto, 1993).

Parameter yang dikembangkan dalam metode Hidrograf Satuan Sintetis Snyder terdiri dari empat parameter yaitu waktu, kelambatan, aliran puncak, waktu dasar, dan durasi standar dari hujan efektif untuk hidrograf satuan dikaitkan dengan geometri fisik dari DAS dengan hubungan berikut.

$$T_p = C_t(L L_c)^{0,3} \quad (3.26)$$

$$Q_p = C_p A / t_p \quad (3.27)$$

$$T = 3 + (t_p/8) \quad (3.28)$$

$$T_D = t_p/5,5 \quad (3.29)$$

Apabila durasi hujan efektif tidak sama dengan durasi standar T_D maka,

$$T_p R = t_p + 0,25 (t_r + t_D) \quad (3.30)$$

$$Q_p R = Q_p t_p / t_p R \quad (3.31)$$

Dimana:

t_p = waktu dari titik berat durasi hujan efektif T_D ke puncak hidrograf satuan (jam)

t_{pR} = waktu dari titik berat durasi hujan t_r ke puncak hidrograf satuan (jam)

T = waktu dasar hidrograf satuan (hari)

Q_p = debit puncak untuk durasi t_D

Q_{pR} = debit puncak untuk durasi t_r

L = panjang sungai utama terhadap titik kontrol yang ditinjau (km)

L_c = jarak antara titik kontrol ke titik yang terdekat dengan titik berat DAS (km)

A = luas DAS (km²)

C_t = koefisien yang tergantung kemiringan DAS, yang bervariasi dari 1,4 sampai 1,7

C_p = koefisien yang tergantung pada karakteristik DAS, yang bervariasi antara 0,15 sampai 0,19

t_D = durasi standar dari hujan efektif (jam)

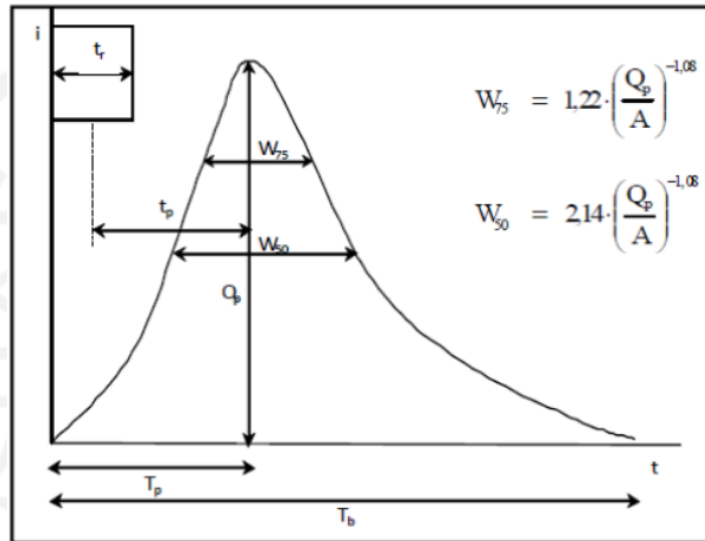
t_r = durasi hujan efektif (jam)

Dengan menggunakan rumus-rumus tersebut di atas dapat digambarkan hidrograf satuan. Untuk memudahkan penggambaran, berikut ini diberikan beberapa rumus antara lain:

$$W_{50} = \frac{0,23 A^{1,08}}{Q_{pR}^{1,08}} \quad (3.32)$$

$$W_{75} = \frac{0,13 A^{1,08}}{Q_{pR}^{1,08}} \quad (3.33)$$

Dengan W_{50} dan W_{75} adalah lebar unit hidrograf pada debit 50% dan 75% dari debit puncak, yang dinyatakan dalam jam. Sebagai acuan, lebar W_{50} dan W_{75} dibuat dengan perbandingan 1:2 dengan sisi pendek di sebelah kiri.



Gambar 3. 7 Bentuk Umum HSS Snyder

3.5 Polder

Sistem polder adalah sistem penanganan drainase perkotaan dengan cara mengisolasi daerah yang dilayani dari pengaruh limpasan air hujan / air laut serta limpasan dari prasarana lain (jalan, jalan kereta api), yang terdiri dari kolam penampung, sistem drainase serta perpompaan. Polder mempunyai sifat-sifat sebagai berikut (Suripin, 2004):

1. Polder adalah daerah yang dibatasi dengan baik, dimana air yang berasal dari luar kawasan tidak boleh masuk, hanya air hujan (dan kadang-kadang air rembesan) pada kawasan itu sendiri yang dikumpulkan,
2. Dalam polder tidak ada aliran permukaan bebas seperti pada daerah tangkapan air alamiah, tetapi dilengkapi dengan bangunan pengendali pada pembuangnya (dengan penguras atau pompa) untuk mengendalikan aliran air keluar,

3. Muka air di dalam polder (air permukaan maupun air di bawah permukaan) tidak bergantung pada permukaan air di daerah sekitarnya dan dinilai berdasarkan elevasi lahannya, sifat-sifat tanah, iklim dan tanaman.

Dalam mendesain sebuah polder perlu dilakukan sebuah penelusuran aliran untuk memperoleh volume tampungan. Penelusuran aliran dinyatakan dalam bentuk persamaan kontinuitas yang dapat diperlihatkan sebagai berikut

$$\frac{d\theta}{dt} = I - O \quad (3.34)$$

Dengan:

$d\theta$ = perubahan tampungan (m^3)

dt = interval waktu penelusuran (detik)

I = aliran masuk (*inflow*) (m^3/det)

O = aliran keluar (*outflow*) (m^3/det)

Volume tampungan sebuah polder diperhitungkan berdasarkan debit masuk (*inflow*) dan debit yang akan dikeluarkan (*outflow*) berdasarkan interval waktu kejadian banjir yang terjadi. Setelah diperoleh besar volume tampungan polder maka selanjutnya dapat ditentukan dimensi dimensi kolam polder yang akan direncanakan. Adapun rumus untuk menentukan volume tampungan sebuah kolam polder dapat dilakukan sebagai berikut.

$$\frac{I_1 + I_2}{2} + \frac{O_1 + O_2}{2} = \frac{S_1 - S_2}{\Delta t} \quad (3.35)$$

Dengan:

I_1, I_2 = aliran masuk pada waktu ke 1 dan ke 2

O_1, O_2 = aliran keluar pada waktu ke 1 dan ke 2

S_1, S_2 = tampungan pada waktu ke 1 dan ke 2

Δt = interval waktu

3.5.1 Aliran Masuk (inflow)

Dalam perencanaan drainase sistem pompa yang diperlukan tidak hanya debit puncak banjir, tetapi juga hidrograf banjir. Hidrograf banjir terukur biasanya hanya tersedia pada sungai-sungai besar, sedangkan saluran drainase perkotaan biasanya belum ada, sehingga perlu diperkirakan (Suripin, 2003).

3.5.2 Aliran Keluar (outflow)

Dalam menentukan debit aliran keluar (*outflow*) dapat diperoleh dengan menggunakan salah satu metode penelusuran aliran. Penelusuran aliran adalah prosedur untuk menentukan waktu dan debit aliran (hidrograf aliran) di suatu titik pada aliran berdasarkan hidrograf yang diketahui. Apabila aliran tersebut adalah banjir maka prosedur tersebut dikenal dengan penelusuran banjir (Triatmojo, 2008). Dalam hal ini salah satu dari metode penelusuran aliran yaitu penelusuran hidrologis dengan Model Linier Reservoir (Penelusuran Waduk). Dalam Model Linier Reservoir (Penelusuran Waduk) untuk menentukan jumlah debit outflow digunakan rumus-rumus sebagai berikut.

$$\frac{I_1 + I_2}{2} + \frac{o_1 + o_2}{2} = \frac{S_1 - S_2}{\Delta t} \quad (3.36)$$

Pada penelusuran air di waduk, tampungan S hanya merupakan fungsi aliran keluar. Untuk waktu ke 1 dan ke 2 persamaan tersebut dapat ditulis menjadi

$$S_1 = K - O_1 \quad (3.37)$$

$$S_2 = K - O_2 \quad (3.38)$$

Dengan:

I_1, I_2 = aliran masuk pada waktu ke 1 dan ke 2

O_1, O_2 = aliran keluar pada waktu ke 1 dan ke 2

S_1, S_2 = tampungan pada waktu ke 1 dan ke 2

Δt = interval waktu

K = koefisien tahanan

Dimana hasil substitusi persamaan 3.4 dan 3.5 kedalam persamaan 3.3

menghasilkan rumus untuk penelusuran waduk yaitu:

$$O_2 = C_0 I_2 + C_1 I_1 + C_2 O_2 \quad (3.39)$$

Dimana C_0 , C_1 , dan C_2 adalah konstanta yang mempunyai bentuk berikut:

$$C_0 = \frac{\frac{\Delta t}{K}}{2 + (\frac{\Delta t}{K})} \quad (3.40)$$

$$C_0 = C_1 \quad (3.41)$$

$$C_2 = \frac{2 - \Delta t/K}{2 + \Delta t/K} \quad (3.42)$$

$$C_0 + C_1 + C_2 = 1 \quad (3.43)$$

3.5.3 Infiltrasi

Infiltrasi adalah aliran air ke dalam tanah melalui pori-pori tanah. Apabila tanah kering, air terinfiltrasi dari permukaan tanah karena pengaruh gaya gravitasi dan gaya kapiler. Setelah tanah basah, gerak kapiler berkurang karena berkurangnya gaya kapiler. Hal ini menyebabkan berkurangnya laju infiltrasi. Sementara aliran kapiler pada permukaan tanah berkurang, aliran akibat gaya gravitasi terus berlanjut mengisi pori-pori tanah. Dengan terisinya pori-pori tanah, laju infiltrasi berangsur-angsur berkurang sampai dicapai kondisi konstan (Bambang Triatmodjo, 2008). Dasar kolam retensi diasumsikan selalu jenuh karena selalu menampung air limpasan. Sedangkan rumus perhitungan indeks Infiltrasi sebagai berikut.

$$\text{Indeks } \Phi = 10,4903 - 3,859 \times 10^{-6} A^2 + 1,6985 \times 10^{-13} \times (A/SN)^4 \quad (3.44)$$

Dengan :

A = Luas DAS (Daerah aliran Sungai)

SN = Perbandingan antara jumlah segmen sungai dengan tingkat I dengan jumlah segmen semua sungai (semua tingkat)

3.7 Analisa Kebutuhan Pintu Air

Perencanaan pintu air dimaksudkan sebagai pengontrol air yang akan masuk ke dalam kolam retensi. berikut ini merupakan rumus perhitungan untuk pintu air.

1. Lebar Efektif Pintu Romijn

(Kriteria Perencanaan 04, 1986)

$$Q = C_d \times C_v \times \frac{2}{3} \times \sqrt{2/3g} \times B \times h_1^{1,5} \quad (3.45)$$

Dengan:

$$Q = \text{Debit banjir (m}^3 \text{ /dtk)}$$

$$C_d = \text{Koefisien debit} = 0,93 + 0,1 * H_1/L, \text{ dengan } L = H_{\text{max}}$$

$$C_v = \text{Koefisien kecepatan datang} = C_d * A'/A_1$$

Maka,

$$A' = \text{Luas penampang basah diatas meja romijn}$$

$$A_1 = \text{Luas penampang basah saluran pintu}$$

$$C_v = C_d \times \frac{B h_1}{B (h_1+0,5)} = C_d \times \frac{h_1}{(h_1+0,5)} \quad (3.46)$$

$$g = \text{Percepatan gravitasi} = 9,81 \text{ m/dtk}^2$$

$$B = \text{Lebar efektif pintu romijn (m)}$$

$$H_1 = \text{Tinggi energi diatas meja (m)}$$

$$h_1 = \text{Tinggi energi hulu diatas meja (m)}$$

$$= H_1 - \frac{V_1^2}{2g}, \text{ dengan } V_1 = \text{Kecepatan dihulu alat ukur (m/dtk)} \quad (3.47)$$

2. Lebar Total Pintu Romijn

Berikut ini merupakan perhitungan lebar pintu romijn pada kolam retensi yang akan direncanakan. (Kriteria Perencanaan 04, 1986)

a. Lebar Tiap Pintu Romijn yang Direncanakan

$$b_p = B_e + (K_p + K_a) H_{max} \quad (3.48)$$

b_p = Lebar pintu romijn di pinggir

B_e = Lebar efektif tiap pintu romijn

K_p = Koefisien pilar

K_a = Koefisien abutmen

H_{max} = Tinggi muka air banjir di atas mercu

(Kriteria Perencanaan 02, 1986)

b. Lebar Total Bangunan Pintu Romijn:

$$B_r = N b_r + \Sigma t + \Sigma b \quad (3.49)$$

Dengan:

B_r = Lebar total bangunan pintu romijn

N = Jumlah pintu

b_p = Lebar tiap pintu romijn

Σt = Lebar pilar

Σb = Lebar abutmen

3.8 Analisis Stabilitas

Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan angka aman stabilitas lereng pada talud bangunan kolam retensi yang di rencanakan. Berikut ini merupakan beberapa tinjauan yang direncanakan untuk mendapatkan angka aman pada bangunan kolam retensi.

1. Stabilitas Lereng

Dalam perencanaan dinding kolam perlu adanya analisa stabilitas talud terutama apabila dinding direncanakan dengan kemiringan tertentu. Tujuan dari menganalisa stabilitas lereng adalah menentukan angka keamanan terhadap kekuatan tanah. Dengan ketentuan aman apabila $F_s \geq 1,5$. Dalam hal ini dianalisa dengan metode irisan. Perhitunggan stabilitas ini adalah pekerjaan perbandingan antara kekuatan yang menahan dan gaya-gaya yang menggelincir. Perhitungan yang digunakan untuk menentukan stabilitas lereng tersebut adalah menggunakan metode *Fellinius* berikut ini merupakan persamaan yang digunakan pada metode tersebut.

$$F = \frac{\sum_{i=1}^{i=n}(ca_i + N_i \tan \varphi)}{\sum_{i=1}^{i=n} W_i \sin \theta_i} \quad (3.50)$$

F = Faktor keamanan

n = jumlah irisan

c = kohesi (kN/cm²)

a_i = Panjang lengkung lingkaran pada irisan ke-i (m)

φ = Sudut gesek dalam tanah (°)

W_i = Berat irisan tanah ke-i (kN)

N_i = W Cos θ

θ_i = Sudut yang didefinisikan pada gambar (°)

Adapun angka keamanan untuk stabilitas lereng:

$SF < 1,5$ lereng tidak stabil

$SF = 1,5$ lereng dalam keadaan kritis. Artinya dengan sedikit tambahan momen penggerak maka lereng menjadi tidak stabil.

