

SKRIPSI

**PENINGKATAN EMBUNG KEDUNG WERU SEBAGAI PRASARANA
PENGENDALI BANJIR SUNGAI IJO BESERTA ANAK SUNGAINYA DI
KABUPATEN KEBUMEN, PROVINSI JAWA TENGAH**

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi

Pada program Studi Teknik Sipil Studi Jenjang Strata I

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Mataram



DISUSUN OLEH:

MUHAMMAD AZHAR ARIEFKKHA DANI

418110162M

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

2020

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul "*Peningkatan Embung Kedung Weru Sebagai Prasarana Pengendali Banjir Sungai Ijo Beserta Anak Sungaiinya di Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah*" adalah benar merupakan karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat atau disebut plagiatisme.
2. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tugas akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis dalam sumbernya secara jelas dan disebut dalam daftar pustaka.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidak benaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Mataram, Mei 2020

Pembuat pernyataan,



Muhammad Azhar Ariefkha Dani

NIM : 418110162M

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di
di bawah ini:

Nama : MUHAMMAD AZHAR ARIEFKHA DANI
 NIM : 418110162M
 Tempat/Tgl Lahir : Kendal, 9 April 1996
 Jurusan Studi : Teknik Sipil
 Fakultas : Teknik
 Hp/Email : 08113811234 / m.azhar.ariefkha.dani@gmail.com
 Jenis Penelitian : Skripsi KTI

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta atas karya ilmiah saya berjudul:

Peningkatan Embung Kedung Wera Sebagai Prasarana Pengendali Banjir
 Sungai Ijo Beserta Anak Sungai di Kabupaten Kebumen, Provinsi
 Jawa Tengah

dan tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Ditandatangani di : Mataram

Tanggal : 19 Agustus 2020

Penulis

M. Azhar Ariefkha Dani
 NIM 418110162M

Mengetahui,

Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

Iskandar, S.Sos., M.A.
 NIDN. 0802048904

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

SKRIPSI

**PENINGKATAN EMBUNG KEDUNG WERU SEBAGAI PRASARANA PENGENDALI
BANJIR SUNGAI IJO BESERTA ANAK SUNGAINYA DI KABUPATEN KEBUMEN,
PROVINSI JAWA TENGAH**

Disusun Oleh:

MUHAMMAD AZHAR ARIEFKHA DANI

418110162M

Mataram, 30 Mei 2020

Pembimbing I,



Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.
NIDN. 0824017501

Pembimbing II,



Titik Wahyuningsih, ST., MT.
NIDN. 0819097401

Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**

Dekan,



Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT
NIDN. 0824017501

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

SKRIPSI

**PENINGKATAN EMBUNG KEDUNG WERU SEBAGAI PRASARANA PENGENDALI
BANJIR SUNGAI IJO BESERTA ANAK SUNGAINYA DI KABUPATEN KEBUMEN,
PROVINSI JAWA TENGAH**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

NAMA : MUHAMMAD AZHAR ARIEFKHA DANI

NIM : 418110162M

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada hari, Rabu, 12 Agustus 2020

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

1. Penguji I : Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT.

2. Penguji II : Titik Wahyuningsih, ST., MT.

3. Penguji III : Agustini Ernawati, ST., M.Tech

Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**

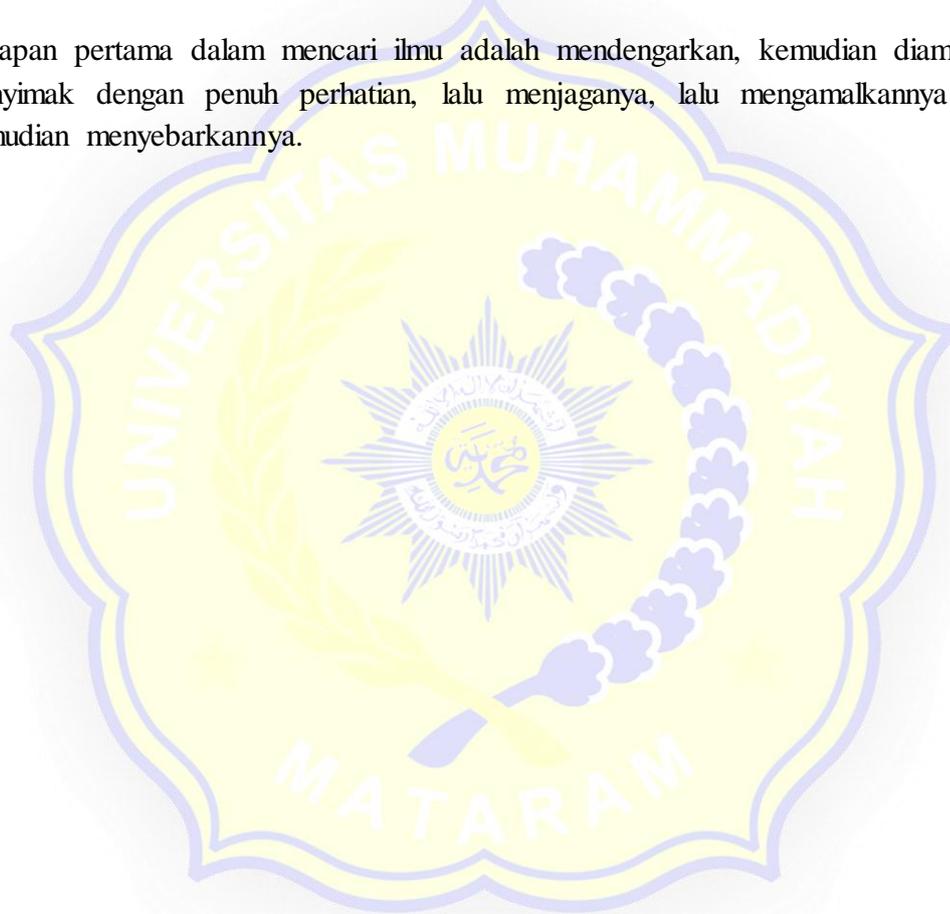
Dekan,


Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT **F**
NIDN. 0824017501

MOTTO

"Hai orang-orang yang beriman, apabila dikatakan kepadamu: "Berlapang-lapanglah dalam majelis", maka lapangkanlah, niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan: "Berdirilah kamu, maka berdirilah, niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan." (QS. Al-mujadilah 11).

Tahapan pertama dalam mencari ilmu adalah mendengarkan, kemudian diam dan menyimak dengan penuh perhatian, lalu menjaganya, lalu mengamalkannya dan kemudian menyebarkannya.



PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Untuk kepada kedua orang tuaku tercinta yaitu Bapak Muhammad Sinwan dan Ibu Siti Mukhayah yang tidak pernah lelah memanjatkan doa dan memberikan dukungan kepada penulis.
2. Terima kasih kepada Bapak Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT dan Ibu Titik Wahyuningsih, ST, MT yang telah memberikan pengarahan dan selalu meluangkan waktunya untuk menerima bimbingan.
3. Terima kasih kepada angkatan 2018 yang selalu mensupport dan mendoakan selama penulis mengerjakan skripsi.
4. Terima kasih kepada Bapak Mirza Mahendra, S.T., selaku Project Manager PT PP (Persero) Tbk Proyek GECC Lombok 130-150 MW Peaker yang telah mengizinkan saya bekerja dan melanjutkan studi S1 di Universitas Muhammadiyah Mataram.
5. Terima kasih kepada staff karyawan PT PP (Persero) Tbk Proyek GECC Lombok 130-150 MW Peaker yang selalu mensupport dan mendoakan selama penulis mengerjakan skripsi.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya ucapkan atas nikmat Allah SWT. atas limpahan rahmat dan petunjuk-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Didalam penyusunan tugas akhir ini, tidak sedikit penulis dihadapkan pada masalah baik dari segi materi maupun teknik penulisan namun berkat bantuan dan kerja keras dari semua pihak, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sebagaimana mestinya.

Berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi dengan judul “Peningkatan Embung Kedung Weru Sebagai Prasarana Pengendali Banjir Sungai Ijo Beserta Anak Sungainya di Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah”, dimana tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan kelulusan guna mencapai gelar sarjana (S1) di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram. Untuk itu saya ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Dr. H. Arsyad Abd Gani, M.Pd selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Titik Wahyuningsih, S.T.,M.T., selaku Ketua Program Studi Rekayasa Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama.
5. Titik Wahyuningsih, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
6. Seluruh staf dan pegawai sekretariat Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
7. Mirza Mahendra, S.T., selaku Project Manager PT PP (Persero) Tbk Proyek GECC Lombok 130-150 MW Peaker yang telah mengizinkan saya bekerja dan melanjutkan studi S1 di Universitas Muhammadiyah Mataram.

8. Semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, menyadari akan hal tersebut, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak guna menyempurnakan tugas akhir ini. Akhir kata semoga karya ini bisa bermanfaat bagi pembacanya.

Mataram, Mei 2020

Penulis,

Muhammad Azhar Ariefkha Dani

NIM : 418110162M



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
2.1 Tujuan Studi.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Studi.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Pengertian Embung	4
2.2 Manfaat Embung.....	5
2.3 Retarding Basin/ Kolam Retensi.....	5
2.4 Bangunan Pelimpah.....	8

2.5 Saluran <i>Inlet</i> (Pengambilan) dan Saluran <i>Outlet</i> (Pembuangan/ Pelimpasan)	18
2.6 Daerah Aliran Sungai Ijo.....	19
2.7 Curah Hujan.....	21
2.8 Debit Banjir Rencana.....	30
2.9 Penelitian/ Karya Ilmiah yang Pernah Dilakukan Sebelumnya	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	40
3.1 Lokasi & Waktu Penelitian.....	40
3.2 Teknik Pengambilan Data	42
3.3 Teknik Pengolahan Data.....	42
3.4 Prosedur Penelitian.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Analisa Hidrologi.....	44
4.1.1 Umum.....	44
4.1.2 Analisa Curah Hujan.....	44
4.1.3 Analisa Debit Banjir Rencana Sungai Ijo	52
4.2 Analisa Daerah Aliran Sungai.....	55
4.3 Analisa Embung Yang Ada.....	56
4.4 Analisa Peningkatan Embung Kedung Weru.....	60
4.5 Analisa Pelimpah Samping.....	65
4.6 Analisa Pintu Embung Kedung Weru	70
BAB V PENUTUP.....	75
5.1 Kesimpulan.....	75
5.2 Saran.....	75
DAFTAR PUSTAKA.....	77

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Kolam Retensi yang Berada di Samping Badan Sungai
- Gambar 2.2 Kolam Retensi yang Berada di Dalam Badan Sungai
- Gambar 2.3 Penampang Bangunan Pelimpah
- Gambar 2.4 Ambang Bebas
- Gambar 2.5 Ambang Pelimpah
- Gambar 2.6 Skema Bagian Transisi Aliran Pengarah Pada Bangunan Pelimpah
- Gambar 2.7 Penampang Memanjang Saluran Peluncur
- Gambar 2.8 Bagian Berbentuk Terompet Pada Ujung Hilir Saluran Peluncur
- Gambar 2.9 Tipe Kolam Olak Loncatan (*Water Jump*)
- Gambar 2.10 Jenis-jenis Bangunan Peredam Energi Tipe Kolam Olakan
- Gambar 2.11 Tipe Bak Pusaran
- Gambar 2.12 Saluran Inlet dan Outlet pada Embung
- Gambar 2.13 Daerah Aliran Sungai Ijo
- Gambar 2.14 Sketsa Hidrograf Satuan Sintesis
- Gambar 2.15 Sketsa Penetapan Panjang dan Tingkat Sungai
- Gambar 2.16 Sketsa Penetapan RUA
- Gambar 2.17 Bentuk-bentuk Penampang Sungai
- Gambar 3.1 Lokasi Embung Kedung Weru
- Gambar 3.2 Prosedur Penelitian
- Gambar 4.1 Grafik Rata-rata Curah Hujan Bulanan Stasiun Kaligending
- Gambar 4.2 Peta Sebaran DAS Ijo
- Gambar 4.3 Potongan Memanjang dan Detail Embung Kedung Weru

Gambar 4.4 Grafik Lengkungan Kapasitas Embung Kedung Weru

Gambar 4.5 Saluran Pengarah Aliran dan Ambang Pengatur Debit pada Bangunan Pelimpah

