

SKRIPSI

**PERENCANAAN ULANG BENDUNG UNTUK MENGATASI
GERUSAN PADA HILIR BENDUNG BANGKUNING
DESA SENGON AGUNG - KECAMATAN PURWOSARI
KABUPATEN PASURUAN**



**Disusun oleh :
YUGO ABDUKA MUKHLIS
NIM :11.21.050**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2016**

SECRET

REPRODUCTION OF THIS DOCUMENT IS PROHIBITED
EXCEPT AS AUTHORIZED BY THE NATIONAL ARCHIVES
AND RECORDS ADMINISTRATION

SECRET

REPRODUCTION OF THIS DOCUMENT IS PROHIBITED
EXCEPT AS AUTHORIZED BY THE NATIONAL ARCHIVES
AND RECORDS ADMINISTRATION

REPRODUCTION OF THIS DOCUMENT IS PROHIBITED
EXCEPT AS AUTHORIZED BY THE NATIONAL ARCHIVES
AND RECORDS ADMINISTRATION

LEMBAR PEGESAHAN

SKRIPSI

**“PERENCANAAN ULANG BENDUNG UNTUK MENGATASI
GERUSAN PADA HILIR BENDUNG BANGKUNING
DESA SENGON AGUNG KECAMATAN PURWOSARI
KABUPATEN PASURUAN”**

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik S-1 di Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh :

Yugo AbdukaMukhlis

11. 21. 050

Disahkan Oleh :

**Ketua Program Studi
Teknik Sipil S-1**

**Sekretaris Program Studi
Teknik Sipil S-1**


Ir. A. Agus Santosa, MT


Ir. Munasih, MT

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II


Ir. I Wayan Mundra, MT


Ir. Endro Yuwono, MT

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2016

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**“PERENCANAAN ULANG BENDUNG UNTUK MENGATASI
GERUSAN PADA HILIR BENDUNG BANGKUNING
DESA SENGON AGUNG KECAMATAN PURWOSARI
KABUPATEN PASURUAN”**

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik S-1 di Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh :

Yugo AbdukaMukhlis

11. 21. 050

Menyetujui :

**Dosen
Pembimbing I**

Dr. Ir. Kustamar, MT
NIP. 196402022991031002

**Dosen
Pembimbing II**

Ir. H. Hirijanto, MT
NIP.Y.1018800182

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang**



Ir. A. Agus Santosa. MT
NIP.Y.1018700155

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2016

Yugo Abduka Mukhlis 11.21.050. "Perencanaan Ulang Bendung Untuk Mengatasi Gerusan Pada Hilir Bendung Bangkuning Desa Sengon Agung Kecamatan Purwosari Kabupaten Pasuruan". Jurusan Teknik Sipil (S-1) Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang. Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Kustamar, MT dan Ir. H. Hirijanto, MT

ABSTRAKSI

Sungai Jungpinang yang melalui Desa Sengon Agung Kecamatan Purwosari Kabupaten Pasuruan, dalam kondisi normal airnya sangat bermanfaat dan dibutuhkan untuk pemenuhan kebutuhan air bagi masyarakat di sekitarnya. Persoalan yang dihadapi adalah bagaimana mengendalikan serta memanfaatkan potensi yang ada untuk memenuhi air baku dan irigasi di wilayah Desa Sengon Agung dan sekitarnya yang terus meningkat, sedangkan potensi yang tersedia tidak memenuhi untuk kebutuhan tersebut, misalnya dikarenakan oleh kerusakan bangunan tubuh bendung yang mempengaruhi kurangnya debit air yang dibutuhkan. Sebagai alternative pemecahan masalah tersebut adalah dengan merencanakan ulang bendung Bangkuning untuk memaksimalkan kembali kebutuhan air yang dibutuhkan.

Maksud dari studi ini adalah untuk merencanakan ulang dimensi bendung untuk memenuhi kembali kebutuhan air warga dan dimanfaatkan secara maksimal dan sesuai yang diharapkan. Adapun tujuan dari studi ini adalah untuk menghasilkan dimensi bendung dan mendapatkan gambaran dalam perencanaan sebuah bendung yang secara teknis aman dan ekonomis dalam usaha meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar dengan pemenuhan air baku.

Bangunan bendung ini dibangun dengan panjang 7,8 m dan menggunakan debit banjir kala ulang 50 tahun sebesar 81,517401 m³/detik. Tinggi bendung 1,6 m dengan lebar bendung 3,55 m.

Pada analisa Stabilitas Bendung ini dikontrol dengan kontrol terhadap geser, kontrol terhadap guling maupun daya dukun ijin tanah dengan hasil perencanaan dimensi bendung aman.

Kata kunci : Bendung, Perencanaan.