$SF > 1,5$ lereng stabil.

2. Stabilitas Terhadap Guling

Bangunan aman terhadap guling maka resultan semua gaya yang bekerja pada bagian bangunan di atas bidang horizontal, termasuk gaya angkat, harus memotong bidang ini pada teras, tidak boleh ada tarikan pada bidang irian manapun.

Rumus:

$$\frac{\sum \text{Momen Menahan}}{\sum \text{Momen Mengguling}} = FS \quad (3.51)$$

Dimana:

\sum Momen Menahan = Resultan momen yang melawan penggulingan

\sum Momen Mengguling = Resultan momen yang menyebabkan penggulingan

FS = Faktor Keamanan (diambil = 1,5)

3. Stabilitas Terhadap Geser

Perhitungan stabilitas geser dapat dilakukan dengan rumus berikut.

$$\frac{\sum V \cdot \tan \varphi + c \cdot 1}{\sum H} = FS \quad (3.52)$$

Dimana:

$\sum V$ = Resultan momen arah Vertikal

$\sum H$ = Resultan momen arah Horizontal

$\tan \varphi$ = Besarnya nilai sudut geser

c = Kohesi Tanah



BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian yang dilakukan adalah daerah pusat kota yaitu wilayah di Jl. Gerilya-Soedirman, Kelurahan Pasir Muncang, Kecamatan Purwokerto Barat, Kab. Banyumas. Lokasi ini dipilih karena wilayah tersebut hendak dikembangkan potensinya baik itu ekonomi, politik, sosial dan budaya. Selain itu perencanaan wilayah tersebut masih dalam bentuk masterplan sehingga masih diperlukan banyak pertimbangan dalam perencanaannya.



Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian

4.2 Pengumpulan Data

Dalam melakukan suatu penelitian tentunya diperlukan pengumpulan data. Sedangkan data yang diperlukan dalam penelitian tersebut salah satunya adalah berupa data sekunder antara lain sebagai berikut

4.2.1 Data Sekunder

Berikut ini adalah data sekunder yang dibutuhkan dalam perancangan yang akan dilakukan.

1. Data Hidrologi yang di gunakan merupakan curah hujan banjir bulanan pada sungai Banjaran antara tahun 2009-2014
2. Data kuantitatif berupa data debit dan data kapasitas tampungan yang didapat dari hasil survey lapangan.

Data sekunder diperoleh dari hasil survey dilokasi perancangan yang telah dilakukan oleh consultan CV. Hara konstruksi

4.3 Tahapan Analisis

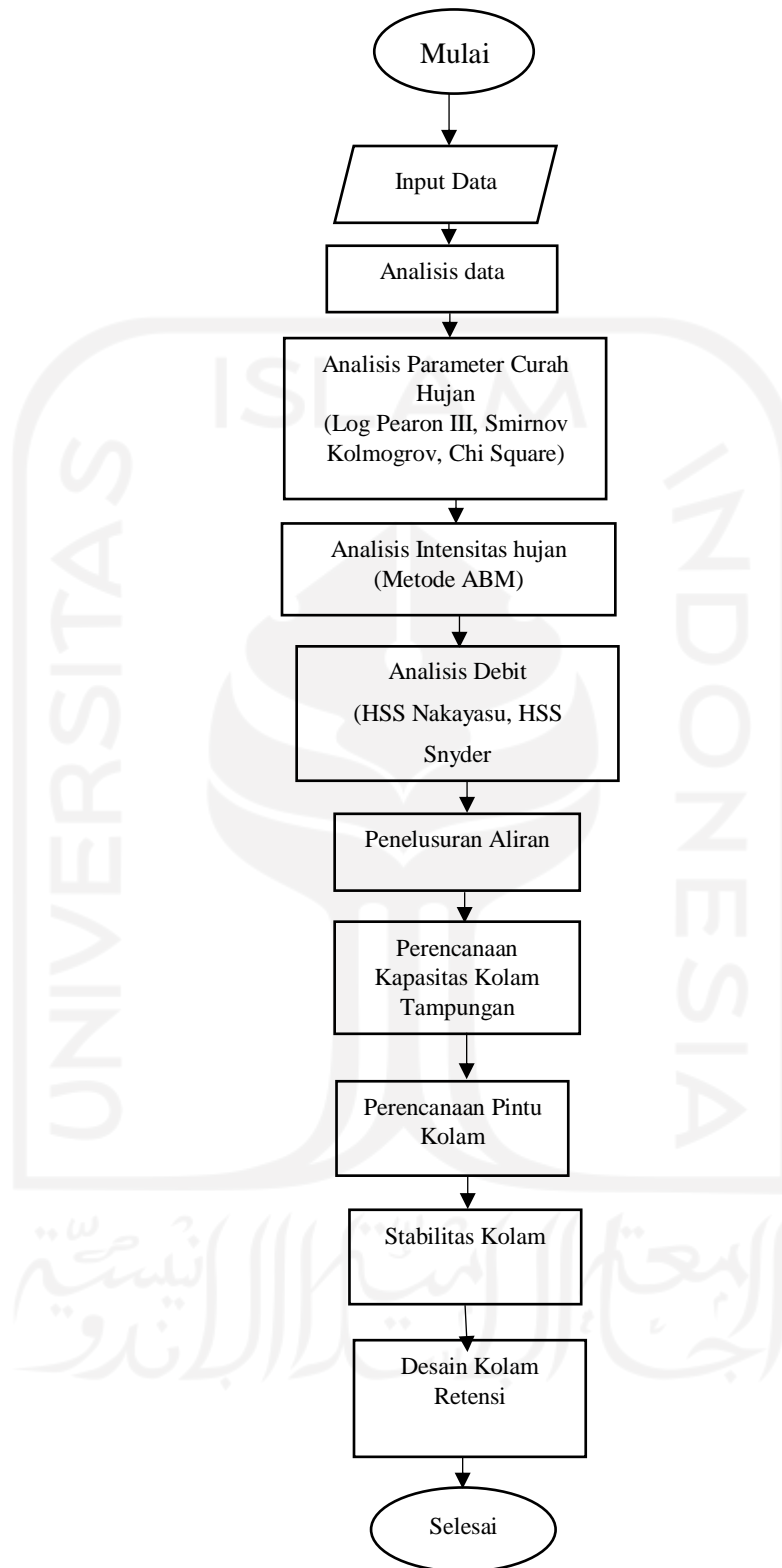
Tahapan analisis pada perencanaan ini dilakukan untuk merencanakan desain bangunan yang akan didesain termasuk bangunan-bangunan pelengkapanya dan juga faktor-faktor lain dalam perencanaan bangunan tersebut seperti faktor keamanan dan lainnya.

1. Analisis hidrologi bertujuan untuk memperoleh debit inflow diawali dengan analisis pada stasiun hujan dimana termasuk didalamnya analisis intensitas hujan, analisis debit banjir. Sedangkan debit inflow pada perancangan ini menggunakan HSS Nakayasu dan HSS Snyder. Setelah diketahui debit *inflow*, setelah itu masuk pada tahap perencanaan konstruksi.
2. Analisis hidrolika tersebut terdiri dari analisis saluran, tinggi jagaan, perencanaan kolam tampungan, dan perencanaan pintu air Dimulai dari perhitungan angka manning, kemiringan saluran, luas dan keliling penampang basah sehingga didapatkan kapasitas debit pada saluran yang direncanakan. Kemudian perhitungan kolam tampungan dan perencanaan pintu air.

3. Analisis stabilitas direncanakan untuk mengetahui safety factor pada bangunan tersebut dengan mempertimbangkan faktor keamanan antara lain faktor stabilitas lereng, stabilitas terhadap guling, dan stabilitas terhadap geser.
4. Gambar perencanaan pada parancangan ini antara lain meliputi gambar struktur dan bangunan pelengkap pada perencanaan kolam retensi.
5. Pada desain kolam retensi wilayah Gerilya Soedirman Purwokerto yang tujuan utamanya adalah penampungan air dan sebagai sarana rekreasi tidak dilengkapi dengan sistem pompa, namun dilengkapi pintu air untuk sistem pengeluaran baik untuk pengendalian ketinggian muka air maupun sedimentasi.

4.4 Bagan Alir Perancangan

Berikut ini merupakan tahapan yang dilakukan dalam melakukan perancangan dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



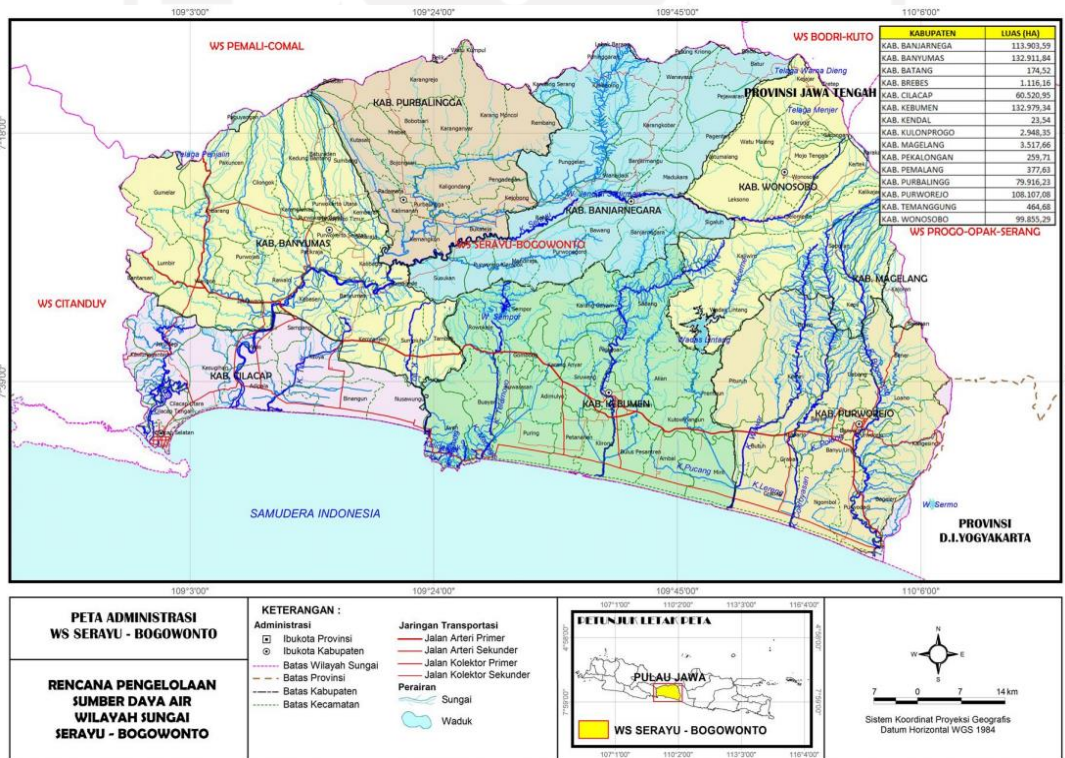
Gambar 4. 3 Bagan Alir Perancangan

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Hidrologi

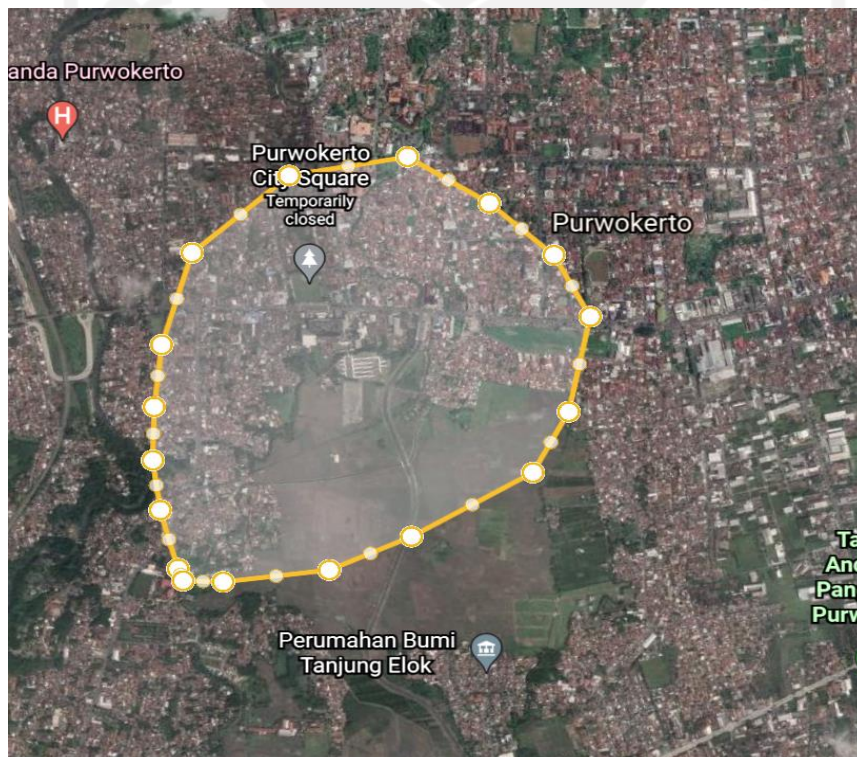
Data hujan diperoleh dari hasil pencatatan curah hujan pada stasiun hujan Kabupaten Banyumas yaitu pada stasiun hujan Ketenger, Banyumas, Jawa Tengah. Dari stasiun tersebut pencatatan hujan yang ada telah dilakukan sebelumnya analisis hidrologi data hujan yang cocok untuk DAS Serayu-Bogowonto yang dapat dilihat pada gambar 5.1 berikut.



Gambar 5. 1 Lokasi Stasiun Hujan Serayu-Bogowonto

Dengan metode tersebut diketahui bahwa data hujan pada stasiun Ketenger yang berpengaruh pada DAS Serayu-Bogowonto, sehingga data curah hujan dari stasiun hujan Ketenger yang digunakan sebagai analisis. Analisis data hanya bisa dilakukan 6 data yang berupa hujan maksimum tahunan. Berikut ini merupakan data hujan tahunan maksimum selama 6 tahun dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut.

Selain data curah hujan diperlukan juga data luas daerah tangkapan yang ditinjau untuk dilakukan perencanaan kolam retensi dimana didapat luas area daerah tangkapan sebesar 164,61 Ha atau 1,6461 km² dengan panjang aliran ditinjau sepanjang 2,112 km dapat dilihat pada gambar 5.2 berikut.