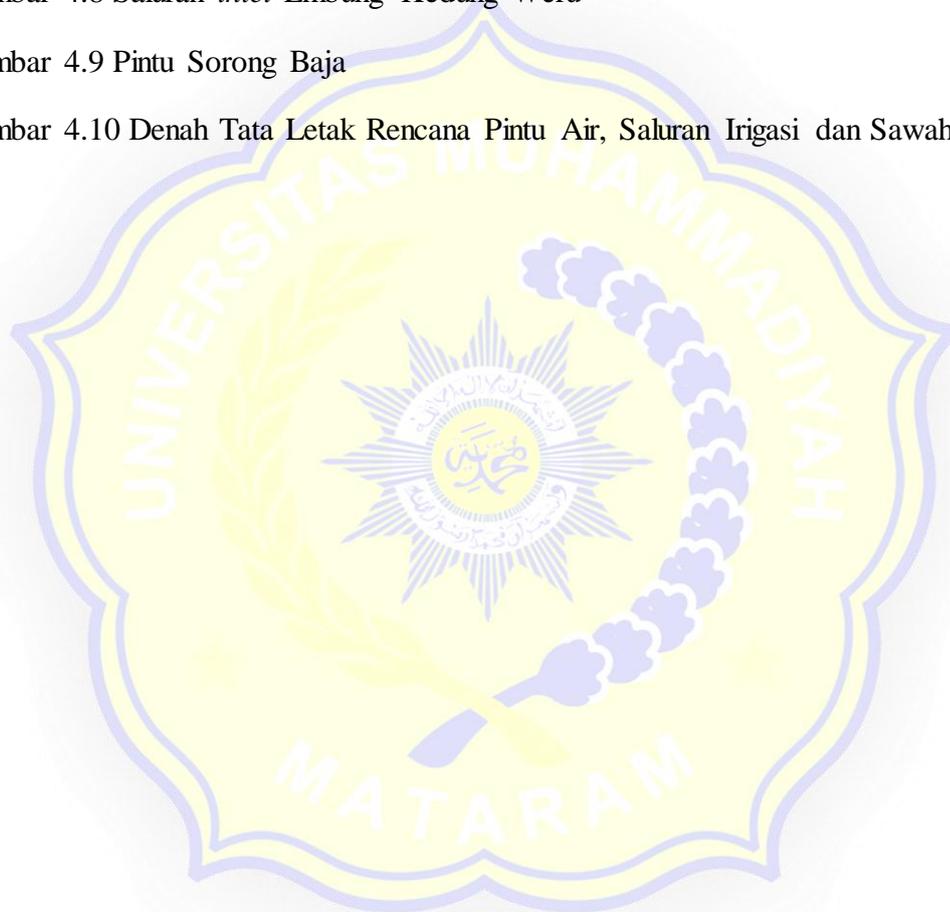
Gambar 4.6 Saluran Ambang Penyadap pada Bangunan Pelimpah

Gambar 4.7 Koordinat Penampang Memanjang Ambang Pengatur Debit pada Bangunan Pelimpah

Gambar 4.8 Saluran *inlet* Embung Kedung Weru

Gambar 4.9 Pintu Sorong Baja

Gambar 4.10 Denah Tata Letak Rencana Pintu Air, Saluran Irigasi dan Sawah

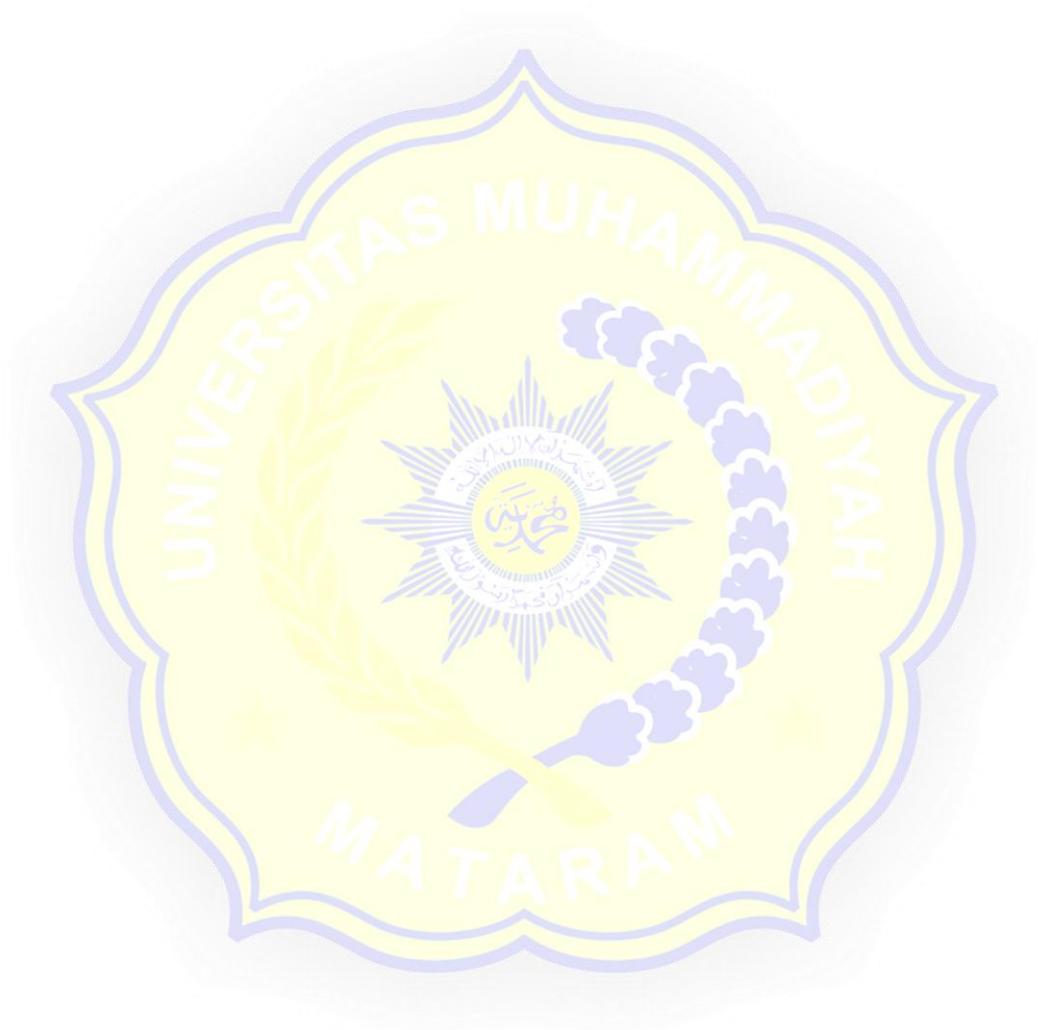


DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1 Nilai K untuk Distribusi Log Person III
- Tabel 2.2 Nilai Kritis untuk Uji Chi Kuadrat
- Tabel 2.3 Faktor Reduksi (ARF)
- Tabel 2.4 *Growth Factor* (GF)
- Tabel 4.1 Curah Hujan Bulanan Rata-rata, Stasiun Kaligending, 2009-2015
- Tabel 4.2 Perhitungan Statistik Curah Hujan Maksimum Tahunan Stasiun Kaligending
- Tabel 4.3 Perhitungan Parameter Statistik Distribusi Curah Hujan
- Tabel 4.4 Perhitungan Statistik (Logaritma) Curah Hujan Maksimum Tahunan Stasiun Kaligending
- Tabel 4.5 Perhitungan Parameter Statistik Logaritma Distribusi Curah Hujan
- Tabel 4.6 Hasil Uji Distribusi Statistik Stasiun Kaligending
- Tabel 4.7 Uji Smirnov-Kolmogorov Stasiun Kaligending Distribusi Gumbel
- Tabel 4.8 Perhitungan X^2Cr
- Tabel 4.9 Intensitas Hujan Rencana Periode Ulang T Tahun Stasiun Kaligending
- Tabel 4.10 Koefisien Limpasan Berdasarkan Fungsi Lahan
- Tabel 4.11 Lengkung Kapasitas Embung Kedung Weru
- Tabel 4.12 Data Daerah Pemanfaatan Embung Kedung Weru
- Tabel 4.13 Tabel untuk Memperoleh Angka Satuan Sedimen di Daerah Aliran Sungai
- Tabel 4.14 Karakteristik Topografi Daerah Aliran Sungai
- Tabel 4.15 Data Daerah Pemanfaatan Peningkatan Embung Kedung Weru
- Tabel 4.16 Koordinat Penampang Ambang Bendung Pelimpah

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Gambar Embung Kedung Weru



ABSTRAK

Embung merupakan waduk dengan skala kecil untuk menampung air hujan untuk persediaan suatu desa di musim kering. Lokasi objek penelitian yaitu pada Embung Kedung Weru yang terletak di Desa Kedung Weru, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen. Untuk lokasi pekerjaan sendiri berada pada hilir pertemuan Sungai Ijo dengan Sungai Gumelar yang berada di Desa Kedung Weru dengan posisi $7^{\circ}39'17''$ LS dan $109^{\circ}23'32''$ BT. Pada penulisan Skripsi ini yang didapatkan dari hasil analisa bangunan pelimpah samping Embung Kedung Weru untuk menghindari overtopping saat terjadi banjir, menggunakan konstruksi bendung pelimpah tanpa kolam peredam energi/ kolam olak. Bangunan pelimpah samping ini, terdiri dari dua bagian utama yaitu saluran pangarah aliran dan saluran pengatur aliran. Sedangkan untuk keperluan irigasi, penulis merencanakan dengan pintu sorong baja dengan roda gigi stand ganda dengan dimensi lebar 0,80 m, tinggi daun 1,00 m, dan rangka pintu 2,70 m. Pintu sorong ini untuk mengatur debit air yang masuk ke saluran irigasi supaya tetap mencukupi untuk membantu mengalir sawah, dan akan diletakkan berdekatan dengan saluran irigasi yang sudah di buat warga Desa Kedung Weru. Saluran irigasi ini menggunakan konstruksi pasangan batu kali dengan dimensi tinggi 80 cm dan lebar 80 cm yang mengarah ke sawah di Desa Kedung Weru, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen. Luas sawah yang dialiri seluas 57 Ha dengan dibantu saluran irigasi dari Sungai Ijo.

Kata kunci : *Embung, Pelimpah Samping, Pintu Air Irigasi.*

Name: Muhammad Azhar Ariefkha Dani

NIM. : 418110162M

Improvement of Embung Kedung Weru as Infrastructure for Flood Control in the Ijo River and Its Creek in Kebumen Regency, Central Java Province

ABSTRACT

Embung is a small scale reservoir to collect rainwater to supply a village in the dry season. The location of the object of research is at *Embung Kedung Weru*, which is located in *Kedung Weru Village, Ayah District, Kebumen Regency*. The research site is at the downstream confluence of the *Ijo River* with the *Gumelar River* in *Kedung Weru Village* with a position of $7^{\circ} 39'17''$ latitude and $109^{\circ} 23'32''$ east longitude. The thesis was obtained from the analysis of the spillway building beside *Embung Kedung Weru* to avoid overtopping during floods by using the construction of an overflow weir without an energy dampening pool / *Olak* pond.

This side spillway building consists of two main parts, namely the flow direction channel and the flow control channel. Meanwhile, for irrigation purposes, the authors plan a steel sliding door with a double stand gear with dimensions of 0.80 m width, 1.00 m leaf height, and 2.70 m door frame. This sliding door is to regulate the flow of water that enters the irrigation channel so that it is still sufficient to help drain the fields, and will be placed close to the irrigation channel that has been made by the people of *Kedung Weru Village*. This irrigation canal uses river stone masonry construction with dimensions of 80 cm high and 80 cm wide that leads to rice fields in *Kedung Weru Village, Ayah District, Kebumen Regency*. The area of the irrigated rice fields is 57 hectares, with the help of irrigation channels from the *Ijo River*.

Keywords: Embung, Side Overflow, Irrigation Water Gate.

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA
MATARAM



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan tempat tampungan aliran air dari daerah tinggi ke daerah rendah dan mengalirkan air beserta sedimen yang dibawanya dari hulu. Aliran sungai mengalir dari hulu ke hilir dan pada akhirnya akan bermuara ke laut. Sejalan dengan waktu terjadi perubahan alam, termasuk perubahan karakteristik sungai, hampir setiap tahun terjadi banjir, merusak kondisi sarana prasarana daerah, lahan pertanian dan terjadi genangan di daerah permukiman penduduk.