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Telp. (0341) 551431 Malang**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **YUGO ABDUKA MUKHLIS**
NIM : **11.21.050**
Program Studi : **TEKNIK SIPIL S-1**
Fakultas : **TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

**“PERENCANAAN ULANG BENDUNG UNTUK MENGATASI
GERUSAN PADA HILIR BENDUNG BANGKUNING
DESA SENGON AGUNG KECAMATAN PURWOSARI
KABUPATEN PASURUAN”**

Adalah benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur seluruhnya karya orang lain, kecuali disebut dari sumber aslinya.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tugas akhir ini hasil jiplakan atau mengambil karya tulis dan pemikiran orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, November 2016

Yang membuat pernyataan



(Yugo Abduka Mukhlis)

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, Yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul. "PERENCANAAN ULANG BENDUNG UNTUK MENGATASI GERUSAN PADA HILIR BENDUNG BANGKUNING DESA SENGON AGUNG KECAMATAN PURWOSARI KABUPATEN PASURUAN".

Adapun tujuan dari skripsi ini adalah agar memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana di Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini.

Selesainya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil kepada penulis, terutama kepada yang saya hormati :

1. Bapak **Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MTA** selaku REKTOR ITN Malang.
2. Bapak **Ir. A. Agus Santosa, MT** selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang.
3. Bapak **Dr. Ir. Kustamar, MT** selaku dosen pembimbing I
4. Bapak **Ir. H. Hirijanto, MT** selaku dosen pembimbing II

5. dan semua pihak yang membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Malang, November 2016
Penulis,

Yugo Abduka Mukhlis
NIM : 11.21.050

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI..... iii

DAFTAR TABEL..... vii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Maksud dan Tujuan 3

1.3 Rumusan Masalah..... 3

1.4 Batasan Masalah..... 3

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Bendung 4

2.2 Analisa Hidrologi..... 6

2.2.1 Curah Hujan Rata – Rata Daerah 6

2.2.2 Curah Hujan Rancangan 7

2.3 Uji Kesesuaian Distribusi..... 9

2.3.1 Uji Smirnov Kolmogorof..... 9

2.3.2 Uji Chi – Kuadrat..... 10

2.4	Debit Banjir Rencana	12
2.5	Rencana Bendung.....	14
2.5.1	Penentuan Elevasi Mercur Bendung	15
2.5.2	Penentuan Lebar Bendung	15
2.6	Hidraulika Bendung	16
2.6.1	Tinggi loncatan hidraulik	17
2.6.2	Panjang Loncatan Hidraulik.....	19
2.7	Stabilitas Bendung	20
2.7.1	Teori Stabilitas	20
2.7.1.1	Stabilitas Terhadap Guling	20
2.7.1.2	Stabilitas Terhadap Geser	21
2.7.1.3	Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah.....	21
2.7.2	Dasar Pembebanan Bendung.....	23
2.8	Gerusan	26
2.9	Peredam Energi.....	27
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Metode Perolehan Data.....	32
3.2	Analisa Debit Banjir Yang Terjadi	33
3.3	Kontrol Stabilitas Tubuh Bendung.....	34
	Diagram Alir	35

BAB IV ANALISA DATA

4.1 Curah Hujan Rerata.....	37
4.1.1 Curah Hujan Rerata Daerah Metode Polygon Thiessen	38
4.1.2 Analisa Curah Hujan Rencana	40
4.1.2.1 Pemilihan Distribusi Frekuensi	40
4.1.2.2 Curah Hujan Rencana Metode Log Pearson Tipe III	42
4.1.2.3 Curah Hujan Rencana Metode EJ Gumbel.....	44
4.2 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi	47
4.2.1 Uji Chi Kuadrat.....	48
4.2.2 Uji Smirnov Kolmogorov	52
4.3 Koefisien Pengaliran	57
4.4 Distribusi Hujan Jam – jaman.....	58
4.5 Hujan Efektif.....	59
4.6 Debit Aliran Dasar (Qf)	60
4.7 Hidrograf Satuan.....	62
4.8 Perencanaan Dimensi Bendung.....	66
4.8.1 Penentuan Tinggi Bendung.....	66
4.8.2 Perhitungan Tinggi Energi di Atas Mercu Bendung.....	66
4.8.3 Perhitungan Tinggi Muka Air di Atas Mercu Bendung.....	69
4.8.4 Perhitungan Lengkung Mercu Bendung	69
4.8.5 Perhitungan Penampang Belakang Mercu Bendung.....	70
4.8.6 Perhitungan Rencana Kolam Olakan (Peredam Energi).....	72
4.8.6.1 Perhitungan Elevasi Muka Air Banjir Existing	72
4.8.6.2 Perhitungan Kedalaman Air Banjir Setelah Loncatan.....	74

4.8.6.3 Pendimensian Ruang Olakan.....	75
4.8.7 Kontrol Panjang Rayapan (Creep Line).....	78
4.8.8 Gaya Yang Bekerja Pada Kondisi Air Normal	80
4.8.9 Gaya Yang Bekerja Pada Kondisi Air Banjir	88
4.9 Kontrol Stabilitas Bendung.....	94
4.9.1 Kontrol Stabilitas Terhadap Guling	94
4.9.2 Kontrol Stabilitas Terhadap Geser	95
4.9.3 Kontrol Stabilitas terhadap Daya Dukung Tanah	96