Gambar 5. 2 Daerah Tangkapan Kolam Retensi

Tabel 5. 1 Hujan Harian Maksimum Tahunan (mm)

Tahun	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember	Tahunan	
													Total (mm/thn)	R ₂₄ (mm)
2009	801	572	571	522	345	349	0	0	45	650	578	439	4872	129
2010	901	587	528	578	554	338	454	369	713	914	556	619	7111	131
2011	415	518	524	354	539	111	3	5	28	129	937	406	3969	144
2012	640	447	196	532	230	65	3	0	13	552	578	660	3916	120
2013	670	336	543	259	275	447	358	28	33	543	283	476	4251	163
2014	233	254	250	720	242	186	201	108	3	106	718	510	3531	133
Max	901.0	587.0	571.0	720.0	554.0	447.0	454.0	369.0	713.0	914.0	937.0	660.0	7111.0	
Rerata	610.0	452.3	435.3	494.2	364.2	249.3	169.8	85.0	139.2	482.3	608.4	518.3	4608.4	
Min	233.0	254.0	196.0	259.0	230.0	65.0	0.0	0.0	3.0	106.0	283.0	406.0	3531.0	

5.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan Rencana

Dari data hujan yang didapat dilakukan analisis frekuensi statistik data hujan untuk menentukan distribusi hujan berdasarkan analisis frekuensi yang cocok. Berikut ini merupakan tahapan yang akan dilakukan dalam menentukan analisis parameter statistik dengan menggunakan data hujan dari tahun 2009-2014

5.2.1 Pengukuran Dispersi

Suatu kenyataan bahwa tidak semua nilai dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya, tetapi kemungkinan ada nilai yang lebih besar atau lebih kecil dari nilai rata-ratanya (Sosrodarsono,1993). Besarnya dispersi dapat dilakukan pengukuran dispersi, yakni melalui perhitungan parametrik statistik untuk $(X_r - X)$, $(X_r - X)^2$, $(X_r - X)^3$, $(X_r - X)^4$ terlebih dahulu. Berikut ini merupakan tabel perhitungan parameter statistik pada tabel 5.2 berikut.

Tabel 5. 2 Analisis Hujan Maksimum Tahunan (mm)

No	X	X-Xr	(X-Xr) ²	(X-Xr) ³	(X-Xr) ⁴
1	129	-7.67	58.78	-450.63	3454.83
2	131	-5.67	32.11	-181.96	1031.12
3	144	7.33	53.78	394.37	2892.05
4	120	-16.67	277.78	-4629.63	77160.49
5	163	26.33	693.44	18260.70	480865.20
6	133	-3.67	13.44	-49.30	180.75
Total	820	0.000000	1129.333	13343.55556	565584.4444

Pada tabel 5.2 nilai hujan maksimum bulanan setiap tahunnya (X) telah diolah dan ditampilkan dalam bentuk sebuah tabel untuk mempermudah pembacaan data dan analisis yang akan dilakukan untuk penentuan parameter statistik yang cocok. Contoh tahapan perhitungan untuk menentukan analisis parameter statistik yang cocok adalah sebagai berikut.

1. Menentukan nilai rata-rata hujan (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_r}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{820}{6}$$

$$\bar{X} = 136,67 \text{ mm}$$

2. Menghitung standar deviasi (S)

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

$$= \sqrt{\frac{1129.333}{6-1}}$$

$$= 15.029$$

3. Menghitung Koefisien kemencengan (Cs)

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

$$= \frac{6 (13343.556)}{(6-1)(6-2)(15.029)^3}$$

$$= 1.179$$

4. Menghitung Koefisien kurtosis (Ck)

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

$$= \frac{6^2 (88540970.961)}{(6-1)(6-2)(6-3)(15.029)^4}$$

$$= 1,5105$$

5. Menentukan parameter statistik

Dalam menentukan metode distribusi yang digunakan perlu di cocokkan nilai koefisien kurtosis dan koefisien kemencengan dengan menggunakan persyaratan parameter distribusi berdasarkan tabel 3.1

Tabel 5. 3 Analisis Parameter Statistik

No	Distribusi	Distribusi	Kecocokan Parameter
1	Gumbel	Cs = 1,14 Ck = 5,4	Tidak Cocok
2	Normal	Cs ≈ 0 Ck ≈ 3	Tidak Cocok
3	Log Normal	Cs = Cv ³ + 3Cv Ck = Cv ⁸ + 6 Cv ⁶ + 15 Cv ⁴ + 16 Cv ² + 3	Tidak Cocok
4	Log Pearson III	Selain dari nilai diatas	Cocok

Dimana:

$$Cv = \frac{s}{\bar{x}}$$

$$= \frac{15,029}{136,67}$$

$$= 0,11$$

6. Menghitung Log Normal (LN)

$$LN = Cv^3 + 3x Cv$$

$$= 0,11^3 + 3x0,11$$

$$= 0,33$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan dengan syarat-syarat tersebut di atas, maka dipilih distribusi Log Pearson III yang paling cocok digunakan pada perhitungan diatas.

5.2.2 Analisis Jenis Sebaran

Pada perhitungan untuk menentukan parameter statistik data hujan yang tepat, diketahui distribusi Log Pearson type III merupakan distribusi yang cocok

pada perhitungan perancangan bangunan. Berikut ini merupakan perhitungan analisis frekuensi dengan Log Pearson type III.

Tabel 5. 4 Analisis Distribusi Log Pearson III

No	X	Log(X)	(LogX-LogXr) ²	(LogX-LogXr) ³	(LogX-LogXr) ⁴
1	129	2.1106	0.0005	-0.000012142	0.000000279
2	131	2.1173	0.0003	-0.000004333	0.000000071
3	144	2.1584	0.0006	0.000015232	0.000000378
4	120	2.0792	0.0030	-0.000160925	0.000008753
5	163	2.2122	0.0062	0.000485840	0.000038194
6	133	2.1239	0.0001	-0.000000919	0.000000009
Jumlah	820	12.8014	0.0106	0.0003228	0.00004768

Pada tabel diatas hujan maksimum setiap tahun (X) telah dilakukan perhitungan dalam bentuk tabel tersebut dengan menggunakan distribusi Log Pearson III. Berikut ini merupakan contoh perhitungan Log Pearson III sebagai berikut

1. Menentukan nilai rata-rata hujan dalam skala logaritma

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n}$$

$$= \frac{12,801}{6}$$

$$= 2,134 \text{ mm}$$

2. Standar deviasi dalam skala logaritma (S LogX)

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

$$= \sqrt{\frac{0,011}{(6-1)}}$$

$$= 0,046$$

3. Nilai Kemencengan (Koefisien Skewness)

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

$$= 0,98$$

4. Koefisien kurtosisn (Ck)

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum (\log X - \log \bar{X})^4}{(S \log(X))^4}$$

$$= 1,1185$$

5. Menentukan nilai faktor frekuensi (K_T)

Untuk menentukan nilai K_T digunakan tabel 3.2 dimana dalam penentuannya diperlukan nilai koefisien kemencengan (C_s) dan nilai kala ulang. Dalam hal ini nilai koefisien kemencengan (C_s) adalah 0,98 dan kala ulang hujan yang digunakan adalah 10 tahun sehingga dapat ditentukan nilai K_T berdasarkan tabel 3.2 yaitu 1,339

6. Menentukan nilai hujan rencana (X_T)

$$\log X_T = \overline{\log X} + K_T S \log X$$

$$= 2,195$$

Maka $X_T = 156,802$

Berikut ini merupakan tabel hasil dari perhitungan Log Pearson type III untuk merencanakan curah hujan rancangan dengan metode tersebut.

Tabel 5. 5 Perhitungan Curah Hujan Rancangan Dengan Metode Log Pearson Tipe III

Tr	K	Curah hujan Maks
2	-0.150	133.8578037
5	0.767	147.5640535
10	1.339	156.8027951
25	2.021	168.5902609
50	2.504	177.4591842
100	2.966	186.3839341

5.2.3 Pengujian Kecocokan Sebaran

1. Uji Sebaran Chi Kuadrat (Chi Square Test)

Setelah melakukan uji kecocokan pada perhitungan sebelumnya dengan menggunakan Log Pearson type III data curah hujan, digunakan Chi Kuadrat untuk melakukan pengujian terhadap kecocokan sebaran.

a. Menghitung jumlah kelas (K)

$$\begin{aligned} K &= 1 + 3.322 \log n \\ &= 1 + 3.322 \log 6 \\ &= 4 \sim 4 \text{ kelas} \end{aligned}$$

b. Menghitung derajat kebebasan (D_K)

$$\begin{aligned} \text{Derajat Kebebasan} &= K - (P + 1) \\ &= 4 - (1 + 1) \\ &= 2 \end{aligned}$$

Untuk nilai X^2_{Cr} dapat ditentukan dengan tabel 3.6 dengan jumlah data 6

$D_k = 2$, $\alpha = 5\%$, sehingga diperoleh kelas $X^2_{CR} = 3,815$

c. Menghitung kelas distribusi

$$\text{Kelas distribusi} = 1/4 \times 100\% = 25\%$$

20%, 40%, 80%, 80%

$$P_X = 20\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{20} = 5 \text{ tahun}$$

$$P_X = 40\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{40} = 2,5 \text{ tahun}$$

$$P_X = 60\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{60} = 1,667 \text{ tahun}$$

$$P_X = 80\% \text{ diperoleh } T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{80} = 1,25 \text{ tahun}$$

d. Menghitung interval kelas

Untuk menentukan nilai K_T digunakan tabel 3.2 dimana dalam penentuannya diperlukan nilai koefisien kemencengan (C_s) dan nilai kala ulang.

$$T = 5 \text{ maka } K_T = 0,742$$

$$T = 2,5 \text{ maka } K_T = -0,307$$

$$T = 1.667 \text{ maka } K_T = -0,483$$

$$T = 1 \text{ maka } K_T = -0,847$$

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:

$$X_5 = 147,1700 \text{ mm}$$

$$X_{2,5} = 131,786 \text{ mm}$$

$$X_{1,67} = 129,208 \text{ mm}$$

$$X_{1,25} = 124,305 \text{ mm}$$

- e. Menghitung nilai X^2 lalu membandingkan dengan X^2_{CR}

Berikut ini merupakan perhitungan analisis X^2 digunakan pada tabel 5.6 berikut.

Tabel 5. 6 Chi Square Distribusi Sebaran Data Curah Hujan Stasiun

Kelas	Interval	Ef	Of	Of-Ef	(Of-Ef) ²	X ²
1	>147,171	1.5	1	-0.5	0.25	0.16666667
2	131,787-147,171	1.5	2	0.5	0.25	0.16666667
3	129,208-131,786	1.5	2	0.5	0.25	0.16666667
4	<122,863	1.5	1	-0.5	0.25	0.16666667
Jumlah				0	1	0.6667

$$\text{Chi-Square Hitung (Xh}^2) = 0,667$$

$$n = 6$$

$$K = 4$$

$$\text{Derajat Kebebasan (DK)} = 1$$

$$\text{DK} = \text{Derajat Signifikasi Alpha (\%)} = 5$$

$$\text{Chi-Square Kritis (X}^2_{cr}) = 3,841$$

(Xh²) < (Xh²_{cr}), maka Hipotesa Diterima

Dari pengujian yang dilakukan dengan menggunakan metode chi square didapat bahwa $(Xh^2) = 0,667$ sedangkan $(Xh^2 \text{ kritis}) = 3,815$ (dengan tingkat kepercayaan $\alpha = 5\%$). Karena $(Xh^2) < (Xh^2 \text{ kritis})$ maka data dapat diterima.

2 Uji Sebaran *Smirnov – Kolmogorov*

Pengujian kecocokan *Smirnov – Kolmogorov*, ini digunakan sebagai non *parametrik test* karena tidak digunakan fungsi distribusi tertentu. Berikut ini merupakan perhitungan dari uji kecocokan *Smirnov – Kolmogorov*.

$$Cs = 0,986$$

$$\text{Log } X_{rt} = 2,133$$

$$Sd = 0,046$$

Tabel 5. 7 Uji Kecocokan Sebaran dengan *Smirnov-Kolmogorov*

No	X	Log X	P(Xr)	f(t)	P'(Xr)	ΔP
1	163	2.212188	0.143	1.704	0.068931	0.073926
2	144	2.158362	0.286	0.537	0.271806	0.013908
3	133	2.123852	0.429	-0.211	0.515209	0.086637
4	131	2.117271	0.571	-0.353	0.56162	0.009809
5	129	2.11059	0.714	-0.498	0.608744	0.105541
6	120	2.079181	0.857	-1.179	0.830266	0.026877
Jumlah	820	12.80144			Max	0.105541

Dari perhitungan nilai D, Tabel 5.7 diatas menunjukkan nilai $D_{mak} = 0,105$ Data pada peringkat $m = 6$, sedangkan untuk derajat kepercayaan 5 % maka diperoleh $D_o = 0,47$. Karena nilai D_{mak} lebih kecil dari nilai D_o ($0,105 < 0,47$) maka persamaan distribusi yang diperoleh memenuhi syarat.

3 Intensitas Curah Hujan

Dalam analisis intensitas hujan yang dilakukan digunakan analisis intensitas hujan menggunakan Model (ABM) Alternating Block Method agar diperoleh hujan rencana yang terdistribusi secara jam-jaman. Kejadian hujan yang digunakan adalah 7 jam, hal ini didasarkan pada maksimum kejadian hujan yang ditentukan dari rumus modifikasi Mononobe, dimana kejadian hujan yang terjadi di lapangan diasumsikan menyebabkan limpasan terlama selama 7 jam.

Berikut ini merupakan contoh langkah-langkah analisis yang dilakukan adalah seperti berikut.

- a. Nilai Intensitas hujan rencana (I)

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{t} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$= \frac{1}{24} \times \left[\frac{24}{156,802} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$= 54,36 \text{ mm/jam}$$

- b. Mengalikan nilai kedalaman hujan (X)

$$X = I \cdot t$$

$$= 54,36 \times 1$$

$$= 54,36 \text{ mm}$$

- c. Menentukan selisih kedalaman hujan (ΔX)

$$\Delta X = X_2 - X_1$$

$$= 54,36 - 0$$

$$= 54,36$$

- d. Menjumlahkan total selisih kedalaman hujan.

- e. Menghitung persentase selisih kedalaman hujan.

- f. Membuat hyetograph % dengan meletakkan nilai dari urutan terbesar ke yang terkecil persentase selisih kedalaman hujan. Nilai persentase terbesar diletakkan pada baris tengah kemudian nilai selanjutnya diletakkan secara selang seling dari bawah keatas baris tengah.