Untuk mengatasi masalah di atas, maka perlu pembangunan prasarana pengendali banjir, salah satunya adalah embung. Embung adalah bangunan yang berfungsi menampung air hujan untuk persediaan suatu desa di musim kering, serta mengontrol suatu debit air yang sengaja dibuat untuk meningkatkan taraf muka air untuk mendapatkan tinggi terjun sehingga air dapat dialirkan secara teratur dan terkontrol dalam pembagiannya.

Sungai Ijo adalah sungai yang mengalir dari perbatasan Kabupaten Cilacap, Kabupaten Kebumen hingga ke Kabupaten Banyumas. Sungai Ijo mempunyai daerah aliran sungai (DAS) seluas 306,20 Km². Pada tahun 2015-2017 sudah terjadi beberapa kasus banjir yang melanda DAS Ijo. Salah satu penanggulangan dari Pemerintah yaitu dengan dibangunnya embung yang terletak di Sungai Ijo, Desa Kedung Weru, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen. Tujuan utama pekerjaan Embung Kedung Weru adalah sebagai kolam retensi pada saat musim hujan untuk mengurangi volume air pada saat banjir di kali Ijo dan pada saat musim kemarau dapat sebagai cadangan air untuk keperluan irigasi masyarakat Desa Kedung Weru.

Sejalannya dengan waktu, embung ini tidak bisa memenuhi aspek efisiensi dan keamanan dalam hal pemanfaatan dan operasional embung ini sendiri. Hal ini

disebabkan karena Embung Kedung Weru sebagai kolam retensi banjir sangat rawan keamanan tanggul embung, karena tidak dilengkapi dengan bangunan pelimpah (kondisi existing pintu sorong). Apabila banjir dan operator pintu tidak cepat membuka pintu, akan terjadi luapan air embung melepas ke tanggul embung akan mengurangi kekuatan tanggul. Selain itu, dalam hal Embung Kedung Weru sebagai kolam cadangan air untuk keperluan irigasi tidak efektif, karena tidak dibuat saluran untuk keperluan irigasi. Dalam penggunaan air embung untuk irigasi, dilakukan dengan sistem pompa mengalir ke sawah.

Oleh karena itu, diperlukan peningkatan terhadap Embung Kedung Weru untuk mengatasi kekurangan di atas. Dengan peningkatan embung ini, diharapkan akan membantu daerah aliran Sungai Ijo dalam penyediaan air irigasi di musim kemarau dan mengurangi banjir, sehingga persawahan atau pertanian di daerah Kabupaten Kebumen semakin produktif dan secara tidak langsung menaikkan taraf perekonomian masyarakat sekitar.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat dalam Skripsi ini adalah :

1. Bagaimana kemampuan bangunan pelimpah dalam menahan air luapan dari Sungai Ijo ke Embung Kedung Weru?
2. Sejauh mana keefektifan Embung Kedung Weru sebagai prasarana irigasi?

1.3 Tujuan Studi

Adapun tujuan dari Skripsi ini adalah :

1. Untuk mengetahui kemampuan bangunan pelimpah Embung Kedung Weru untuk memenuhi aspek keamanan dalam menahan air luapan dari Sungai Ijo sebagai kolam retensi banjir ditinjau dari segi desain dan konstruksi bangunanya.

2. Untuk mengetahui keefektifan Embung Kedung Weru sebagai penunjang kebutuhan air irigasi.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penulisan Skripsi ini adalah :

1. Analisa terbatas pada analisa data hidrologi sebagai penunjang pada Embung Kedung Weru meliputi data hujan, debit, kapasitas, dan analisa daerah aliran sungai.
2. Analisa terbatas pada analisa Embung Kedung Weru yang sudah ada yang meliputi kapasitas tampungan, kapasitas tampungan mati, dan pemanfaatan embung.
3. Analisa terbatas pada analisa peningkatan Embung Kedung Weru yang meliputi kapasitas tampungan efektif dan pemanfaatan peningkatan embung.
4. Analisa terbatas pada analisa bangunan pelimpah samping Embung Kedung Weru.
5. Analisa terbatas pada analisa bangunan pintu *inlet* dan *outlet* Embung Kedung Weru.
6. Hasil Skripsi sebatas rekomendasi untuk peningkatan Embung Kedung Weru, tidak berupa hasil desain peningkatan Embung Kedung Weru yang siap untuk dikontrakan.

1.5 Manfaat Studi

Dengan adanya Skripsi ini diharapkan bermanfaat bagi :

1. Dengan adanya analisa ini diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat sekitar Embung Kedung Weru untuk menanggulangi permasalahan banjir dan sarana penunjang kebutuhan air irigasi.
2. Analisa ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan menambah pengalaman dalam menerapkan ilmu yang didapat selama kuliah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Embung

Embung merupakan waduk dengan skala kecil untuk menampung air hujan untuk persediaan suatu desa di musim kering. Selama musim kering air akan dimanfaatkan oleh desa untuk memenuhi kebutuhan penduduk, ternak, dan kebun. Di musim hujan embung tidak beroperasi karena air di luar sudah tersedia cukup banyak untuk memenuhi ketiga kebutuhan tersebut di atas. Oleh karena itu pada setiap akhir musim hujan sangat di harapkan kolam embung dapat terisi penuh air sesuai dengan desain. (Kasiro, dkk., 1997) Untuk menjamin fungsi dan keamanannya embung mempunyai beberapa bagian yaitu :

1. Tubuh embung berfungsi menutup lembah atau cekungan (depresi) sehingga air dapat tertahaan di udiknya.
2. Kolam embung berfungsi untuk menampung air hujan.
3. Alat sadap berfungsi mengeluarkan air kolam bila di perlukan.
4. Jaringan distribusi, berupa rangkaian pipa, berfungsi untuk membawa air dari kolam ke bak tandon air harian atau dekat pemukiman secara gravitasi dan bertekanan, sehingga pemberian air tidak menerus.
5. Pelimpah berfungsi mengalirkan banjir dari kolam ke lembah untuk mengamankan tubuh embung atau dinding kolam terhadap peluapan.

Dengan dibangunnya embung di bagian hulu sungai maka kemungkinan terjadinya banjir pada musim hujan dapat dikurangi dan pada musim kemarau air yang tertampung tersebut dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, antara lain untuk pembangkit listrik tenaga air, untuk irigasi lahan pertanian, dan sebagainya. Adanya embung akan meningkatkan ketersediaan air di musim kemarau yang akan digunakan bagi memenuhi kebutuhan hidup manusia.

Selain itu, kehadiran embung juga akan mempengaruhi iklim mikro dan keseimbangan ekosistem di sekitarnya. Sedangkan ditinjau dari sudut keseimbangan tata air, embung berperan sebagai *reservoir* yang dapat dimanfaatkan airnya untuk keperluan sistem irigasi dan perikanan, sebagai sumber air baku, sebagai tangkapan air untuk pengendalian banjir, serta penyuplai air tanah.

2.2 Manfaat Embung

Manfaat pembuatan embung adalah (Kasiro, dkk., 1997) :

1. Menyediakan air untuk pengairan tanaman di musim kemarau.
2. Meningkatkan produktivitas lahan, masa pola tanam dan pendapatan petani di lahan tadah hujan.
3. Mengaktifkan tenaga kerja petani pada musim kemarau sehingga mengurangi urbanisasi dari desa ke kota.
4. Mencegah/mengurangi luapan air di musim hujan dan menekan resiko banjir.

2.3 Retarding Basin / Kolam Retensi

Konsep dasar dari kolam retensi adalah menampung volume air ketika debit maksimum di sungai datang, kemudian secara perlahan-lahan mengalirkannya ketika debit di sungai sudah kembali normal. Secara spesifik kolam retensi akan memangkas besarnya puncak banjir yang ada di sungai, sehingga potensi *over topping* yang mengakibatkan kegagalan tanggul dan luapan sungai tereduksi. (Prorida Sari, 2018)

Selain fungsi utamanya sebagai pengendali banjir, manfaat lain yang bisa diperoleh dari Kolam Retensi adalah :

- a. Sebagai sarana pariwisata air
- b. Sebagai konservasi air, karena mampu meningkatkan cadangan air tanah setempat;

Ada 2 (dua) jenis kolam retensi yang dapat diterapkan, yaitu :

a. Kolam Retensi yang berada di samping badan sungai.

Prinsip yang dipakai dalam pembangunannya harus tersedia lahan yang cukup karena secara parsial berada di luar alur sungai. Syarat yang lain adalah tidak mengganggu sistem aliran sungai yang ada. Kriteria perencanaan konstruksi yang dapat dibuat adalah :

- Tanggul atau dinding pemisah antara sungai dan kolam retensi juga harus dibuat sekuat mungkin, karena akan mendapatkan tekanan yang kuat ketika muka air maksimum terjadi. Kegagalan/keruntuhan tanggul akan membuat sistem operasi kolam retensi menjadi gagal.
- Untuk kejadian banjir dari hulu, pola operasi adalah dengan pintu inlet dibuka dan pintu outlet ditutup. Ketika tampungan kolam retensi sudah optimum, maka pintu inlet ditutup. Bila debit yang ada di sungai sudah normal, maka pintu outlet dibuka secara bertahap untuk mengalirkan air dari kolam retensi sedikit demi sedikit ke sungai.
- Dapat dilengkapi dengan pelimpah samping untuk faktor keamanan kolam retensi dan saringan sampah/*trash rack*.
- Untuk mempertahankan usia guna, perlu dilakukan pemeliharaan. Secara sederhana dapat dilakukan pengerukan kolam dengan rutin untuk mempertahankan volume optimal kolam.



Gambar 2.1 Kolam Retensi yang Berada di Samping Badan Sungai

b. Kolam Retensi yang berada di dalam badan sungai.

Karena berada di dalam badan sungai sehingga konsepnya menjadi mirip dengan waduk. Penggunaan tipe ini bisa dilakukan jika terkendala dengan lahan, karena memanfaatkan badan sungai itu sendiri. Kriteria Perencanaan Konstruksi yang dapat dibuat adalah :

- Konstruksi pelimpah mutlak diperlukan untuk menjaga keamanan konstruksi karena kolam retensi berada di badan sungai dimana semua konstruksinya akan menerima gaya yang berat ketika debit banjir datang. Dianjurkan untuk memakai tipe pelimpah *overflow* yang dapat menghemat konstruksi (karena tidak perlu membuat saluran pelimpah samping jika memakai pelimpah samping).
- Jika konstruksinya seperti ilustrasi di gambar 2.1, maka konstruksi pintu *outlet* dan pilarnya harus benar-benar kuat.
- Dapat dibuatkan kolam penangkap sedimen di hulu pintu *inlet* sekaligus memasang *trash rack* di pintu *inlet*.
- Pola operasi pintu *inlet* dan *outlet* ketika banjir dari hulu dan rob dari hilir datang sama dengan kolam retensi tipe pertama.
- Pola pemeliharaan secara garis besar sama dengan kolam retensi jenis yang pertama.



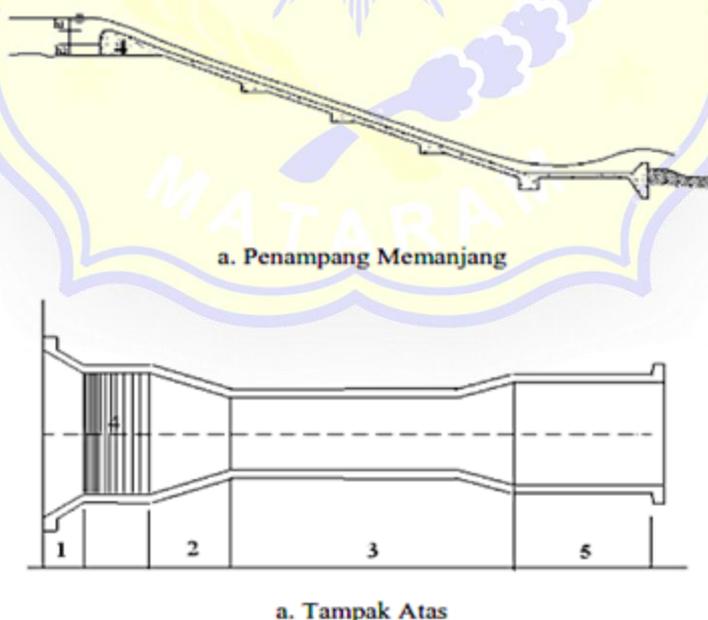
Gambar 2.2 Kolam Retensi yang Berada di Dalam Badan Sungai

2.4 Bangunan Pelimpah

Bangunan pelimpah adalah bangunan beserta instalasinya untuk mengalirkan air banjir yang masuk ke dalam embung agar tidak membahayakan keamanan tubuh embung. Ukuran bangunan pelimpah harus dihitung dengan sebaik-baiknya, karena kalau terlalu kecil ada resiko tidak mampu melindungi debit air banjir yang terjadi. Sebaliknya jika terlalu besar bangunan akan menjadi mahal yang dapat mempengaruhi biaya proyek secara keseluruhan.