- g. Nilai *hyetograph* hujan jamnya ditentukan dengan mengalikan *hyetograph* % dengan nilai hujan kala ulang.

$$5,009 \times 156,802 = 7,853$$

- h. Menghitung indeks infiltrasi (Φ_{indeks}) dimana didapat dari perhitungan dengan rumus

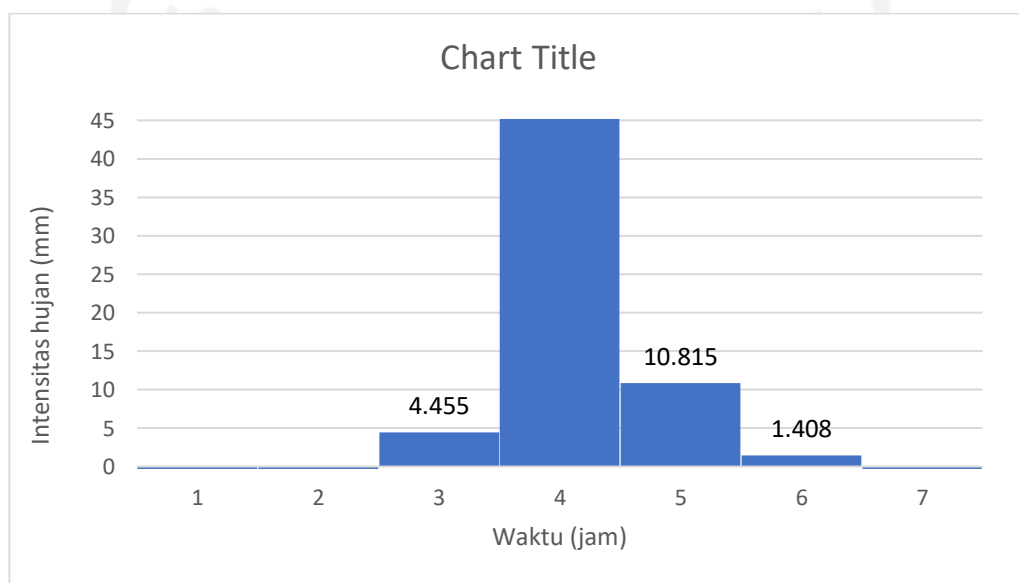
$$\Phi_{\text{indeks}} = 10,4903 - 3,859 \cdot 10^{-6} A^2 + 1,6985 \cdot 10^{-13} \cdot (A/SN)^4$$

$$\Phi_{\text{indeks}} = 10,4903 - 3,859 \cdot 10^{-6} (1,6)^2 + 1,6985 \cdot 10^{-13} \cdot (1,6/(1/4))^4$$

= 10,490

- i. Setelah didapat nilai infiltrasi nilai *hyetograph* dikurangi dengan nilai infiltrasi tersebut untuk mendapatkan hujan efektif

Didapat hasil rekapitulasi perhitungan analisis hujan rencana metode ABM dapat dilihat pada tabel 5.8. Adapun grafik distribusi hujan jam-jaman hasil analisis yang dilakukan dengan metode ABM dapat dilihat pada gambar 5.3 berikut.



Gambar 5. 3 Grafik perhitungan ABM Method

Tabel 5. 8 Intensitas Curah Hujan

T _d	Δt	I _t	X= I _t T _d	Δt	Δt	Hyetograph		Φindeks	Xe
jam	jam	mm/jam	mm	mm	%	%	Mm		(mm)
1	0-1	54.36049292	54.3604929	54.3605	52.2758	5.009	7.85359	10.490	-2.637
2	1-2	34.24496466	68.4899293	14.1294	13.5876	6.408	10.0475	10.490	-0.443
3	2-3	26.13379919	78.4013976	9.91147	9.53137	9.531	14.9455	10.490	4.455
4	3-4	21.57297591	86.2919036	7.89051	7.58791	52.276	81.9699	10.490	71.480
5	4-5	18.59102707	92.9551353	6.66323	6.4077	13.588	21.3057	10.490	10.815
6	5-6	16.46326185	98.7795711	5.82444	5.60107	7.588	11.8981	10.490	1.408
7	6-7	14.85541172	103.987882	5.20831	5.00857	5.601	8.78264	10.490	-1.708
Jumlah				103.988	100	100	156.803		

5.2.4 Analisis Debit Banjir Rencana

Pada perhitungan hubungan antara hujan yang jatuh dan hubungan dengan debit yang terjadi maka dilakukan pengalih-ragaman dari data hujan menjadi debit aliran dimana pengalih-ragaman dilakukan dengan Hidrograf satuan sintetik Nakayasu, dan Hidrograf satuan sintetik Snyder. Berikut ini merupakan perhitungan debit banjir rencana.

1. Perhitungan Hidrograf Satuan dengan Hidrograf Satuan Nakayasu

Berikut ini merupakan Langkah dalam melakukan perhitungan hidrograf satuan nakayasu.

a. Menghitung waktu kelambatan (time lag t_g) dengan menggunakan persamaan

$$\begin{aligned} t_g &= 0,21 \times L^{0,7} \\ &= 0,21 \times 1,6^{0,7} \\ &= 0,2918 \text{ Jam} \end{aligned}$$

b. Menghitung durasi hujan (t_r) dengan menggunakan persamaan

$$\begin{aligned} t_r &= 0,5 t_g \sim t_g \\ &= 0,5 \times 0,2918 \\ &= 0,145 \text{ Jam} \end{aligned}$$

c. Menghitung waktu puncak (t_p) dengan menggunakan persamaan

$$\begin{aligned} t_p &= t_g + 0,8 t_r \\ &= 0,2918 + (0,8 \times 0,145) \\ &= 0,4085 \text{ Jam} \end{aligned}$$

d. Menghitung waktu saat debit $t_{0,3}$ waktu puncak

$$\begin{aligned} t_{0,3} &= \alpha t_g \\ &= 2,7 \times 0,2918 \\ &= 0,875 \text{ Jam} \end{aligned}$$

e. Menghitung debit puncak hidrograf

$$Q_p = \frac{1}{3,6(0,3t_p + t_{0,3})} A R_o$$

$$= \frac{1}{3,6(0,3 \cdot 0,45085 + 0,0,875)} \times 2,112 \times 1$$

$$= 0,587 \text{ m}^3/\text{det}$$

f. Menghitung debit hidrograf Ketika ($0 < t < t_p = 0,4085$)

$$Q = Q_p \left(\frac{t_r}{t_p}\right)^{2,4}$$

$$= 0,587 \left(\frac{0,4085}{0,4085}\right)^{2,4}$$

$$= 0,050 \text{ Jam}$$

g. Menghitung debit hidrograf ketika ($t_p < t < t_{0,3}$) Untuk menentukan nilai debit hidrograf ketika ($t_p = 0,4085 < t < t_{0,3} = 1,28$) digunakan rumus

$$Q = Q_p (0,3)^{\frac{(t-t_p)}{(t_{0,3})}}$$

$$= 0,587 \cdot (0,3)^{\frac{(1-0,4085)}{(0,875)}}$$

$$= 0,2606 \text{ Jam}$$

h. Menghitung debit hidrograf ketika ($t_{0,3} < t < 1,5t_{0,3}$) Untuk menentukan nilai debit hidrograf ketika ($t_{0,3} = 0,87 < t < 1,5t_{0,3} = 1,3132$)

$$Q = Q_p (0,3)^{\frac{t-t_p+1,5 t_{0,3}}{2t_{0,3}}}$$

$$Q = Q_p (0,3)^{\frac{2-0,4085+1,5 \cdot 0,875}{2 \cdot 0,4085}}$$

$$= 0,0659$$

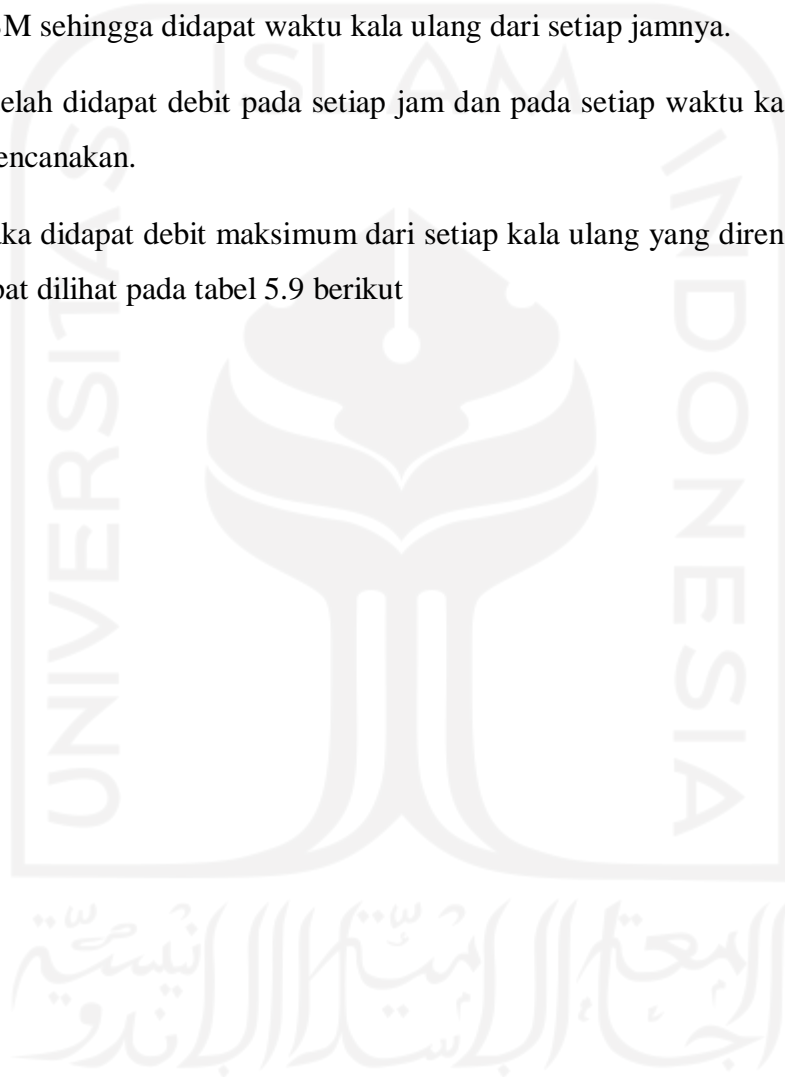
i. Menghitung debit hidrograf ketika ($1,5t_{0,3} < t$) Untuk menentukan nilai debit hidrograf ketika ($1,5 t_{0,3} = 0,875 < t$) digunakan rumus 3.27

$$Q = Q_p (0,3)^{\frac{t-t_p+1,5 t_{0,3}}{2t_{0,3}}}$$

$$= 0,587 \cdot (0,3)^{\frac{3-0,4085+1,5 \cdot 0,875}{2 \times 0,875}}$$

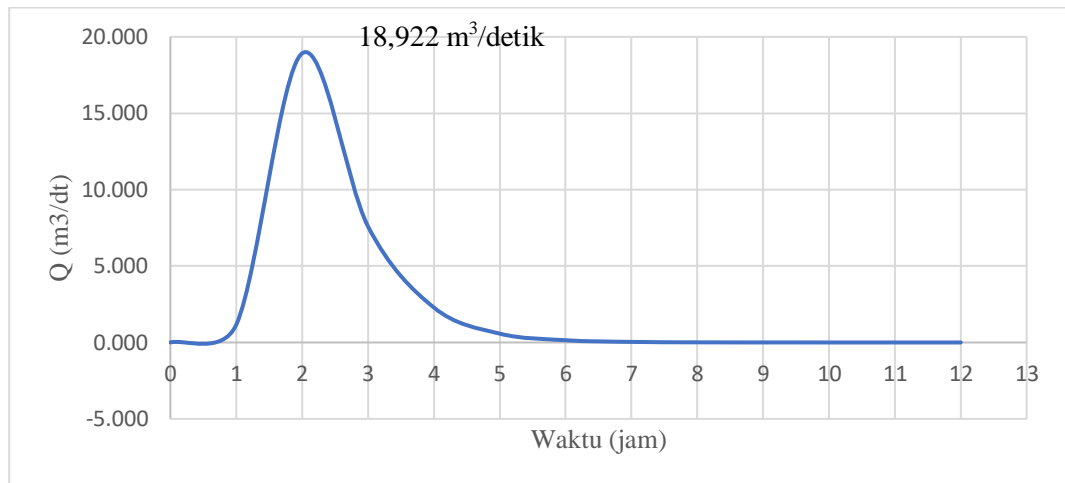
$$= 0,0167 \text{ Jam}$$

- j. Menentukan debit setiap jamnya dengan mengalikan debit hidrograf dengan intensitas hujan jam jaman yang telah dilakukan perhitungan dengan metode ABM sehingga didapat waktu kala ulang dari setiap jamnya.
- k. Setelah didapat debit pada setiap jam dan pada setiap waktu kala ulang yang direncanakan.
- l. Maka didapat debit maksimum dari setiap kala ulang yang direncanakan yang dapat dilihat pada tabel 5.9 berikut



Tabel 5. 9. Analisis Debit Dengan HSS Nakayasu

t (Jam)	Q(m ³ /detik)	X (mm)	X (mm)	X (mm)	X (mm)	Qtotal (m ³ /dt)
		4.4551775	71.480	10.815	1.408	
0	0.0000	0.000				0.000
1	0.2606	1.161	0.000			1.161
2	0.0659	0.293	18.628	0.000		18.922
3	0.0167	0.074	4.709	2.819	0.000	7.601
4	0.0042	0.019	1.190	0.712	0.367	2.288
5	0.0011	0.005	0.301	0.180	0.093	0.578
6	0.0003	0.001	0.076	0.046	0.023	0.146
7	0.0001	0.000	0.019	0.012	0.006	0.037
8	0	0.000	0.005	0.003	0.001	0.009
9	0.0	0.0	0.001	0.001	0.000	0.002
10	0.0	0.0	0.000	0.000	0.000	0.001
11	0	0	0	0.0	0.000	0.000
12	0	0	0	0.0	0.000	0.000