Ada berbagai macam jenis *spillway*, baik yang berpintu maupun yang bebas, *side channel spillway*, *chute Spillway* dan *Syphon Spillway*. Jenis-jenis ini dirancang dalam upaya untuk mendapatkan jenis *spillway* yang mampu mengalirkan air sebanyak- banyaknya. Pemilihan jenis *spillway* ini disamping terletak pada pertimbangan hidrolika, juga pertimbangan ekonomis serta operasional dan pemeliharaannya.

Pada prinsipnya bangunan *spillway* terdiri dari 3 bagian, yaitu pelimpah, baik dengan pintu maupun bebas; mercu pelimpah, saluran atau pipa pembawa; dan bangunan peredam energi. (Sosrodarsono & Takeda, 1977)



Gambar 2.3 Penampang Bangunan Pelimpah

Keterangan gambar :

1. Saluran pengarah
2. Saluran transisi
3. Saluran peluncur
4. Mercu pelimpah
5. Bangunan Peredam Energi

2.4.1 Mercu Pelimpah

Elevasi mercu pelimpah adalah elevasi tampungan embung dalam keadaan normal penuh air. Elevasi ini didapat setelah mengetahui besarnya volume tampungan embung dari neraca optimasi tampungan ditambah dengan volume sedimen dan volume kehilangan air embung.

Dengan grafik hubungan luas genangan dan volume genangan dapat dicari elevasi mercu pelimpah dari volume rencana tampungan embung.

Saluran pada mercu pelimpah harus dapat mengalirkan debit banjir rencana dengan aman. Rumus umum yang dipakai untuk menghitung kapasitas bangunan pelimpah adalah (Bangunan Utama KP-02,1986) :

$$Q = \frac{2}{3} \cdot Cd \cdot B \cdot \sqrt{\frac{2}{3} \cdot g \cdot h^{3/2}} \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana :

- Q = debit aliran (m³/s)
- Cd = koefisien limpahan
- B = lebar efektif ambang (m)
- h = tinggi energy di atas ambang (m)
- g = percepatan gravitasi (m/s)

Lebar efektif ambang dapat dihitung dengan rumus (Sosrodarsono & Takeda, 1977) :

$$L_e = L - 2(N \cdot K_p + K_a) \cdot H \dots\dots\dots 2.2$$

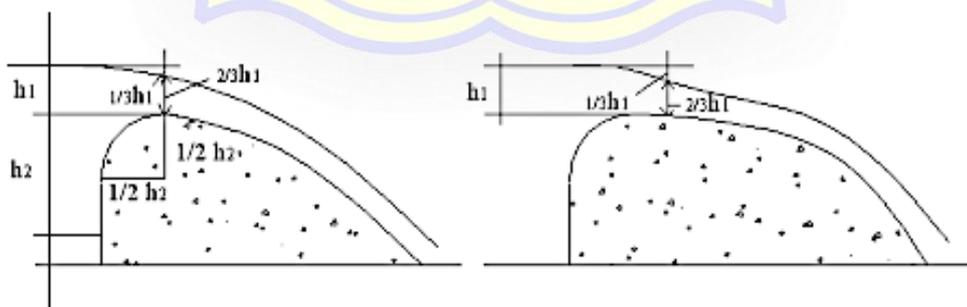
Dimana :

- Le = lebar efektif ambang (m)
- L = lebar ambang sebenarnya (m)
- N = jumlah pilar
- Kp = koefisien kontraksi pilar
- Ka = koefisien kontraksi pada dinding samping ambang
- H = tinggi energi di atas ambang (m)

Kapasitas debit air sangat dipengaruhi bentuk ambang. Terdapat 3 ambang yaitu: ambang bebas, ambang berbentuk bendung pelimpah dan ambang berbentuk bendung pelimpah menggantung.

A. Ambang Bebas

Ambang bebas digunakan untuk debit air yang kecil dengan bentuk sederhana. Bagian hulu dapat berbentuk tegak atau miring. (1 tegak : 1 horisontal atau 2 tegak : 1 horisontal), kemudian horizontal dan akhirnya berbentuk lengkung (Soedibyo, 1993). Apabila berbentuk tegak selalu diikuti dengan lingkaran yang jari-jarinya $\frac{1}{2} h_2$.



Gambar 2.4 Ambang Bebas

Untuk menentukan lebar ambang biasanya digunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = 1,704 \cdot b \cdot c \cdot (h_1)^{3/2} \dots\dots\dots 2.3$$

Dimana :

- Q = debit air (m/detik)
- b = panjang ambang (m)
- h₁ = kedalaman air tertinggi disebelah hulu ambang (m)
- c = angka koefisien untuk bentuk empat persegi panjang = 0,82

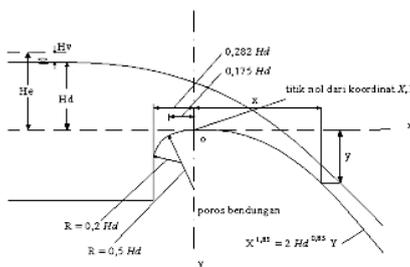
B. Ambang Berbentuk Bendung Pelimpah (Overflow Weir)

Digunakan untuk debit air yang besar. Permukaan bendung berbentuk lengkung disesuaikan dengan aliran air, agar tidak ada air yang lepas dari dasar bendung. Rumus untuk bendung pelimpah menurut JANCOLD (*The Javanese National Committee on Large Dams*) adalah sebagai berikut :

$$Q = c \cdot (L - KHN) \cdot H^{1/2} \dots\dots\dots 2.4$$

Dimana :

- Q = debit air (m³/detik)
- L = panjang mercu pelimpah (m)
- K = koefisien kontraksi
- H = kedalaman air tertinggi disebelah hulu bendung (m)
- c = angka koefisien
- N = jumlah pilar



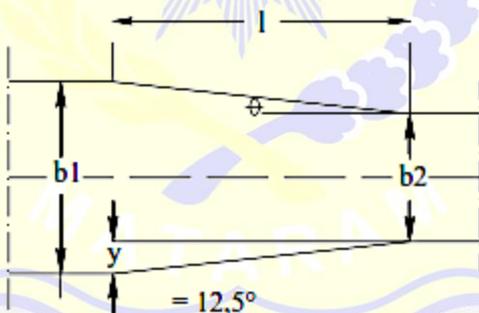
Gambar 2.5 Ambang Pelimpah

C. Ambang Berbentuk Bendung Pelimpah Menggantung (*Overhang Weir*)

Hampir sama dengan ambang berbentuk pelimpah dan banyak digunakan untuk bendungan beton, terutama yang berbentuk lengkung. Pada bendungan beton berbentuk lengkung ukuran tebalnya relatif tipis, sedang bangunan pelimpah dapat disatukan dengan dinding bendungannya. Agar ukuran ambang bangunan pelimpah sesuai dengan aliran air yang terjadi maka tebalnya harus ditambah sehingga terjadi bagian yang sedikit maju dan menggantung.

2.4.2 Saluran Transisi

Saluran transisi adalah saluran diantara mercu pelimpah dan saluran peluncur. Saluran transisi direncanakan agar debit banjir rencana yang akan disalurkan tidak menimbulkan air terhenti (*back water*) dibagian hilir saluran samping dan memberikan kondisi yang paling menguntungkan, baik pada aliran didalam saluran transisi tersebut maupun pada aliran permulaan yang akan menuju saluran peluncur. Bentuk saluran transisi ditentukan sebagai berikut :



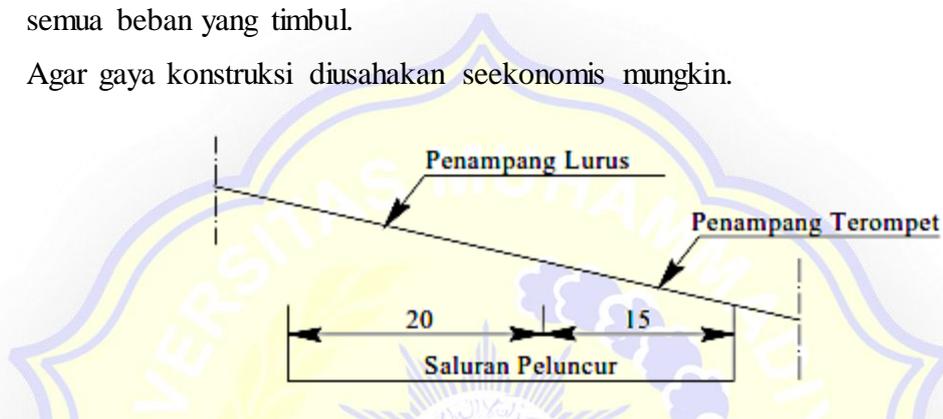
Gambar 2.6 Skema Bagian Transisi Aliran Pengarah Pada Bangunan Pelimpah

2.4.3 Saluran Peluncur

Pada perencanaan bangunan pelimpah antara tinggi mercu dengan bangunan peredam energi diberi saluran peluncur (*flood way*). Saluran ini

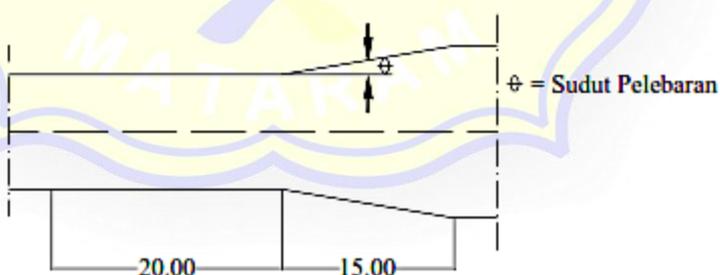
berfungsi untuk mengatur aliran air yang melimpah dari mercu dapat mengalir dengan lancar tanpa hambatan-hambatan hidrolis. Dalam merencanakan saluran peluncur harus memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Agar air yang melimpah dari saluran mengalir dengan lancar tanpa hambatan-hambatan hidrolis.
2. Agar konstruksi saluran peluncur cukup kukuh dan stabil dalam menampung semua beban yang timbul.
3. Agar gaya konstruksi diusahakan seekonomis mungkin.



Gambar 2.7 Penampang Memanjang Saluran Peluncur

Bagian yang berbentuk terompet pada ujung saluran peluncur bertujuan agar aliran dari saluran peluncur yang merupakan aliran super kritis dan mempunyai kecepatan tinggi, sedikit demi sedikit dapat dikurangi akibat melebarnya aliran dan aliran tersebut menjadi semakin stabil.



Gambar 2.8 Bagian Berbentuk Terompet Pada Ujung Hilir Saluran Peluncur

Makin tinggi elevasi embung, makin besar perbedaan antara permukaan air sungai di hulu dan sebelah hilir embung. Apabila kemiringan saluran

pengangkut debit dibuat kecil, maka ukurannya akan sangat panjang dan mahal. Oleh karena itu kemiringan terpaksa dibuat besar, dengan sendirinya disesuaikan dengan keadaan topografi setempat.

Untuk menentukan kecepatan aliran biasanya digunakan rumus :

$$V = k \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} \dots\dots\dots 2.5$$

Dimana :

- v = kecepatan aliran air (m/detik)
- k = koefisien kekasaran saluran
- R = jari-jari basah
- i = kemiringan saluran

Apabila kemiringan besar maka kecepatannya menjadi besar, mendekati kecepatan kritis atau superkritis. Untuk menentukan batas kecepatan ini digunakan angka *Froude* menurut rumus :

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot l}} \dots\dots\dots 2.6$$

Dimana :

- Fr = bilangan *Froude*
- v = kecepatan aliran (m/s)
- g = percepatan gravitasi (m/s²)
- l = panjang karakteristik (m)

Untuk aliran terbuka, maka L = D, tinggi hidrolik yaitu perbandingan antara luas penampang normal basah dibagi dengan lebar permukaan bebas.

Untuk nilai Fr = 1, disebut kecepatan kritis

Untuk nilai Fr > 1, disebut kecepatan super kritis

Untuk nilai Fr < 1, disebut kecepatan sub kritis

2.4.4 Bangunan Peredam Energi (Kolam Olak)

Aliran air setelah keluar dari saluran/pipa pembawa biasanya mempunyai kecepatan/energi yang cukup tinggi yang dapat menyebabkan erosi di hilirnya, dan menyebabkan ketidakstabilan bangunan *spillway*. Oleh karenanya perlu dibuatkan bangunan peredam energi sehingga air yang keluar dari bangunan peredam cukup aman. Sebelum aliran yang melintasi bangunan pelimpah dikembalikan lagi ke dalam sungai, maka aliran dengan kecepatan yang tinggi dalam kondisi super kritis tersebut harus diperlambat dan dirubah pada kondisi aliran sub kritis. Dengan demikian kandungan energi dengan daya penggerus sangat kuat yang timbul dalam aliran tersebut harus direduksi hingga mencapai tingkat yang normal kembali, sehingga aliran tersebut kembali ke dalam sungai tanpa membahayakan kestabilan alur sungai yang bersangkutan.

Guna mereduksi energi yang terdapat didalam aliran tersebut, maka diujung hilir saluran peluncur biasanya dibuat suatu bangunan yang disebut peredam energi pencegah gerusan. Untuk meyakinkan kemampuan dan keamanan dari peredam energi, maka pada saat melaksanakan pembuatan rencana teknisnya diperlukan pengujian kemampuannya. Apabila alur sungai disebelah hilir bangunan pelimpah kurang stabil, maka kemampuan peredam energi supaya direncanakan untuk dapat menampung debit banjir dengan probabilitas 2% (atau dengan perulangan 50 tahun). Angka tersebut akan ekonomis dan memadai tetapi dengan pertimbangan bahwa apabila terjadi debit banjir yang lebih besar, maka kerusakan-kerusakan yang mungkin timbul pada peredam energi tidak akan membahayakan kestabilan tubuh embungnya.

Tipe kolam bangunan peredam energi :

- Tipe kolam olak loncatan (*water jump*)
- Peredam energi tipe bak tenggelam (*bucket*)
- Tipe kolam olakan
- Tipe bak pusaran (*roller bucket*)

A. Tipe Kolam Olak Loncatan (*Water Jump*)

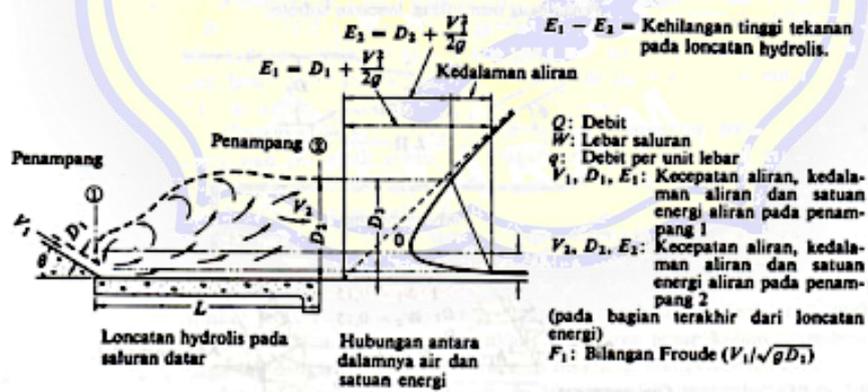
Biasanya dibuat untuk sungai-sungai yang dangkal. Tipe ini hanya cocok untuk sungai dengan dasar alur yang kokoh. Biaya pembuatan relatif lebih murah.



Gambar 2.9 Tipe Kolam Olak Loncatan (*Water Jump*)

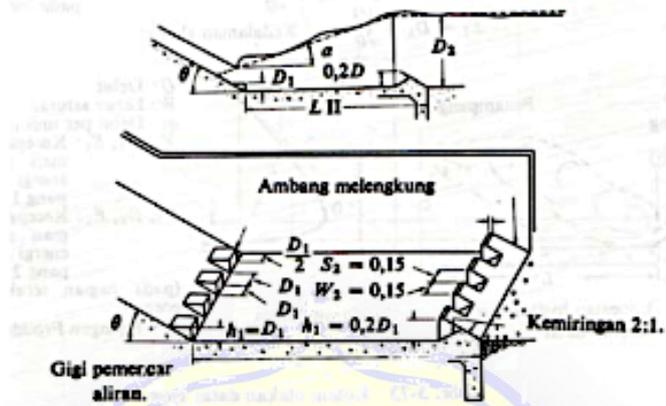
B. Tipe Kolam Olakan

Secara umum direncanakan di sebelah hilir bangunan bergantung pada energi air yang masuk, tergantung pada bilangan *froude* dan juga bahan konstruksi kolam olak.

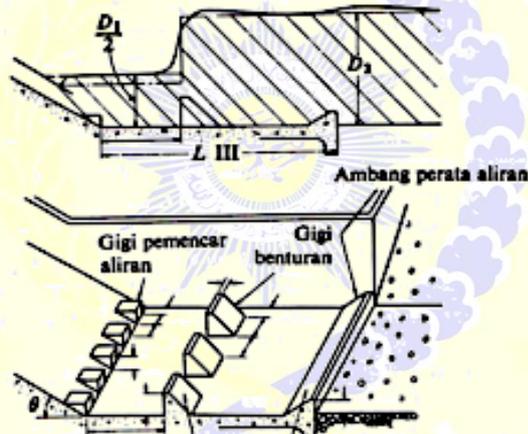


a. Kolam olakan datar tipe I

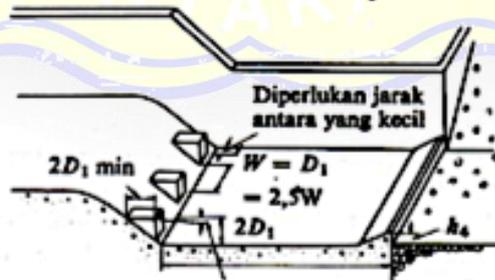
Penampang memanjang loncatan hidrolis.



b. Kolam olakan datar tipe II



c. Kolam olakan datar tipe III

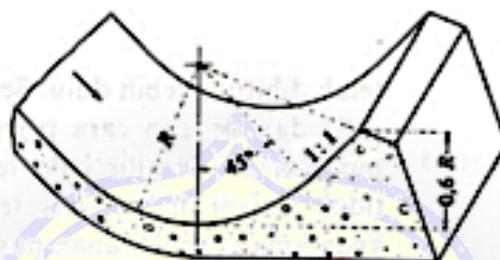


d. Kolam olakan datar tipe IV

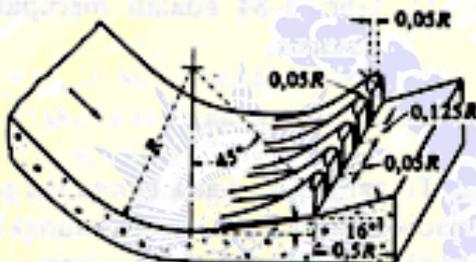
Gambar 2.10 Jenis-jenis Bangunan Peredam Energi Tipe Kolam Olakan

C. Tipe Bak Pusaran (*Roller Bucket*)

Bangunan peredam energi yang terdapat di aliran air dengan proses gesekan diantara molekul-molekul air akibat timbulnya pusaran-pusaran vertikal didalam suatu kolam.



(a) Bak pusaran masip type Grand-coulee



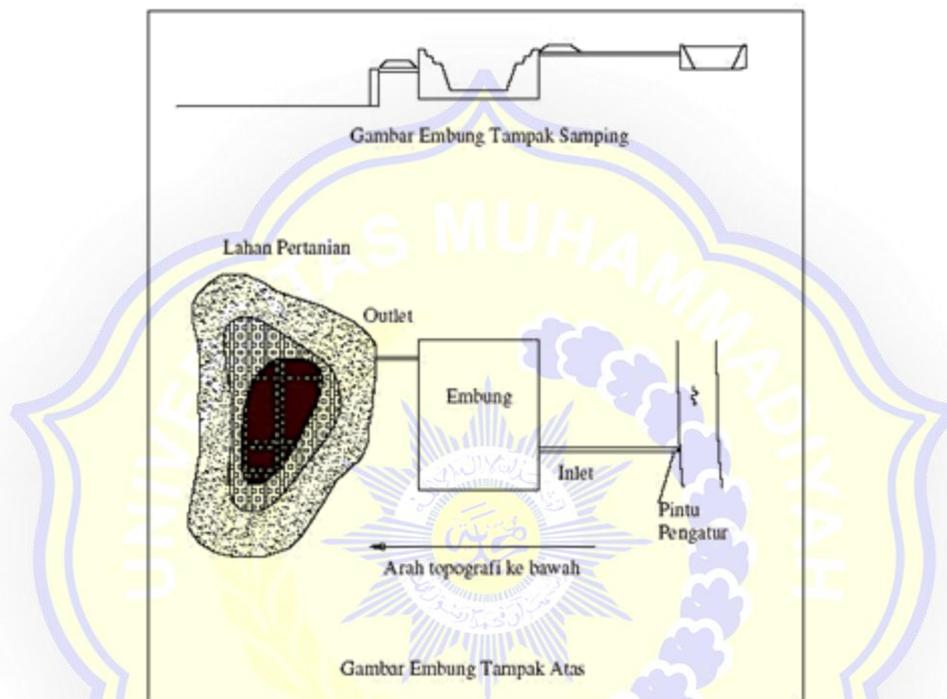
(b) Bak pusaran beralur type Angosture

Gambar 2.11 Tipe Bak Pusaran

2.5 Saluran Inlet (Pengambilan) dan Saluran Outlet (Pembuangan/Pelimpasan)

Pembuatan saluran *inlet* (pemasukan) berupa gorong-gorong (*box culvert*) dari sungai ke embung sangatlah penting. Saluran pemasukan dibuat untuk mengarahkan aliran air yang masuk ke dalam embung, sehingga tidak merusak dinding/tanggul. Saluran pemasukan ini dapat dilengkapi dengan pintu pembuka/penutup berupa sekat balok yang mudah dibuka dan ditutup. (Direktorat Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian, 2019)

Saluran pelimpas (*outlet*) air juga sangat diperlukan bagi embung yang dibuat pada alur alami atau saluran drainase. Hal ini untuk melindungi bendung sekaligus mengalirkan air berlebih. Demikian pula pembuatan saluran pembuangan bagi embung.