Gambar 5. 4 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

2. Perhitungan Hidrograf Satuan dengan Hidrograf Satuan Synder

Berikut ini merupakan langkah dalam melakukan perhitungan Hidrograf satuan synder

a. Menghitung waktu dari titik berahujan ke debit puncak (t_p)

$$\begin{aligned} t_p &= C_t \times (L \times L_c)^n \\ &= 1 \times (1,6 \times 1,056)^{0,2} \\ &= 1,170 \text{ Jam} \end{aligned}$$

b. Menghitung curah hujan efektif (t_e)

$$t_e = \frac{t_p}{5,5}$$

$$t_p = \frac{1,170}{5,5}$$

$$= 0,213 \text{ Jam}$$

c. Menghitung waktu untuk mencapai puncak (T_p), pada perhitungan ini terdapat beberapa kondisi yang diperhatikan dimana,

jika $t_e > t_r = 1$ jam, maka koreksi $t_p' = t_p + 0,25(t_e - t_r)$

$$t_p' = 1,170 + 0,25(0,213 - 1)$$

$$= 0,974 \text{ Jam}$$

waktu untuk mencapai puncak (T_p) = $t_p' + 0,5$

$$T_p = 0,975 + 0,5$$

$$= 1,474 \text{ Jam}$$

jika $t_e < t_r = 1 \text{ jam}$, (T_p) = $t_p + 0,5 t_r$

$$T_p = 1,170 + 0,5 \times 1$$

$$= 1,670 \text{ Jam}$$

jika $t_e = t_r$, waktu untuk mencapai puncak (T_p) = t_p

$$T_p = 1,641 \text{ Jam}$$

d. Menghitung debit maksimum hidrograf satuan (Q_p)

$$q_p = 0,278 \frac{C_p}{T_p}$$

$$q_p = 0,278 \times \frac{1,670}{1}$$

$$= 0,464 \text{ m}^3/\text{detik}/\text{km}^2$$

$$Q_p = q_p \cdot A$$

$$Q_p = 0,464 \times 2,112$$

$$= 0,980 \text{ m}^3/\text{detik}$$

e. Perhitungan absis nilai X dimana

$$X = \frac{t}{T_p}$$

f. Perhitungan koefisien λ dan α dimana,

$$\lambda = \frac{Q_p \cdot T_p}{A \cdot h}$$

$$= 0,278$$

$$\alpha = 1,32 \lambda^2 + 0,15 \lambda + 0,045$$

$$= 0,189$$

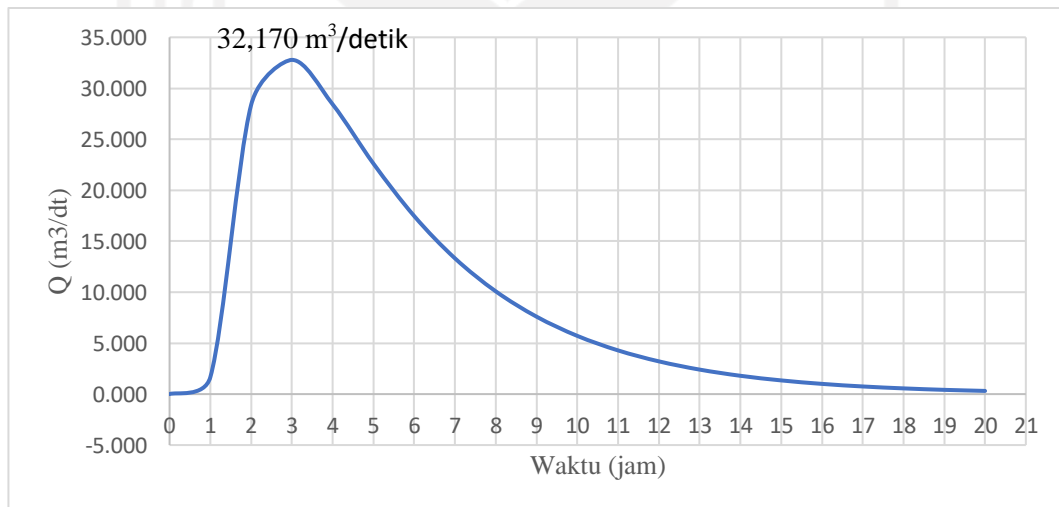
g. Perhitungan besarnya koordinat Y

$$Y = 10^{\frac{(-a(1-x)^2)}{x}}$$

h. Perhitungan besarnya Q_t

$$Q_t = Q_p \cdot Y$$

Berikut ini merupakan hasil perhitungan dengan HSS Snyder dimana rekapitulasi perhitungan dan gambar grafik perhitungan debit dapat dilihat pada tabel 5.10 dan gambar 5.4 berikut



Gambar 5. 5 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Snyder

Tabel 5. 10 Analisis Debit Dengan HSS Snyder

t	x	y	Q (m ³ /detik)	X(mm)	X(mm)	X(mm)	X(mm)	Qtotal (m ³ /dt)
				4.455	71.480	10.815	1.408	
0	0	0	0	0				0.000
1	0.679	0.936	0.373	1.661494	0			1.661
2	1.357	0.960	0.382	1.704043	26.657	0		28.361
3	2.036	0.795	0.317	1.411775	27.340	4.033	0	32.785
4	2.714	0.625	0.249	1.108858	22.651	4.137	0.525	28.421
5	3.393	0.480	0.191	0.852544	17.791	3.427	0.538	22.609
6	4.072	0.365	0.146	0.648519	13.678	2.692	0.446	17.465
7	4.750	0.276	0.110	0.490321	10.405	2.070	0.350	13.315
8	5.429	0.208	0.083	0.369303	7.867	1.574	0.269	10.080
9	6.107	0.156	0.062	0.277448	5.925	1.190	0.205	7.598
10	6.786	0.117	0.047	0.208069	4.451	0.897	0.155	5.711
11	7.465	0.088	0.035	0.155838	3.338	0.674	0.117	4.284
12	8.143	0.066	0.026	0.116605	2.500	0.505	0.088	3.210
13	8.822	0.049	0.020	0.087184	1.871	0.378	0.066	2.402
14	9.501	0.037	0.015	0.065148	1.399	0.283	0.049	1.796
15	10.179	0.027	0.011	0.048659	1.045	0.212	0.037	1.342
16	10.858	0.020	0.008	0.036329	0.781	0.158	0.028	1.003
17	11.536	0.015	0.006	0.027115	0.583	0.118	0.021	0.749
18	12.215	0.011	0.005	0.020233	0.435	0.088	0.015	0.559
19	12.894	0.009	0.003	0.015094	0.325	0.066	0.011	0.417
20	13.572	0.006	0.003	0.011258	0.242	0.049	0.009	0.311

5.3 Analisis Hidrolika

Pada perencanaan kolam retensi, analisis hidrolika dilakukan setelah dilakukannya analisis frekuensi. Tujuan pada perhitungan ini adalah dimaksudkan untuk mendapatkan nilai debit limpasan air banjir (*inflow*) yang digunakan sebagai perencanaan volume serta dimensi kolam tampungan. Selain itu juga didapat nilai output keluar air (*outflow*) kolam retensi yang digunakan.

5.3.1 Volume Aliran Air Masuk

Perhitungan nilai aliran air yang masuk dengan nilai debit (*inflow*) yang telah didapat dari nilai debit hidrograf limpasan pada Analisa Metode HSS Nakayasu dan Metode HSS Snyder yang didapatkan berdasarkan satuan waktu. Kemudian nilai satuan waktu pada setiap jam nya diakumulasikan sehingga didapat bilai volume aliran masuk secara total. Berikut ini merupakan rekapitulasi hasil perhitungan volume aliran masuk dapat dilihat pada tabel 5.11 dan tabel 5.12 berikut ini.

Tabel 5. 11 Analisis Perhitungan Nilai Volume Air HSS Nakayasu

Waktu(t)	Aliran Masuk(Q)	Voume(V)	Volume Komulatif
Jam	m ³ /detik	m ³	m ³
0	0	0	0
1	1.1610722	2089.93	2089.93
2	18.9219233	36149.39	38239.32
3	7.6014862	47742.14	85981.46
4	2.2882964	17801.61	103783.07
5	0.5784081	5160.07	108943.14
6	0.1462031	1304.30	110247.44
7	0.0369555	329.69	110577.12
8	0.0093412	83.33	110660.46
9	0.0023611	21.06	110681.52
10	0.0005968	5.32	110686.84
11	0.0000699	1.20	110688.04
12	0.0000179	0.16	110688.20

Tabel 5. 12 Analisis Perhitungan Nilai Volume Air HSS Snyder

Waktu(t)	Aliran Masuk(Q)	Voume(V)	Volume Komulatif
Jam	m ³ /detik	m ³	m ³
0	0.0000000	0.00	0.00
1	1.661494	2880.00	2880.00
2	28.3613412	54041.10	56921.10
3	32.7851915	110063.76	166984.86
4	28.4213735	110171.82	277156.68
5	22.6089459	91854.57	369011.25
6	17.4648600	72132.85	441144.10
7	13.3153050	55404.30	496548.40
8	10.0798416	42111.26	538659.67
9	7.5978392	31819.83	570479.49
10	5.7109498	23955.82	594435.31
11	4.2843654	17991.57	612426.88
12	3.2096702	13489.26	625916.14
13	2.4020662	10101.13	636017.27
14	1.7962476	7556.96	643574.23
15	1.3423915	5649.55	649223.78
16	1.0027173	4221.20	653444.98
17	0.7486950	3152.54	656597.52
18	0.5588424	2353.57	658951.09
19	0.4170190	1756.55	660707.64
20	0.3111167	1310.64	662018.28

Dari tabel tersebut didapat nilai volume air masuk dikalikan debit aliran masuk (m³/detik) terhadap waktu dalam satuan detik sehingga didapatkan nilai volume air masuk (m³) pada setiap jam tersebut kemudian diakumulasikan. Berdasarkan perhitungan volume air yang telah dilakukan didapatkan bahwa hasil analisis volume air dengan menggunakan metode HSS Snyder sebagai inflow diperoleh volume air yang lebih besar daripada metode HSS Nakayasu. Maka dari itu pada perhitungan ini digunakan metode HSS Snyder dalam mendesain kolam retensi agar sesuai dengan perencanaan luas area yang ditinjau dimana direncanakan luas area yang akan dibangun kolam retensi adalah sebesar 30000 m²

5.3.2 Penelusuran Aliran

Pada saat digunakan metode penelusuran aliran yang dilakukan dengan metode penelusuran waduk didapatkan sejumlah volume aliran air melimpas yang merupakan hasil dari pengurangan nilai (inflow) dari pengolahan data dengan metode HSS Nakayasu dan HSS Snyder terhadap aliran air keluaranya. Aliran air yang melimpas tersebut dinyatakan dalam satuan volume air yang dijadikan sebagai rencana desain volume tampungan. Berikut ini merupakan tahapan perhitungan penelusuran waduk untuk mendapatkan kapasitas kolam tampungan.

- a. Mencari konstanta C_0 dengan menggunakan rumus pada

$$\begin{aligned} C_0 &= \frac{\frac{\Delta t}{K}}{2 + \left(\frac{\Delta t}{K}\right)} \\ &= \frac{1/2}{2 + \left(\frac{1}{2}\right)} \\ &= 0,2 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

- b. Mencari konstanta C_1 dengan menggunakan rumus pada

$$\begin{aligned} C_0 &= C_1 \\ C_1 &= 0,2 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

- c. Mencari konstanta C_2 dengan menggunakan rumus pada

$$\begin{aligned} C_2 &= \frac{2 - \frac{\Delta t}{K}}{2 + \left(\frac{\Delta t}{K}\right)} \\ &= \frac{2 - \left(\frac{1}{2}\right)}{2 + \left(\frac{1}{2}\right)} \\ &= 0,6 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

- d. Mencari konstanta C_0 dikalikan dengan debit inflow I_2

$$C_0 I_2 = 0,2 \times 18,9$$

$$= 3,78 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- e. Mencari konstanta C_1 dikalikan dengan debit inflow I_1 , Nilai inflow pada jam ke 0 belum ada atau 0

$$C_1 I_1 = 0,2 \times 1,2$$

$$= 0,232 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- f. Mencari konstanta C_2 dikalikan dengan dengan debit outflow, karena nilai inflow pada jam ke 0 tidak ada maka outflow pada jam ke 0 sama dengan 0

$$C_2 O_1 = 0,6 \times 0,23$$

$$= 0,14 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- g. Mencari debit outflow, dimana debit outflow pada jam ke 0 tidak ada dikarenakan tidak ada aliran masuk (inflow) pada jam ke 0. Sedangkan untuk jam selanjutnya dapat digunakan rumus seperti contoh berikut.

$$O_2 = C_0 I_2 + C_2 I_1 + C_2 O_1$$

$$= 3,78 + 0,232 + 0,14$$

$$= 4,16 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- h. Mencari debit inflow dikurangi outflow(I-O)

$$I-O = 18,9 - 4,16$$

$$= 14,77 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- i. Mencari kapasitas tampungan air (*storage*)

$$S = 0,5 \times (I-O) \times 3600$$

$$= 0,5 \times 14,77 \times 3600 = 26578,79 \text{ m}^3$$

- j. Mencari kapasitas tampungan air (*storage*) kumulatif

$$S_{\text{kum}} = S_{\text{kum1}} + S_2$$

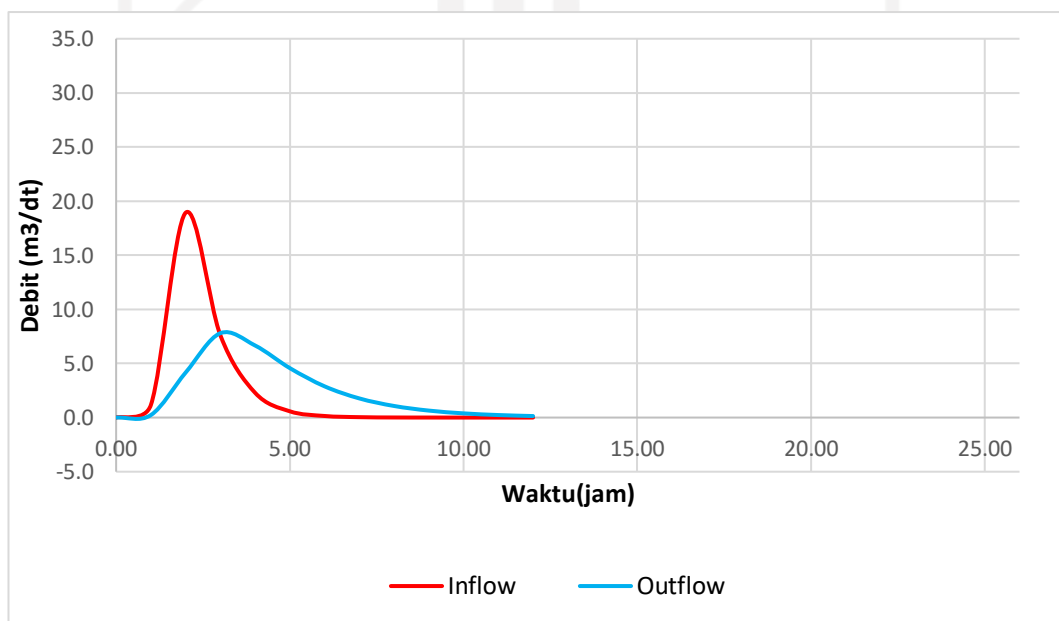
$$= 1671,94 + 26578,79$$

$$= 28250,74 \text{ m}^3$$

Berikut ini merupakan rekapitulasi perhitungan penelusuran aliran yang telah dilakukan.