Gambar 2.12 Saluran Inlet dan Outlet pada Embung

2.6 Daerah Aliran Sungai Ijo

Sungai Ijo merupakan sebuah sungai yang berada di Provinsi Jawa Tengah. Sungai Ijo menjadi batas alami antara Kabupaten Kebumen dengan Kabupaten Cilacap serta Kabupaten Banyumas. Sungai Ijo memiliki panjang sekira 36 Km yang mengalir dari utara ke selatan. Sungai Ijo berhulu di Pegunungan Serayu Selatan tepatnya di Gunung Wadasputih (654 mdpl) yang masuk wilayah administrasi Desa Wonoharjo, Kecamatan Rowokele, Kabupaten Kebumen dan

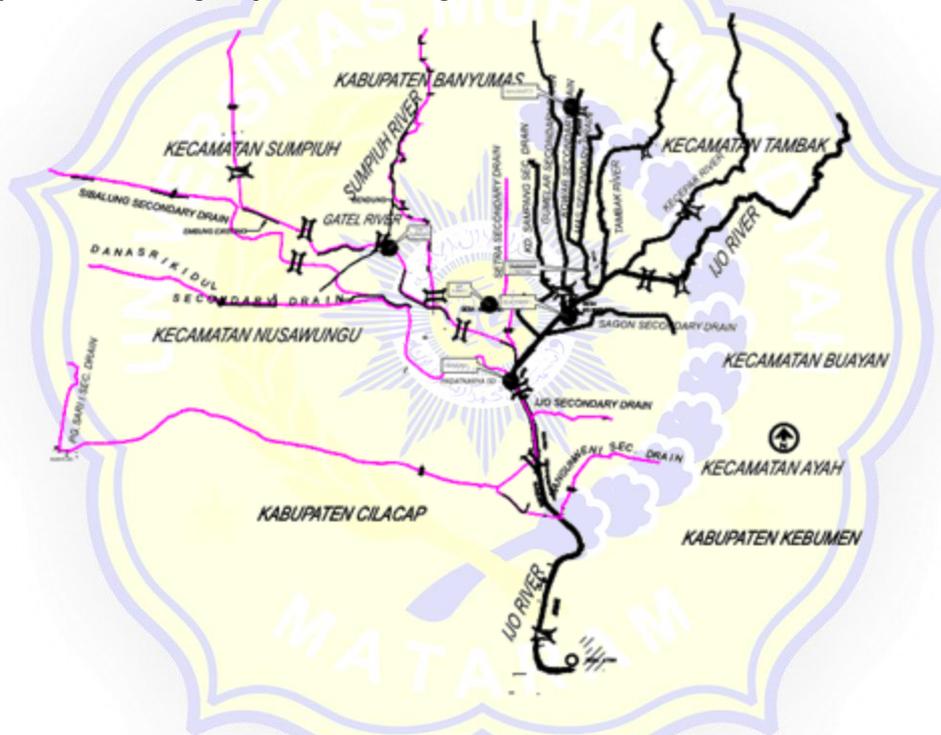
bermuara ke Samudera Hindia dekat Pantai Ayah dengan nama Muara Bodo. (Kementerian Pekerjaan Umum, 2013)

Sungai Ijo melewati dua kecamatan di Kecamatan Rowokele dan Kecamatan Ayah. Lalu Kecamatan Sumpiuh dan Kecamatan Tambak di Kabupaten Banyumas serta Kecamatan Nusawungu di Kabupaten Cilacap. Sungai Ijo merupakan sungai utama yang berada di daerah aliran sungai (DAS) Ijo. DAS Ijo memiliki luas sekira 306,20 Km² yang mencangkup tiga wilayah kabupaten diatas. DAS Ijo memiliki empat sub-DAS yakni DAS Gatel, DAS Jambe, DAS Pucung dan DAS Tambak. Hulu sungai ini berupa perbukitan dengan sungai berjeram namun demikian sebagian besar sungai ini berada di dataran rendah dengan tipe landai. Sungai Ijo memiliki beberapa anak sungai yang cukup besar terutama dibagian muara sehingga lebar Sungai Ijo di muara bisa berkali lipat dari di wilayah hulu. Anak Sungai Ijo yaitu :

- a. Sungai Jambe
- b. Sungai Bodo
- c. Sungai Reja
- d. Sungai Tambak
- e. Sungai Gumelar
- f. Sungai Kecepek
- g. Sungai Bulu
- h. Sungai Teba

Penduduk di sepanjang Sungai Ijo memanfaatkan untuk sumberdaya perikanan baik secara tradisional dengan cara memancing atau menjala. Bagian muara digunakan untuk pelabuhan pendaratan ikan bagi nelayan pesisir selatan Kabupaten Cilacap bagian timur serta Kabupaten Kebumen bagian barat. Selain itu juga terdapat sebuah obyek wisata Pantai Ayah, salah satu obyek wisata andalan Kabupaten Kebumen serta obyek wisata baru berupa Wisata Edukasi Hutan Mangrove Logending yang berada tak jauh dari Pantai Ayah. Hutan Mangrove Logending memiliki luas sekitar 50 Ha dan masih akan diperluas lagi. Keberadaan Hutan Mangrove Logending tak bisa dilepaskan dari inisiatif Sukamsi warga Desa

Ayah, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen yang tahu daerahnya rawan tsunami, abrasi, erosi dan banjir. Momen Tsunami Pangandaran 2006 yang begitu parah menerjang Pantai Ayah, mendorong Sukamsi makin mantap menanami sepanjang Muara dengan pohon mangrove. Besarnya debit air Sungai Ijo juga dimanfaatkan untuk pengairan/ irigasi melalui beberapa pintu air atau bendung seperti Bendung di Dusun Tambakwingindesa, Desa Bumiagung, Kecamatan Rowokele, Kabupaten Kebumen. Musim kemarau 2015-2016 membuktikan adanya buaya muara di Sungai Ijo. Buaya-buaya tersebut muncul ke permukaan serta berjemur di tepian sungai karena air sungai yang menyusut drastis saat kemarau datang. Adapun wilayah daerah sungai Ijo adalah sebagai berikut :



Gambar 2.13 Daerah Aliran Sungai Ijo

2.7 Curah Hujan

2.7.1 Parameter Statistik Analisis Data Hidrologi

Pengukuran parameter statistik yang sering digunakan dalam analisis data hidrologi adalah *dispersi*. Pengukuran *dispersi* dilakukan

karena tidak semua variat dari variabel hidrologi sama dengan nilai reratanya, tetapi ada yang lebih besar atau lebih kecil. Penyebaran data dapat diukur dengan deviasi standar dan varian.

Varian dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$S = \sqrt{\frac{1}{1-n} \sum_{i=1}^n (xi - x \text{ rerata})^2} \dots\dots\dots 2.7$$

Koefesien varian ini adalah nilai perbandingan antara deviasi standard dan nilai rerata yang mempunyai bentuk:

$$Cv = \frac{s}{x} \dots\dots\dots 2.8$$

Kemencengan (*skewness*) dapat digunakan untuk mengetahui derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi dan mempunyai bentuk:

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (xi-x)^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots 2.9$$

Koefesien *kurtosis* diberikan oleh persamaan berikut:

$$Ck = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (xi-x)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} \dots\dots\dots 2.10$$

2.1.3. Analisis Frekuensi

Sistem hidrologi kadang-kadang dipengaruhi oleh peristiwa-peristiwa yangekstrim, seperti hujan lebat, banjir, dan kekeringan. Besaran peristiwa ekstrim berbanding terbalik dengan frekuensi kejadiannya. Peristiwa yang ekstrim kejadiannya sangat langka. Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan. Data hidrologi yang dianalisis diasumsikan tidak bergantung, terdistribusi secara acak, dan bersifat stokastik (Suripin, 2004).

Analisis frekuensi yang sering digunakan dalam bidang hidrologi adalah sebagai berikut.

- a. Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut juga distribusi Gauss. Perhitungan curah hujan rencana menurut metode distribusi normal, mempunyai persamaan sebagai berikut.

$$X_T = \bar{X} + K_T S \dots\dots\dots 2.11$$

Keterangan :

- X_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang
- \bar{X} = Nilai rata-rata hitung variat
- S = Deviasi standar nilai variat
- K_r = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang

b. Distribusi Log Normal

Dalam distribusi log normal data X diubah ke dalam bentuk logaritmik $Y = \log X$. Jika variabel acak $Y = \log X$ terdistribusi secara normal, maka X dikatakan mengikuti distribusi log normal. Perhitungan curah hujan rencana menggunakan persamaan berikut ini.

$$Y_T = \bar{Y} + K_T S \dots\dots\dots 2.12$$

Keterangan :

- Y_T = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan
- \bar{Y} = Nilai rata-rata hitung variat
- S = Deviasi standar nilai variat
- K_r = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang

c. Distribusi Log Person III

Perhitungan curah hujan rencana menurut metode Log Person III, mempunyai langkah-langkah perumusan seperti dibawah ini.

- 1) Mengubah data dalam bentuk logaritmis

$$X = \log X \dots\dots\dots 2.13$$

- 2) Menghitung harga rata-rata

$$\log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \dots\dots\dots 2.14$$

- 3) Menghitung harga simpangan baku

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1} \right]^{0,5} \dots\dots\dots 2.15$$

- 4) Menghitung koefisien skewness

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots 2.16$$

- 5) Menghitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T

$$\log X_T = \log \bar{X} + K \cdot s \dots\dots\dots 2.17$$

Nilai K adalah variabel standar untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan G. Tabel 2.1 menunjukkan harga k untuk koefisien kemencengan.

Tabel 2.1 Nilai K untuk Distribusi Log Person III

Interval kejadian (Recurrence interval), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,25	2	5	10	25	50	100
Koef,G	Persentase peluang terlampaui (Percentchance of being exceeded)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499

Tabel 2.1 Lanjutan Nilai K untuk Distribusi Log Person III

Interval kejadian (Recurrence interval), tahun (periode ulang)								
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
Koef,G	Persentase peluang terlampaui (Percentchance of being exceeded)							
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,009	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,917
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,823	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-2,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

d. Distribusi Gumbel

Perhitungan curah hujan rencana menurut Metode Gumbel, mempunyai perumusan sebagai berikut.

$$X = \bar{X} + S \cdot K \dots\dots\dots 2.17$$

Keterangan :

\bar{X} = Harga rata-rata sampel

S = Standar deviasi (simpangan baku) sampel

Nilai K (factor probabilitas) untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$K = \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots 2.18$$

Keterangan :

Y_n = *Reduced mean* yang tergantung jumlah sample/data n

S_n = *Reduced standard deviation* yang juga tergantung pada jumlah sampel/data n

Y_{Tr} = *Reduced variate*, yang dapat dihitung dengan persamaan :

$$Y_{Tr} = - \ln \left[- \ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right] \dots\dots\dots 2.19$$

2.1.4. Uji Kesesuaian

Pemeriksaan uji kesesuaian ini bertujuan untuk mengetahui apakah distribusi frekuensi yang telah dipilih bisa digunakan atau tidak untuk serangkaian data yang tersedia. Uji kesesuaian ini ada dua macam yaitu *chi kuadrat* dan *smirnov kolmogorov*.

1. Uji Chi Kuadrat

Uji chi-kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2 yang dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots 2.20$$

Keterangan :

- χ^2 = Parameter chi-kuadrat terhitung
- G = Jumlah sub kelompok
- O_i = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i
- E_i = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i

Prosedur uji chi-kuadrat adalah sebagai berikut.

- 1) Mengurutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya).
- 2) Mengelompokkan data menjadi G sub grup yang masing-masing beranggotakan minimal 4 data pengamatan.
- 3) Menjumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap sub grup.
- 4) Menjumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i .
- 5) Pada tiap-tiap sub grup dihitung nilai $(O_i - E_i)$ dan $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$.
- 6) Menjumlahkan seluruh G sub grup nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai chi-kuadrat terhitung.
- 7) Menentukan derajat kebebasan $dk = G - R - 1$ (nilai R = 2 untuk distribusi normal dan binomial).

Tabel 2.2 Nilai Kritis untuk Uji Chi Kuadrat

DK	A							
	0,995	0,9	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,000039	0,000157	0,000928	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,1000	0,021	0,05806	0,103	5,991	7,378	9,210	10,579
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,4848	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	14,607	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	19,919	21,666	23,589
10	2,156	0,558	3,274	3,940	18,307	18,307	23,209	25,188

Interpretasi hasil uji chi-kuadrat adalah sebagai berikut.

- 1) Apabila peluang lebih dari 5%, maka persamaan distribusi yang digunakan dapat diterima.
- 2) Apabila peluang kurang dari 1%, maka persamaan distribusi yang digunakan tidak dapat diterima.
- 3) Apabila peluang berada di antara 1-5%, maka tidak mungkin mengambil keputusan, misal perlu data tambahan.

2. Uji Smirnov Kolmogorv

Pengujian ini dilakukan dengan menggambarkan probabilitas untuk tiap data, yaitu dari peredaan distribusi empiris dan distribusi teoritis yang disebut dengan Δ . Dalam bentuk persamaan ditulis sebagai berikut:

$$\Delta = \text{maksimum} [P(X_m) - P'(X_m)] < \Delta_{cr} \dots\dots\dots 2.21$$

Dimana :

Δ = selisih antara peluang teoritis dan empiris

Δ_{cr} = simpangan kritis

$P(X_m)$ = peluang teoritis

$P'(X_m)$ = peluang empiris

Perhitungan peluang empiris dan teoritis dengan persamaan *Weibull*

(Soemarto, 1986):

$$P = m/(n + 1) \dots\dots\dots 2.22$$

$$P' = m/(n - 1)$$

Dimana :

m = nomor urut data

n = jumlah data

$$Q = 0,278.C_f.C.I.A \dots\dots\dots 2.23$$

Dimana:

Q = Debit rancangan (m^3/det)

C = Koefisien aliran

C_f = faktor frekuensi

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas DAS (km^2)

2.8 Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana adalah debit banjir yang digunakan sebagai dasar untuk merencanakan tingkat pengamanan bahaya banjir pada suatu kawasan dengan penerapan angka-angka kemungkinan terjadinya banjir terbesar. (Ismail Saud, 2007) Banjir rencana ini secara teoritis hanya berlaku pada satu titik di suatu ruas sungai, sehingga pada sepanjang ruas sungai akan terdapat besaran banjir rencana yang berbeda. Metode untuk mendapatkan debit banjir rencana dapat menggunakan metode sebagai berikut :

2.8.1 Metode Haspers

$$\text{Rumus : } Q_n = \alpha \cdot \beta \cdot q_n \cdot A \dots\dots\dots 2.7$$

$$\alpha = \frac{1 + 0,012 \cdot A^{0,70}}{1 + 0,075 \cdot A^{0,70}}$$

$$\frac{1}{\beta} = 1 + \frac{t + 3,70 \cdot 10^{-0,40t}}{t^2 + 15} \cdot \frac{A^{0,75}}{12}$$

$$q_n = \frac{t \cdot R_n}{3,6 \cdot t}$$

$$t = 0,10 \cdot L^{0,80} \cdot i^{-0,30}$$

$$R_n = \frac{t \cdot R_t}{t + 1}$$

Dimana :

Q_n = Debit banjir (m^3/dt)

R_n = Curah hujan harian maksimum (mm/hari)

α = Koefisien limpasan air hujan (run off)

β = Koefisien pengurangan daerah untuk curah hujan DAS

q_n = Curah hujan ($m^3/dt.km^2$)

A = Luas daerah aliran (km^2)

t = Lamanya curah hujan (jam)

L = Panjang sungai (km)

i = Kemiringan sungai

(Sumber : DPU Pengairan, Metode Perhitungan Debit Banjir, SK SNI M-18-1989-F)

2.8.2 Metode Manual Jawa Sumatra

Digunakan untuk luas DAS > 100 km².

Persamaan yang digunakan :

APBAR	= PBAR . ARF	2.8
SIMS	= H / MSL	2.9
LAKE	= <u>Luas DAS di hulu bendung</u>	2.10
	Luas DAS total	
V	= 1,02 – 0,0275 Log (AREA)	2.11
MAF	= 8.10 ⁻⁶ . AREA ^v . APBAR ^{2,455} . SIMS ^{0,177} . (1±LAKE) ^{-0,85}	2.12
Q	= GF . MAF	2.13

Parameter yang digunakan :

AREA	: Luas DAS (km ²)
PBAR	: Hujan 24 jam maksimum merata tahunan (mm)
ARF	: Faktor reduksi areal (tabel 2.3)
SIMS	: Indeks kemiringan = H / MSL (m/km)
H	: Beda tinggi antara titik pengamatan dengan ujung sungai tertinggi (m)
MSL	: Panjang sungai sampai titik pengamatan (km)
LAKE	: Indek danau
GF	: <i>Growth factor</i> (tabel 2.4)
Q	: Debit banjir rencana

Tabel 2.3 Faktor Reduksi (ARF)

DAS (km ²)	ARF
1 – 10	0,99
10 – 30	0,97
30 – 3000	1,52 – 0,0123 log A

(Sumber : Banjir Rencana Untuk Bangunan Air, Joesron Loebis, 1990)

Tabel 2.4 *Growth Factor* (GF)

Return Period T	Luas <i>catchment</i> area (km ²)					
	<180	300	600	900	1200	>1500
5	1.28	1.27	1.24	1.22	1.19	1.17
10	1.56	1.54	1.48	1.49	1.47	1.37
20	1.88	1.84	1.75	1.70	1.64	1.59
50	2.35	2.30	2.18	2.10	2.03	1.95
100	2.78	2.72	2.57	2.47	2.37	2.27

(Sumber : Banjir Rencana Untuk Bangunan Air, Joesron Loebis, 1990)

2.8.3 Metode *Melchior*

Rumus yang digunakan adalah :

$$Q_t = \alpha \cdot \beta \cdot q_n \cdot A \dots\dots\dots 2.14$$

Dimana :

- Koefisien Run off (α)

$\alpha = 0,42-0,62$. *Melchior* menganjurkan untuk memakai $\alpha = 0,52$

- Koefisien Reduksi (β)

$$F = \frac{1970}{\beta - 0.12} - 3960 + 1720$$

- Hujan Maksimum (q)

- Waktu konsentrasi (t)

$$t = 0,186 L Q^{-0,2} I^{-0,4}$$

$$q_n = \frac{Rn}{3,6 * t}$$

Dimana :

Q_t = Debit banjir rencana (m³/det)

Rn = Curah hujan maksimum (mm/hari)

α = Koefisien pengaliran

β = Koefisien pengurangan daerah untuk curah hujan DAS

q_n = Debit persatuan luas (m³/det.Km²)

Syarat batas dalam perhitungan debit banjir menggunakan metode *Melchior* ini adalah sebagai berikut :

- Luas daerah pengaliran sungai $> 100 \text{ Km}^2$
- Hujan dengan durasi $t < 24$ jam

Adapun langkah-langkah dalam menghitung debit puncak adalah sebagai berikut :

- Menentukan besarnya curah hujan sehari untuk periode ulang rencana yang dipilih
- Menentukan α untuk daerah aliran sungai
- Menghitung A , L dan I untuk daerah aliran sungai
- Memperkirakan harga untuk waktu konsentrasi t_0
- Menghitung q_n dan $Q_0 = \alpha \cdot \beta \cdot q_n \cdot A$
- Menghitung waktu konsentrasi $t = 0,186 L Q^{-0,2} I^{-0,4}$
- Ulangi sampai harga $t_0 \approx t$

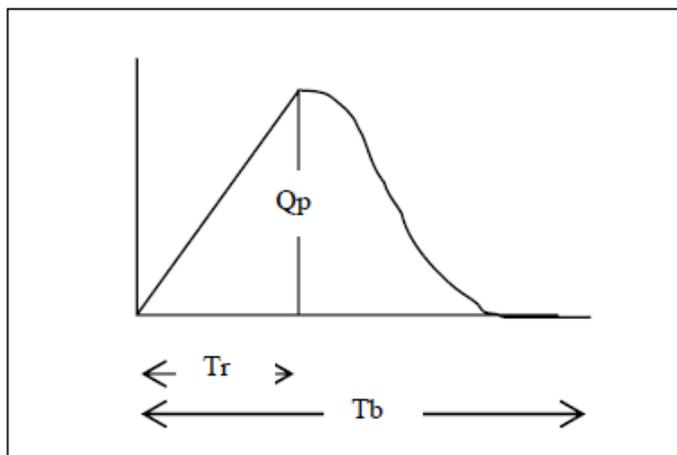
2.8.4 Metode *Gamma I*

Cara ini dipakai sebagai upaya untuk memperoleh hidrograf satuan suatu DAS yang belum pernah terukur, dengan pengertian lain tidak tersedia data pengukuran debit maupun data AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) pada suatu tempat tertentu dalam sebuah DAS (tidak ada stasiun hidrometer).

Hidrograf satuan sintetik secara sederhana dapat disajikan empat sifat dasarnya yang masing-masing disampaikan sebagai berikut :

- a. Waktu naik (*Time of Rise*, TR), yaitu waktu yang diukur dari saat hidrograf mulai naik sampai terjadinya debit puncak.
- b. Debit puncak (*Peak Discharge*, Qp).
- c. Waktu dasar (*Base Time*, TB), yaitu waktu yang diukur dari saat hidrograf mulai naik sampai berakhirnya limpasan langsung atau debit sama dengan nol.

- d. Koefisien tampungan (*Storage Coefficient*), yang menunjukkan kemampuan DAS dalam fungsi sebagai tampungan air.



Gambar 2.14 Sketsa Hidrograf Satuan Sintetis

Sisi naik hidrograf satuan diperhitungkan sebagai garis lurus sedang sisi resesi (*resesion climb*) hidrograf satuan disajikan dalam persamaan *exponensial* berikut :

$$Q_t = Q_p \cdot e^{-t/k} \dots\dots\dots 2.15$$

Di mana :

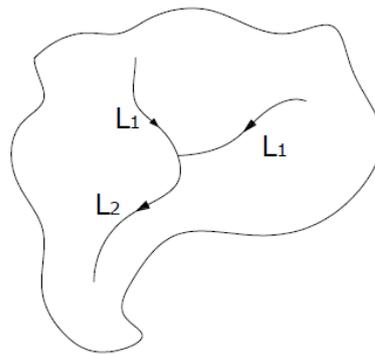
- Qt = Debit yang diukur dalam jam ke-t sesudah debit puncak (m³/dt)
- Qp = Debit puncak (m³/dt)
- t = Waktu yang diukur pada saat terjadinya debit puncak (jam)
- k = Koefisien tampungan dalam jam

$$Tr = 0,43 \left[\frac{L}{100.SF} \right]^3 + 1,0665.SIM + 1,2775 \dots\dots\dots 2.16$$

Di mana :

- Tr = Waktu naik (jam)
- L = Panjang sungai (km)

SF = Faktor sumber yaitu perbandingan antara jumlah panjang tingkat 1 dengan jumlah panjang sungai semua tingkat



Gambar 2.15 Sketsa Penetapan Panjang dan Tingkat Sungai

$$SF = (L1+L1) / (L1+L1+L2)$$

SIM = Faktor simetri ditetapkan sebagai hasil kali antara faktor lebar (WF) dengan luas relatif DAS sebelah hulu

$$A - B = 0,25 L$$

$$A - C = 0,75 L$$

$$WF = Wu / Wi$$

$$Qp = 0,1836 \cdot A^{0,5886} \cdot Tr^{-0,4008} \cdot JN^{0,2381} \dots\dots\dots 2.17$$

Di mana :

Qp = Debit puncak (m³/dt)

JN = Jumlah pertemuan sungai

$$TB = 27,4132 \cdot Tr^{0,1457} \cdot S^{-0,0986} \cdot SN^{0,7344} \cdot RUA^{0,2574} \dots\dots\dots 2.18$$

Di mana :

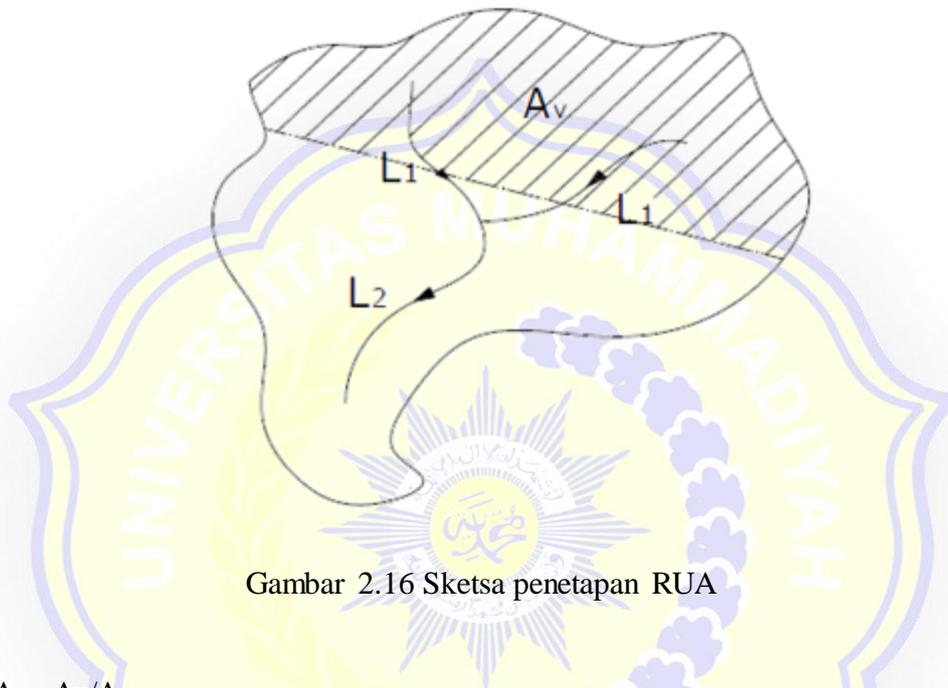
TB = Waktu dasar (jam)

S = Landai sungai rata-rata

SN = Frekwensi sumber yaitu perbandingan antara jumlah segmen sungai-

sungai tingkat 1 dengan jumlah sungai semua tingkat.