Tabel 5. 13 Penelusuran Aliran Menggunakan Debit Inflow HSS Nakayasu

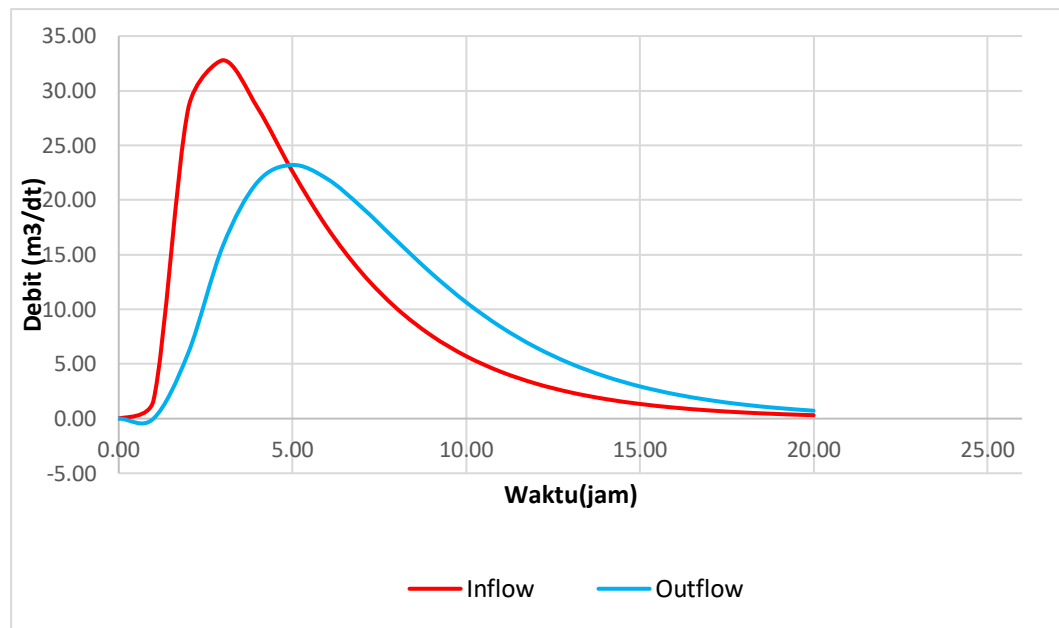
t	inflow	C ₀ I ₂	C ₁ I ₁	C ₂ O ₁	O	I-O	S	Skum
Jam	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³
0.00	0.0				0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	1.2	0.23	0.00	0.00	0.23	0.93	1671.94	1671.94
2.00	18.9	3.78	0.232	0.14	4.16	14.77	26578.79	28250.74
3.00	7.6	1.52	3.78	2.49	7.80	-0.20	0.00	28250.74
4.00	2.3	0.46	1.52	4.68	6.66	-4.37	0.00	28250.74
5.00	0.6	0.12	0.46	3.99	4.57	-3.99	0.00	28250.74
6.00	0.1	0.03	0.12	2.74	2.89	-2.74	0.00	28250.74
7.00	0.0	0.01	0.03	1.73	1.77	-1.73	0.00	28250.74
8.00	0.0	0.00	0.01	1.06	1.07	-1.06	0.00	28250.74
9.00	0.0	0.00	0.00	0.64	0.64	-0.64	0.00	28250.74
10.00	0.0	0.00	0.00	0.39	0.39	-0.39	0.00	28250.74
11.00	0.0	0.00	0.00	0.23	0.23	-0.23	0.00	28250.74
12.00	0.0	0.00	0.00	0.14	0.14	-0.14	0.00	28250.74



Gambar 5. 6 Grafik Inflow dan Outflow Penelusuran Aliran HSS Nakayasu

Tabel 5. 14 Penelusuran Aliran Menggunakan Debit Inflow HSS Snyder

T	inflow	C _o I ₂	C ₁ I ₁	C ₂ O ₁	O	I-O	S	Skum
Jam	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³ /dt	m ³	m ³
0.00	0.00				0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	1.66	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.00	28.36	5.67	0.33	0.00	6.00	28.36	51050.41	51050.41
3.00	32.79	6.56	5.67	3.60	15.83	16.96	30520.59	81571.00
4.00	28.42	5.68	6.56	9.50	21.66	6.76	12170.47	93741.47
5.00	22.61	4.52	5.68	13.00	23.20	-0.59	0.00	93741.47
6.00	17.46	3.49	4.52	13.92	21.94	-4.47	0.00	93741.47
7.00	13.32	2.66	3.49	13.16	19.32	-6.00	0.00	93741.47
8.00	10.08	2.02	2.66	11.59	16.27	-6.19	0.00	93741.47
9.00	7.60	1.52	2.02	9.76	13.30	-5.70	0.00	93741.47
10.00	5.71	1.14	1.52	7.98	10.64	-4.93	0.00	93741.47
11.00	4.28	0.86	1.14	6.38	8.38	-4.10	0.00	93741.47
12.00	3.21	0.64	0.86	5.03	6.53	-3.32	0.00	93741.47
13.00	2.40	0.48	0.64	3.92	5.04	-2.64	0.00	93741.47
14.00	1.80	0.36	0.48	3.02	3.86	-2.07	0.00	93741.47
15.00	1.34	0.27	0.36	2.32	2.95	-1.60	0.00	93741.47
16.00	1.00	0.20	0.27	1.77	2.24	-1.23	0.00	93741.47
17.00	0.75	0.15	0.20	1.34	1.69	-0.94	0.00	93741.47
18.00	0.56	0.11	0.15	1.02	1.28	-0.72	0.00	93741.47
19.00	0.42	0.08	0.11	0.77	0.96	-0.54	0.00	93741.47
20.00	0.31	0.06	0.08	0.58	0.72	-0.41	0.00	93741.47



Gambar 5. 7 Grafik Inflow dan OutFlow Penelusuran Aliran HSS Snyder

Dari perhitungan penelusuran waduk diatas didapat kapasitas kolam dengan perhitungan HSS Snyder dengan kapasitas lebih besar dari perhitungan dengan HSS Nakayasu dimana dengan HSS Nakayasu didapat kapasitas maksimum sebesar 28250.74m^3 , sedangkan perhitungan kapasitas dengan menggunakan HSS Snyder sebesar 93741.47m^3 . Karena direncanakan luas kolam dengan kapasitas 30000 m^2 agar didapat tinggi muka air yang sesuai maka dengan menggunakan HSS Snyder didapat tinggi muka air sebesar $3,12\text{ m}$. dengan dimensi kolam tampungan sebesar $200 \times 150\text{ m}$.

5.3.3 Analisis Kebutuhan Pintu Romijn

Pada perencanaan pintu air akan dilakukan perhitungan untuk jenis pintu air romijn dimana saat mercu diperlukan untuk menampung aliran sungai sehingga tampungan dapat berfungsi sesuai kapasitas. Debit maksimum yang masuk ke kolam tampungan pada debit maksimum sebesar $32.17\text{ m}^3/\text{detik}$. Pada perencanaan pintu romijn terlebih dahulu lebar bangunan pembagi banjir yang sesuai agar didapat lebar pintu yang efektif sesuai perencanaan. Berikut ini merupakan perhitungan lebar efektif pintu.

1. Debit rencana volume yang masuk kedalam pintu romijn sebesar

$$V = 114078,79 \text{ m}^3$$

Sedangkan lama waktu yang direncanakan untuk mengisi kolam retensi adalah 3 jam maka dari itu debit yang direncanakan masuk ke tampungan adalah

$$\begin{aligned} Q &= V/t \\ &= 112287,85 / (3 \times 3600) \\ &= 10,56 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

2. Mencari lebar efektif pintu

$$Q = C_d \times C_v \times \frac{2}{3} \times \sqrt{\left(\frac{2}{3} \times g\right)} \times B \times h_1^{1,5}$$

. (Kriteria Perencanaan 04, 1986)

3. Mencari lebar pintu yang direncanakan

Dimana :

$$Q = 32,17 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$H_1 = 2,5 \text{ m}$$

$$V_1 = 1,2 \times H_1 = 3 \text{ m/detik}$$

$$h_1 = H_1 - \frac{V_1^2}{2g}$$

$$= 2,5 - \frac{3^2}{2 \times 9,81}$$

$$= 2,04 \text{ m}$$

$$C_d = 0,931 + 0,1(2,5/3)$$

$$= 1,013$$

$$C_v = C_d \cdot A' / A_1$$

$$C_v = C_d * \frac{B \cdot h_1}{B \cdot (h_1 + 0,5)} = C_d * \frac{h_1}{(h_1 + 0,5)}$$

$$= 1,013 \frac{2,04}{2,04+0,5}$$

$$= 0,8139$$

$$B = \frac{32,17}{C_d \times C_{vx} \sqrt{\frac{2}{3} \times g} \times h_1^{1,5}}$$

$$= \frac{32,17}{1,013 \times 0,813 \times \sqrt{\frac{2}{3} \times 9,81} \times 2,014^{1,5}}$$

$$B = 7,84 \text{ m}$$

Direncanakan jumlah pintu romijn sebanyak 3 buah sehingga lebar efektif pintu adalah $7,84 \text{ m} / 3 = 2,6 \text{ m} \sim 2 \text{ m}$

4. Lebar Tiap Pintu Romijn yang direncanakan :

$$b_p = B_e + (K_p + K_a) \cdot H_{\max}$$

b_p = Lebar Pintu Romijn di Pinggir

B_e = Lebar Efektif Tiap Pintu Romijn = 2 m

K_p = Koefisien Pilar = 0,01

K_a = Koefisien Abutmen = 0,1

H_{\max} = Tinggi muka air = 2 m

Maka :

$$b_p = 2 + (0,01 + 0,1) \times 2 = 2,22 \text{ m diambil } b_p = 2,0 \text{ m}$$

Dari perhitungan lebar tiap pintu di atas maka lebar tiap pintu diambil yang terbesar

$$b_r = 2,0 \text{ m}$$

5. Lebar pintu direncanakan

$$B_r = N \times b_r + \sum t + \sum b$$

B_r = lebar total bangunan pintu

$N = \text{jumlah pintu} = 3 \text{ buah}$

$B_p = \text{lebar tiap pintu Romijn} = 2 \text{ m}$

$\sum t = \text{lebar pilar} = 0,8 \text{ m} = 1,6 \text{ m}$

$\sum b = \text{lebar abutmen} = 2 \times 0,8 = 1,6 \text{ m}$

Maka :

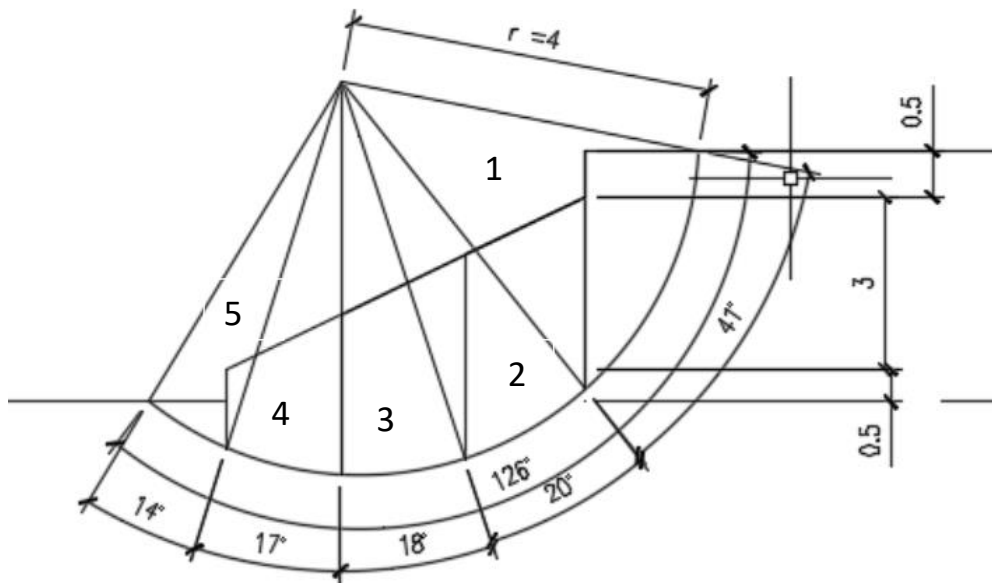
$$\begin{aligned} Br &= N \times b_p + \sum t + \sum b \\ &= 3 \times 2 + 1,6 + 1,6 \\ &= 9,2 \text{ m} \end{aligned}$$

Pada perencanaan pintu air karena tidak menggunakan pompa maka digantikan dengan pintu air dimana ketika air masuk pintu akan dibuka kemudian pintu akan ditutup ketika volume kapasitas kolam telah terpenuhi selain itu pada perencanaan kolam retensi ini terdapat beda tinggi elevasi pintu dengan kolam tampungan itu sendiri sehingga air akan masuk dikarenakan perbedaan tinggi tersebut.

5.4 Analisis Stabilitas Kolam Tampungan

5.4.1 Stabilitas Lereng Pada Kolam

Pada perencanaan kolam retensi perlu adanya perhitungan stabilitas lereng agar dapat diketahui faktor keamanan pada saat perencanaannya berikut ini merupakan perhitungan lereng dengan menggunakan metode irisan



Gambar 5. 8 Stabilitas Lereng Kolam Tampungan

$$\gamma_{\text{tanah}} = 1,65 \text{ T/m}^3$$

$$C = 1 \text{ T/m}^2$$

$$\emptyset = 26,5$$

$$K_h = 0,15$$

$$K_a = 0,38$$

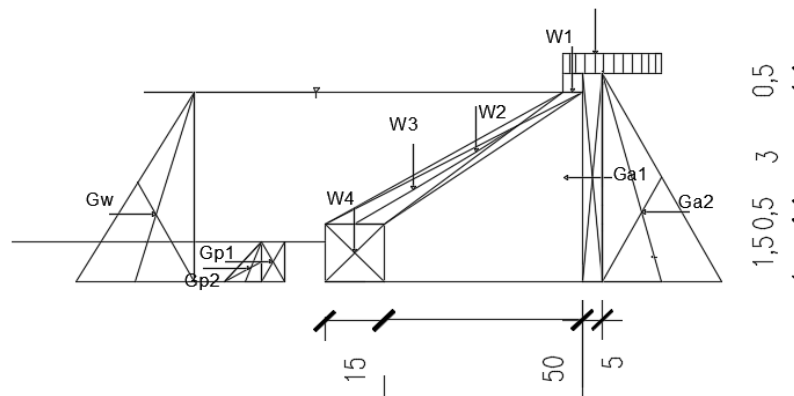
Tabel 5. 15 Perhitungan Stabilitas Lereng

irisan	Luas (A) m^2	∂ tanah t/m^3	W ($\partial \times A$) ton	α	Sin α	Cos α	Wsin α	Wcos α
1	3.1	1.65	5.115	41	0.65606	0.75471	3.35574	3.86034
2	5.32	1.65	8.778	20	0.34202	0.93969	3.00225	8.24862
3	5.1	1.65	8.415	18	0.30902	0.95106	2.60038	8.00314
4	2.9	1.65	4.785	-17	-0.2924	0.9563	-1.399	4.57592
5	0.74	1.65	1.221	-14	-0.2419	0.9703	-0.2954	1.18473
Total			28.314				7.26399	25.8728

$$\begin{aligned}\Delta L &= \frac{\theta}{360} \times 2\pi r \\ &= \frac{126}{360} \times 2 \times 3,14 \times 4 \\ &= 8,792 \\ FS &= \frac{\Sigma(C\Delta L + W_n \cos \alpha_n \tan \phi)}{\Sigma W_n \sin \alpha_n} \\ &= \frac{(1 \times 8,792 + 25,872 \times \tan 26,5)}{7,264} \\ &= 2,986 > 1,5 (\text{Aman})\end{aligned}$$

5.4.2 Perkuatan Dinding Pada Kolam Retensi

Selain stabilitas pada dinding kolam retensi untuk keamanan pada dinding kolam retensi tersebut perlu adanya perkuatan agar kolam dinding tersebut dapat menahan beban yang terdapat pada kolam retensi tersebut. Berikut ini merupakan perhitungan perkuatan pada kolam retensi



Gambar 5. 9 Perkuatan Dinding Kolam Retensi

$$\rho_{\text{tanah}} = 1,65 \text{ T/m}^3$$

$$\Phi = 26,5^\circ$$

$$C = 1 \text{ T/m}^2$$

$$\rho_{\text{pas batu}} = 2,2 \text{ T/m}^3$$

1. Gaya-gaya dan momen horizontal

Pada perhitungan ini perkuatan dilihat secara horizontal dari kolam tampungan dimana gaya-gaya horizontal yang bekerja pada bangunan. Berikut ini merupakan tabel perhitungan gaya-gaya dan momen horizontal.

Tabel 5. 16 Gaya-gaya dan Momen Horizontal

Gaya Horizontal			Lengan		Momen
Ga1	$q \times K \times x \times h_1$	0.209	$1/2h_1$	2.75	0.57475
Ga2	$1/2 \times \sigma \times x \times h_1$	6.092947298	$1/3h_1$	1.83	11.1704
Gp1	$\sigma_1 \times h_2$	2.853175799	$1/2h_2$	0.50	1.426588
Gp2	$1/2 \times \sigma_2 \times h_2$	-0.4544121	$1/3h_2$	0.33	-0.15147
Gw	$1/2 \times \sigma_w \times h_w$	4.755292999	$1/3h_w$	1.67	7.925488
		13.247004		7.08	20.94576

2. Gaya-gaya dan momen vertikal

Sedangkan pada perhitungan ini dilihat dari momen secara vertikal pada bangunan dimana beban yang bekerja pada kolam retensi secara vertikal dapat dilihat pada tabel perhitungan berikut

Tabel 5. 17 Gaya-gaya dan Momen Vertikal

	Gaya Vertikal		Lengan	Momen
W1	$0,5 \times 0,5 \times 2,2 \times 1$	0.55	6.25	3.4375
W2	$0,5 \times 3 \times 2,2 \times 1$	3.3	3.25	10.725
W3	$(1/2 \times 1,2 \times 3) \times 1 \times 2,2 \times 0$	16.5	1.2	19.8
W4	$2 \times 1,2 \times 1 \times 2,2$	2.2	0.25	0.55
q	$0,1 \times 0,5$	0.05	6.25	0.3125
Total		22.6	17.2	34.825

3. Cek Stabilitas

Setelah diketahui gaya-gaya dan momen yang bekerja maka perhitungan selanjutnya ialah perhitungan faktor keaman pada bangunan dilihat dari

kontrol guling dan kontrol geser. Berikut ini merupakan perhitungan kontrol guling dan geser pada perkuatan bangunan.

a. Kontrol guling

$$\text{Syarat : } \frac{\sum M_{\text{tahan}}}{\sum M_{\text{Guling}}} \geq 1,5$$

$$\frac{\sum M_v + \sum Pp \cdot Yp}{\sum M_H} \geq 1,5$$

$$\frac{17,2 + 17,89}{20,945} = 1,675 \geq 1,5 \text{ (Aman)}$$

b. Kontrol geser

$$\text{Syarat : } \frac{\sum G \tan \phi + B \cdot C + \sum Pp}{\sum H} \geq 1,5$$

$$\frac{24,8 \cdot \tan 26,5 + 1 \cdot 1 + 24,2}{13,24} = 1,798 \geq 1,5 \text{ (Aman)}$$

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari Analisa perhitungan dan perancangan pengendalian banjir dengan menggunakan kolam retensi maka didapat kesimpulan sebagai berikut

1. Dengan menggunakan HSS Snyder didapat kapasitas yang bisa menampung sebesar 93741.47 m³
2. Kolam retensi direncanakan seluas 30000 m² dengan tinggi kolam 3,12 meter direncanakan dapat menampung volume kolam genangan maksimum sebesar 93741.47 m³. Selain itu dimensi kolam retensi sendiri adalah 200 x 150 m dengan pintu sebagai tempat masuknya air.
3. Pada perencanaan kolam retensi karena tidak digunakan pompa sebagai pengendali banjir maka digunakan pintu romijn sebanyak 3 buah dengan lebar total sebesar 9,2 m
4. Sedangkan pada perencanaan kolam retensi juga dipertimbangkan stabilitas pada kolam tampungan tersebut didapat stabilitas lereng sebesar 2,986 dan dinyatakan aman dan perhitungan perkuatan pada dinding kolam dan telah dinyatakan aman.

6.2. SARAN

Pada perancangan ini penulis juga memberikan beberapa saran terkait penanganan banjir antara lain

1. Dapat dilakukan perancangan detail bangunan yang lebih banyak variasi antara lain kombinasi pada inflow maupun outflow kolam retensi seperti penggunaan pompa dan lain sebagainya.
2. Dapat dilakukan penelitian lebih mengenai analisi sedimentasi yang terjadi pada kolam polder dan direncanakan desain dengan metode yang berbeda

DAFTAR PUSTAKA

- DPU Dirjen. Pengairan. 1986. Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan KP-04
- Soewarno. 1995. Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data Jilid 1. Nova. Bandung
- Iswara Tyas Mawening, Theresia. P. 2009. *Perencanaan Sistem Polder Sawah Besar Pada Sistem Drainase Kali Tenggang*. Semarang.
- Kamiana, I Made., 2010. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Prakoso, A. B. (2017). *Perencanaan Kolam Retensi Untuk Penanggulangan Banjir Di Kecamatan Tembalang*. Semarang.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi. Yogyakarta
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*, Beta Offse Yogyakarta.
- Soemarto CD., 1995, Hidrologi Teknik, Penerbit Erlangga, Jakarta
- M. Das, Braja. 1995. Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis). Erlangga. Jakarta
- Zevri, A. (2019). Desain kolam retensi pada daerah aliran Sungai Bekala. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-UNAND)*, 15(2), 90-102.
- Direktorat Jendral Cipta Karya. 2012. Tata Cara Pembuatan Kolam Retensi dan Polder dengan Saluran-Saluran Utama. Penerbit Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jendral Sumber Daya Air. 2013. Kriteria Perencanaan Bagian Saluran. Penerbit Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta.

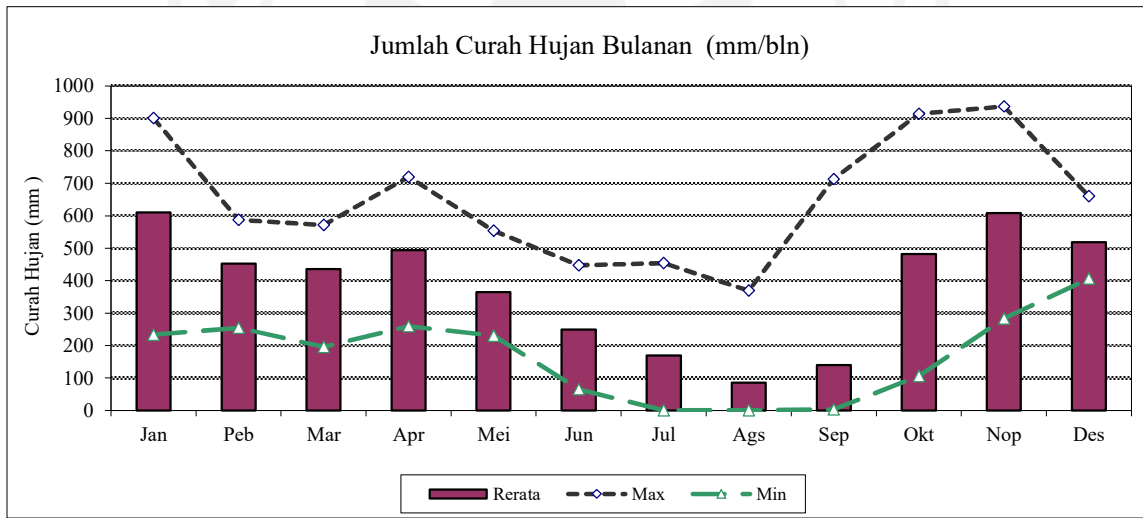


LAMPIRAN 1
DATA CURAH HUJAN BULANAN
STASIUN KETENGER

Curah Hujan Bulanan (mm)

Nama Stasiun	Ketenger		
No Stasiun	25	Elevasi	
No In Database		Tipe alat	Biasa
Lintang Selatan	-7.4072	Pemilik	BMG/Pengairan
Bujur Timur	109.09	Operator	S1

Tahun	Jan	Peb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nop	Des	Tahunan	
													Total (mm/thn)	R ₂₄ (mm)
2009	801	572	571	522	345	349	0	0	45	650	578	439	4872	129
2010	901	587	528	578	554	338	454	369	713	914	556	619	7111	131
2011	415	518	524	354	539	111	3	5	28	129	937	406	3969	144
2012	640	447	196	532	230	65	3	0	13	552	578	660	3916	120
2013	670	336	543	259	275	447	358	28	33	543	283	476	4251	163
2014	233	254	250	720	242	186	201	108	3	106	718	510	3531	133
Max	901.0	587.0	571.0	720.0	554.0	447.0	454.0	369.0	713.0	914.0	937.0	660.0	7111.0	
Rerata	610.0	452.3	435.3	494.2	364.2	249.3	169.8	85.0	139.2	482.3	608.4	518.3	4608.4	
Min	233.0	254.0	196.0	259.0	230.0	65.0	0.0	0.0	3.0	106.0	283.0	406.0	3531.0	





LAMPIRAN 2
DATA TANAH GERILYA
SOEDIRMAN PURWOKERTO

الجمعة الإسلامية الأندونيسية

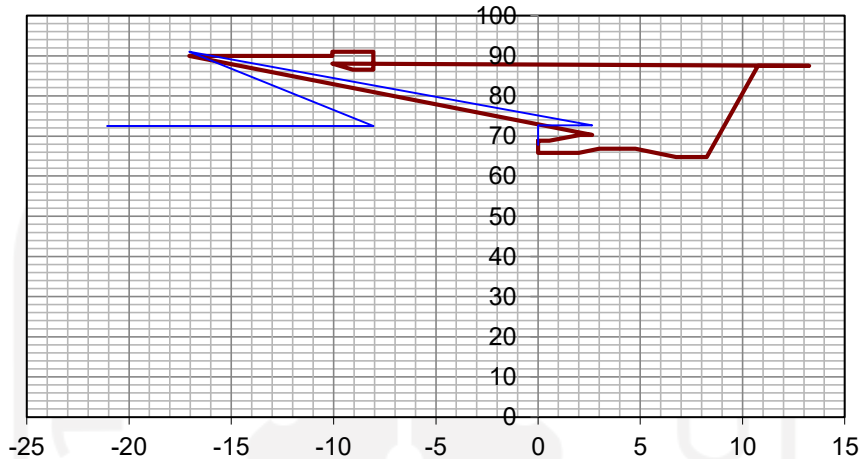
A.3 Stabilitas Bendung

Konstruksi : Beton Siklop

Elevasi mercu bendung : **70.30** m

Muka air banjir hulu : 72.65 m

(degradasi : 1.00 meter) hilir : **72.45** m



Lebar Bendung = **3.00** meter
 Tinggi Bendung = 1.50 meter
 Tubuh Bendung = **-17.06** meter
 Panjang Bendung = **-8.05** meter
 Lantai Hulu = **15.00** m ~ Elevasi : 68.80 m
 Kolam Olakan = **9.00** m ~ Elevasi : **90.00** m

Faktor Aman		Kondisi Pembebanan			
		Normal	Gempa	Q ₁₀₀	
1	Guling (e _{max} / e)	4.07	2.10	?	0.16
2	Penurunan	-0.07	-0.21	-0.09	
3	Geser	9.69	2.55	?	-1.05
4	Rembesan	C _{lane's}	-2.83 > 5.50	? #####	
		C _{Bligh's}	-4.77 > 10.50	? #####	

Koefisien Gempa $K_h = 0.15$
 Parameter Tanah Pondasi $\phi = 26.5$
 $\gamma = 1.65$ ton/m³
 N-SPT = 50
 $k = 10^{-3} \sim 10^{-5}$ cm/detik
 Tebal Lantai hulu = **0.40** m
 Koperan : d = **1.10** m
 L = **3.00** m