RUA = Perbandingan antara luas DAS yang diukur di hulu garis yang ditarik tegak lurus garis hubung antara stasiun pengukuran dengan titik yang paling dekat dengan titik berat DAS melewati titik tersebut dengan luas DAS total.



Gambar 2.16 Sketsa penetapan RUA

$$RUA = A_u/A \dots\dots\dots 2.19$$

Penetapan hujan efektif untuk memperoleh hidrograf dilakukan dengan menggunakan indeks infiltrasi. Untuk memperoleh indeks ini agak sulit, untuk itu digunakan pendekatan dengan mengikuti petunjuk Barnes (1959). Perkiraan dilakukan dengan mempertimbangkan pengaruh parameter DAS yang secara hidrologi dapat diketahui pengaruhnya terhadap indeks infiltrasi, persamaan pendekatannya adalah sebagai berikut :

$$\Phi = 10,4903 - 3,859 \times 10^{-6} \cdot A^2 + 1,6985 \times 10^{-13} (A/SN)^4 \dots\dots\dots 2.20$$

Untuk memperkirakan aliran dasar digunakan persamaan pendekatan berikut ini. Persamaan ini merupakan pendekatan untuk aliran dasar yang tetap,

dengan memperhatikan pendekatan *Kraijenhoff Van Der Leur* (1967) tentang hidrograf air tanah :

$$QB = 0,4751 \cdot A^{0,6444} \cdot D^{0,9430} \dots\dots\dots 2.21$$

Di mana :

QB = Aliran dasar

A = Luas DAS (km²)

D = Kerapatan jaringan kuras (*drainage density*) / indeks kerapatan sungai yaitu perbandingan jumlah panjang sungai semua tingkat tiap satuan luas DAS.

$$k = 0,5617 \cdot A^{0,1798} \cdot S^{-0,1446} \cdot SF^{-1,0897} \cdot D^{0,0452}$$

Di mana :

k = koefisien tampungan

2.8.5 Metode *Passing Capacity*

Cara ini dipakai dengan jalan mencari informasi yang dipercaya tentang tinggi muka air banjir maksimum yang pernah terjadi. Selanjutnya dihitung besarnya debit banjir rencana dengan rumus :

$$Q = AxV \dots\dots\dots 2.22$$

$$V = c \cdot \sqrt{R \cdot I} \quad (\text{Rumus Chezy})$$

$$c = \frac{87}{m}$$

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

Dimana :

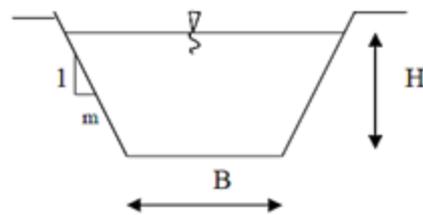
Q = Volume banjir yang melalui tampang (m³/dtk)

A = Luas penampang basah (m²)

V = Kecepatan aliran (m/dtk)

R = Jari – jari hidrolis (m)

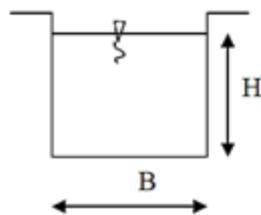
- I = Kemiringan sungai
- P = Keliling penampang basah sungai (m)
- c = Koefisien Chezy
- B = Lebar sungai (m)



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

$$P = B+2H(1+m^2)^{0.5}$$

$$R = A/P$$



$$A = B \times H$$

$$P = B+2H$$

$$R = A/P$$

Gambar 2.17 Bentuk-bentuk Penampang Sungai

2.8.6 Metode Rasional

Rumus:

$$Q = \frac{C.I.A}{360} \dots\dots\dots 2.23$$

Dimana:

- C = koefisien limpasan air hujan
- I = intensitas curah hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)
- A = luas daerah pengaliran (km²)
- Q = debit maksimum (m³/det)

Intensitas hujan dapat dihitung menggunakan rumus *Mononobe*:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{tc}\right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots 2.24$$

Dimana:

R = hujan maksimum harian selama 24 jam (mm)

tc = waktu konsentrasi

Waktu konsentrasi dihitung menggunakan rumus yang dikembangkan oleh *Kirpich* (1940), yang dapat ditulis sebagai berikut :

$$tc = to + td \dots\dots\dots 2.25$$

Dimana :

tc = waktu konsentrasi (jam)

to = waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari jarak terjauh ke hulu sungai (jam)

td = waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir pada saluran dari hulu ke outlet (jam)

2.9 Penelitian / Karya Ilmiah yang Pernah Dilakukan Sebelumnya

Data analisa diambil dari studi-studi terdahulu yang berkaitan dengan Sungai Ijo yaitu :

- a. SJFC-SP (*South Java Flood Control Sector Project*) oleh Konsultan Sogreah-Smec-Kwarsa Hexagon-Barunadri tahun 1998.
- b. Pekerjaan Penyusunan *Review* Desain Pengendalian Banjir Sungai Serayu, Sungai Tipar, Sungai Ijo, Sungai Telomoyo, Sungai Luk Ulo, Sungai Wawar, Sungai Cokroyasan, Sungai Bogowonto beserta anak sungainya, oleh PT. Daya Cipta Dianrancana tahun anggaran 2013.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi merupakan suatu penyelidikan yang sistematis untuk meningkatkan sejumlah pengetahuan, juga merupakan suatu usaha yang sistematis dan terorganisasi untuk menyelidiki masalah tertentu yang memerlukan jawaban. Metodologi mengkaji ketentuan mengenai metode-metode yang digunakan dalam penelitian untuk memperoleh kajian ilmiah. Metode yang dipakai pada penelitian ini adalah dengan uraian lokasi & waktu penelitian, teknik pengambilan data, teknik pengolahan data dan prosedur penelitian dengan uraian sebagai berikut :

3.1 Lokasi & Waktu Penelitian

Lokasi objek penelitian yaitu pada Embung Kedung Weru yang terletak di Desa Kedung Weru, Kecamatan Ayah, Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah. Untuk lokasi pekerjaan sendiri berada pada hilir pertemuan Sungai Ijo dengan Sungai Gumelar yang berada di Desa Kedung Weru dengan posisi $7^{\circ}39'17''$ LS dan $109^{\circ}23'32''$ BT. Waktu penelitian yang peneliti ambil yaitu pada tanggal 1 April – 1 Mei 2020. Berikut adalah letak lokasi Embung Kedung Weru :

3.2 Teknik Pengambilan Data

3.2.1 Survey Pendahuluan

Survey pendahuluan dilaksanakan untuk mengetahui dan mengidentifikasi permasalahan-permasalahan yang ada pada lokasi studi. Selain itu *survey* ini dilakukan untuk mengetahui kondisi *existing* lapangan. *Survey* pendahuluan dilaksanakan dengan cara sebagai berikut:

1. Meninjau daerah studi, hal ini dilakukan untuk mengetahui kondisi lapangan yang sebenarnya dari lokasi studi sehingga didapatkan gambaran yang lebih jelas untuk konstruksi pengelak sebagai saluran irigasi.
2. Wawancara petugas dan pejabat setempat, hal ini dilakukan untuk mengetahui kebutuhan warga dan masalah yang ada pada lokasi studi.

3.2.2 Studi Literatur

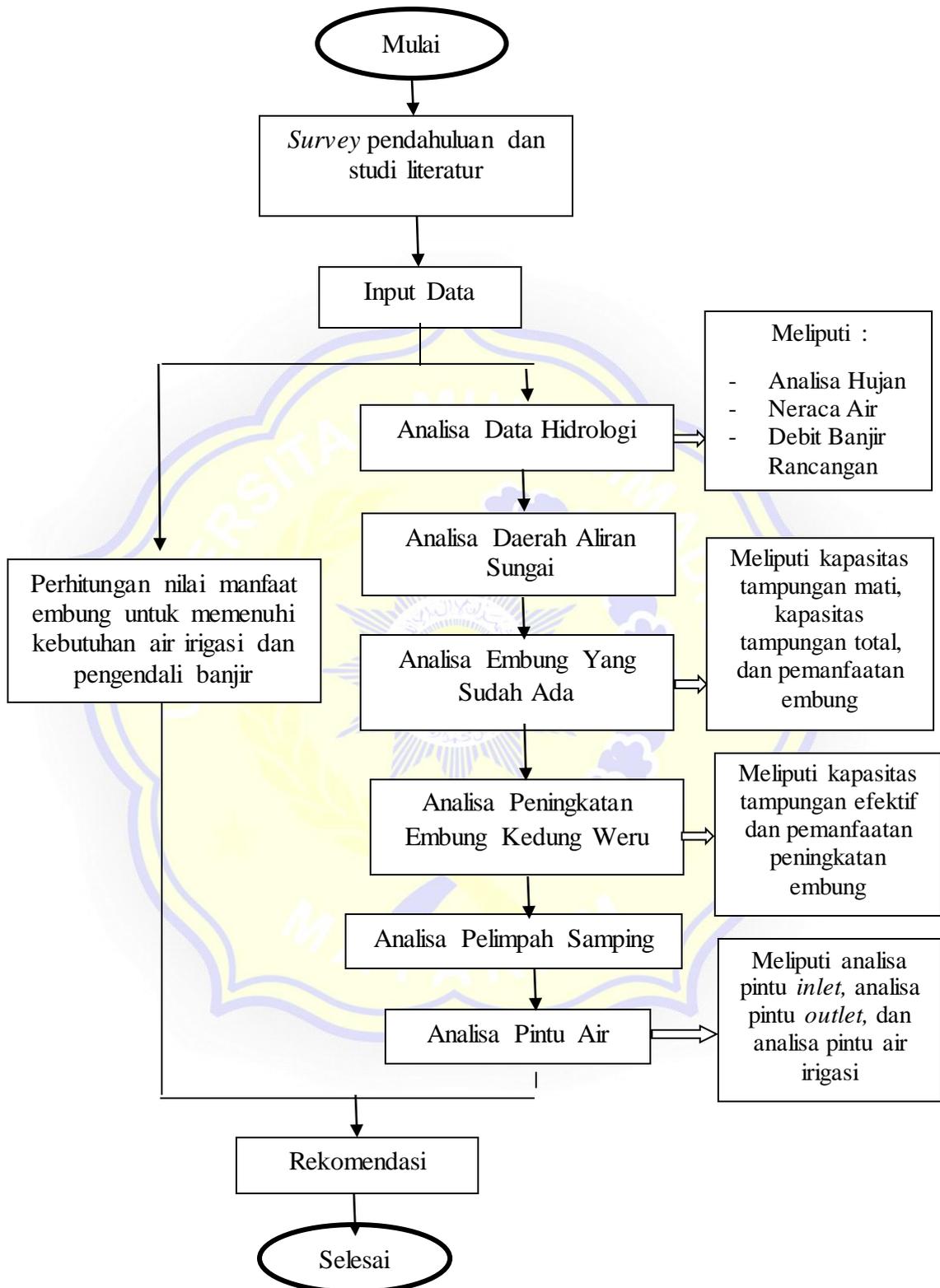
Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan referensi metode dan tahapan-tahapan yang sesuai dengan permasalahan pada lokasi studi. Referensi tersebut berupa langkah - langkah penyelesaian yang pernah dilakukan terkait dengan studi. Studi literatur ini dapat dilakukan dengan mencari bahan dari berbagai buku, jurnal dan sumber referensi lain yang sesuai dan dapat mendukung studi.

3.3 Teknik Pengolahan Data

Teknik pengolahan data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan bantuan *software* Microsoft Excel 2016 dimana data masukan yang diperlukan yaitu data curah hujan dan debit banjir rencana DAS Ijo.

Keluaran data hasil penelitian ini adalah rekomendasi peningkatan Embung Kedung Weru sebagai prasarana pengendali banjir dan irigasi.

3.4 Prosedur Penelitian



Gambar 3.2 Prosedur Penelitian