Volume = **1,032 m³**



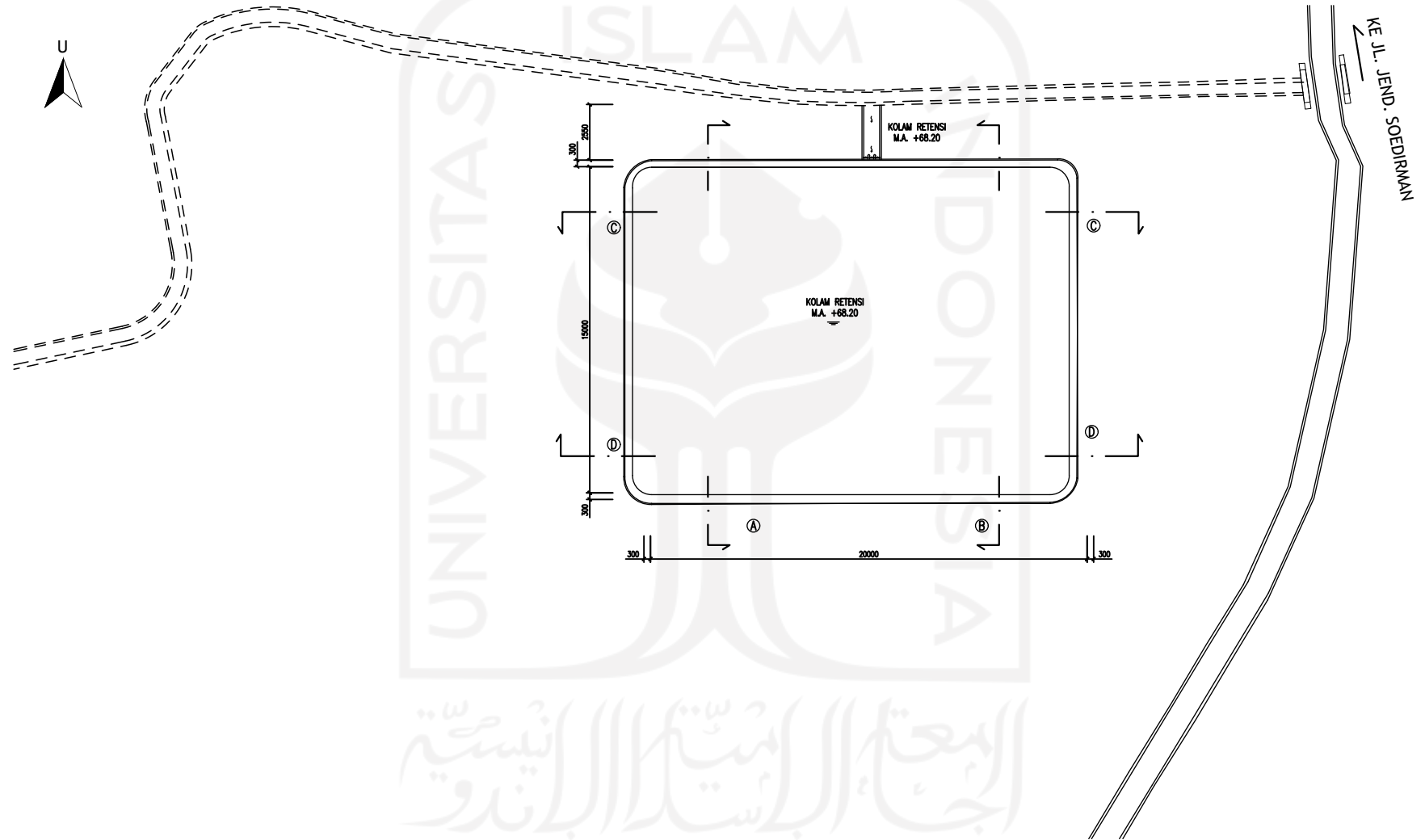
LAMPIRAN
GAMBAR DESAIN PERENCANAAN
KOLAM RETENSI

الجمعة الإسلامية الأندونيسية

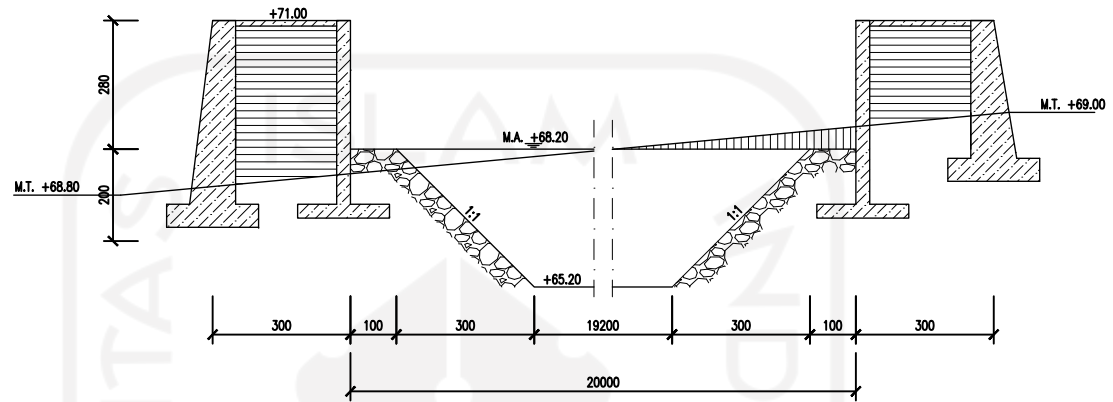
**LAMPIRAN 3 PLOTTING LOKASI KOLAM RETENSI GERILYA SOEDIRMAN
PURWOKERTO**



LAMPIRAN 4 DENAH KOLAM RETENSI

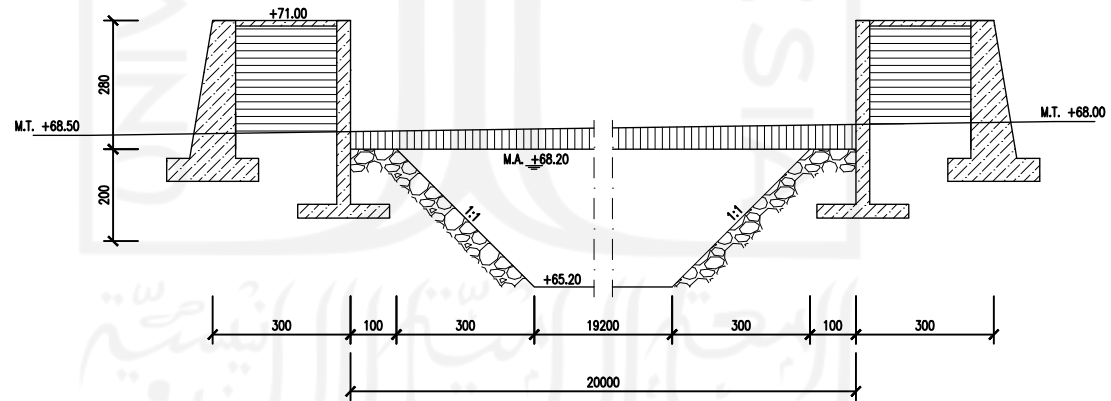


SKALA 1: 100



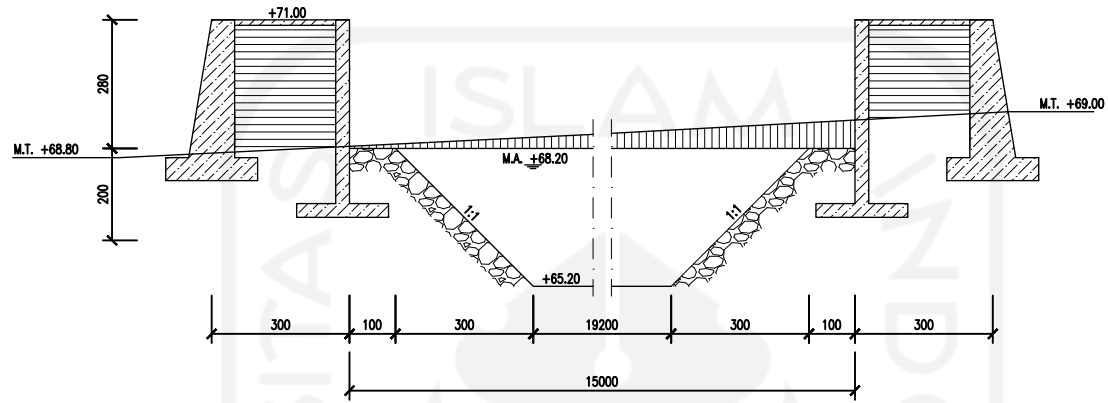
POTONGAN A-A

LAMPIRAN 5
POTONGAN A-A DAN
POTONGAN B-B



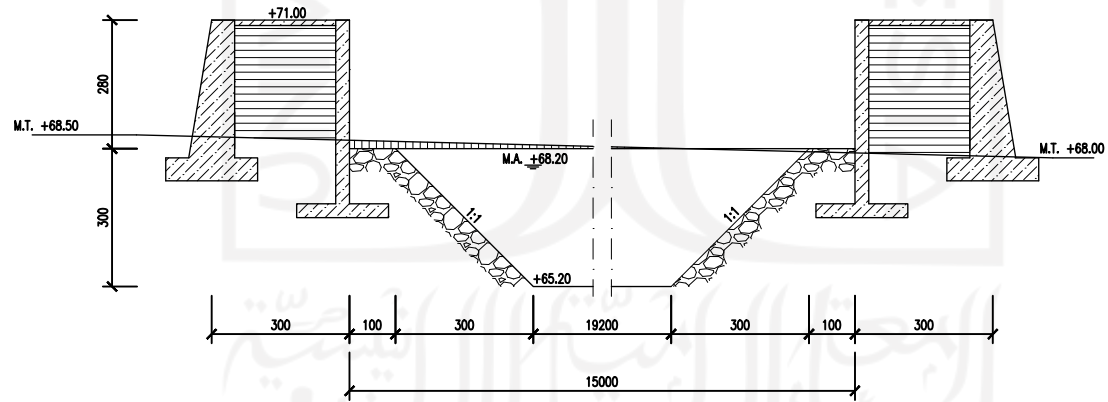
POTONGAN B-B

SKALA 1:1700



POTONGAN C-C

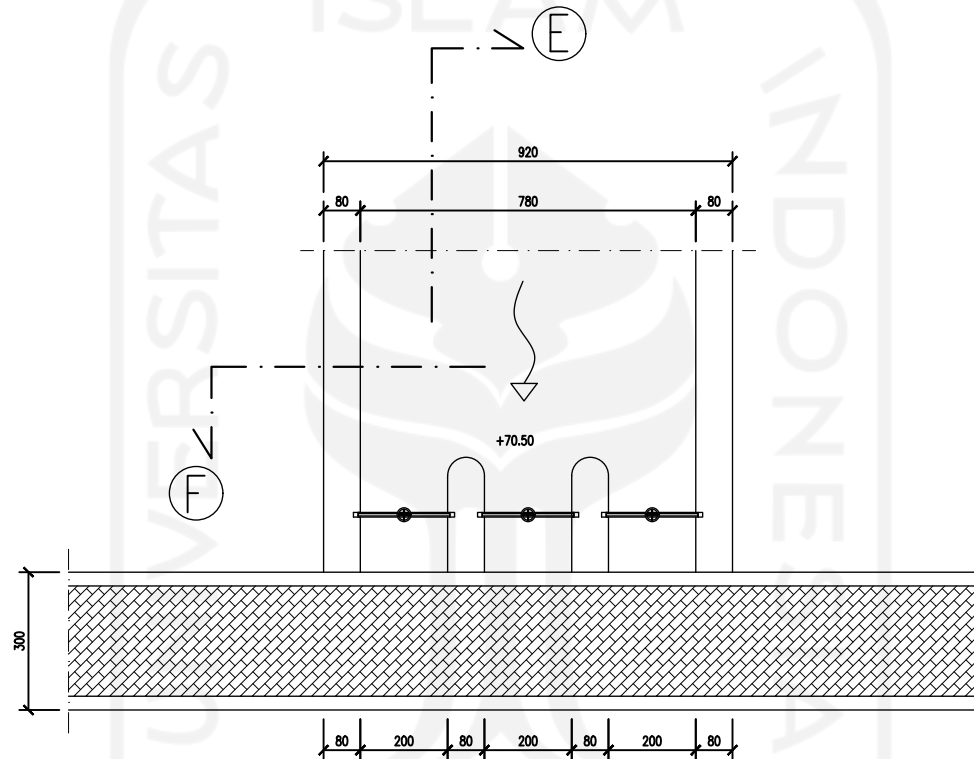
LAMPIRAN 6
 POTONGAN C-C DAN
 POTONGAN D-D



POTONGAN D-D

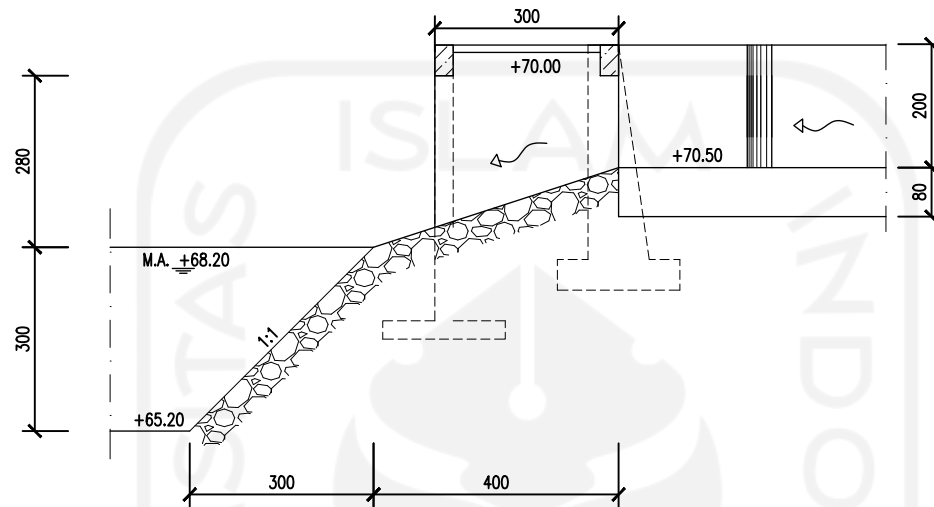
SKALA 1:1700

LAMPIRAN 7
DENAH SALURAN INLET

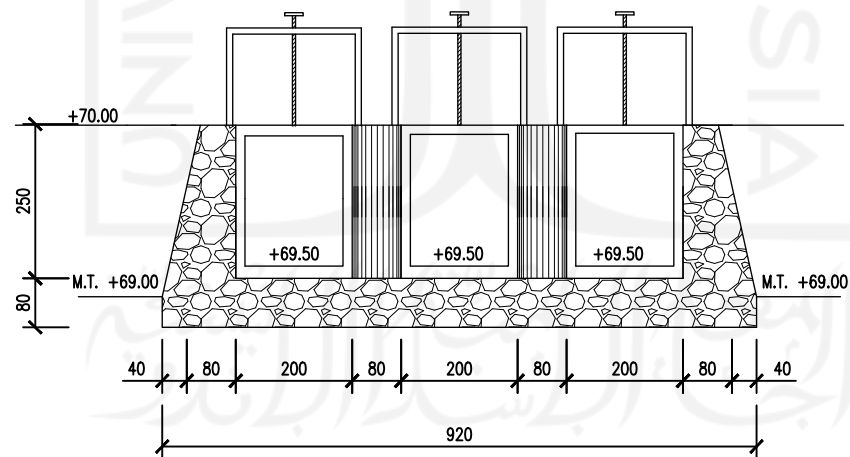


SKALA 1:75

LAMPIRAN 8
POTONGAN E-E DAN
POTONGAN F-F



POTONGAN E-E



POTONGAN F-F

SKALA 1:75