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Syarat Pemilihan Metode Frekuensi	9
Tabel 2.2 Nilai Delta Kritis (Δ_{Cr}) Untuk Uji Smirnov Kolmogorof.....	11
Tabel 2.3 Nilai Delta Kritis Untuk Uji Chi – Kuadrat.....	12
Tabel 4.1 Data Curah Hujan Harian Maksimum	37
Tabel 4.2 Curah Hujan Rerata Daerah.....	39
Tabel 4.3 Harga Cs dan Ck untuk Curah Hujan Harian Maksimum	40
Tabel 4.4 Curah Hujan Rata – Rata Harian Maksimum	42
Tabel 4.5 Curah Hujan Rancangan Dengan Metode Log Pearson Tipe III.....	42
Tabel 4.6 Curah Hujan Rata – Rata Metode Log Pearson Tipe III.....	44
Tabel 4.7 Perhitungan EJ Gumbel	44
Tabel 4.8 Perhitungan Reduced Variated dan Faktor Frekuensi	46
Tabel 4.9 Curah Hujan Rancangan Dengan Metode EJ Gumbel.....	47
Tabel 4.10 Uji Chi – Kuadrat Metode Log Pearson Tipe III.....	49
Tabel 4.11 Batas Kelas Pada Probabilitas EJ Gumbel.....	51
Tabel 4.12 Chi Kuadrat Pada Probabilitas EJ Gumbel.....	52
Tabel 4.13 Smirnov Kolmogorof Metode Log Pearson Tipe III.....	54

Tabel 4.14 Smirnov Kolmogorov Pada Probabilitas EJ Gumbel	55
Tabel 4.15 Perbandingan Curah Hujan Rancangan	56
Tabel 4.16 Perbandingan Uji Chi Kuadrat.....	56
Tabel 4.17 Perbandingan Uji Smirnov Kolmogorov	57
Tabel 4.18 Koefisien Pengaliran.....	57
Tabel 4.19 Distribusi Hujan Jam – jaman.....	59
Tabel 4.20 Perhitungan Hujan Efektif	60
Tabel 4.21 Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu	64
Tabel 4.22 Ordinat Banjir Rancangan Metode Nakayasu Q_{50}	65
Tabel 4.23 Harga K dan n.....	70
Tabel 4.24 Koordinat Lengkung Bagian Hilir Mercu Bendung	71
Tabel 4.25 Perhitungan Tinggi Muka Air Banjir Sebelum Dibendung.....	73
Tabel 4.26 Perhitungan Creep Line	78
Tabel 4.27 Harga Creep Ratio (c).....	79
Tabel 4.28 Gaya yang bekerja pada kondisi air normal.....	84
Tabel 4.29 Akibat berat sendiri bendung.....	85
Tabel 4.30 Akibat Uplift pressure.....	85
Tabel 4.31 Akibat GempaVerikal	86

Tabel 4.32 Momen Tahanan (M_r) Pada Kondisi Air Normal.....	86
Tabel 4.33 Akibat Gempa Horizontal.....	87
Tabel 4.34 Momen Guling (M_o) Pada Kondisi Air Normal.....	88
Tabel 4.35 Gaya Yang Bekerja Pada Kondisi Air Banjir.....	90
Tabel 4.36 Akibat Gaya Berat Air.....	91
Tabel 4.37 Akibat Uplift Pressure.....	91
Tabel 4.38 Gaya Yang Bekerja Pada Tubuh Bendung Kondisi Air Normal.....	92
Tabel 4.39 Gaya Yang Bekerja Pada Tubuh Bendung Kondisi Air Banjir.....	92
Tabel 4.40 Perhitungan Stabilitas Bendung Kondisi Air Normal.....	93
Tabel 4.41 Perhitungan Stabilitas Bendung Kondisi Air Banjir.....	93

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan pokok yang sangat penting bagi manusia dalam kehidupan sehari-hari. Pertumbuhan jumlah penduduk di bumi ini akan semakin meningkat dengan bertambahnya waktu. Dengan begitu secara langsung maupun tidak langsung kebutuhan air akan semakin bertambah pula. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut dapat diperoleh dari sumber-sumber air yang ada seperti sungai, danau, air tanah, air hujan, dan laut.

Dalam rangka meningkatkan kesejahteraan masyarakat dengan prioritas peningkatan taraf hidup masyarakat di daerah desa, masih diperlukan pengembangan potensi sumber daya air yang ada di daerah tersebut terutama untuk daerah yang menghadapi kesulitan memperoleh air untuk berbagai kebutuhan termasuk untuk kebutuhan air irigasi. Pergantian musim merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kuantitas air, pada musim kemarau ada daerah yang mengalami kekeringan dan sebaliknya pada musim hujan air sangat berlimpah bahkan mengakibatkan terjadi banjir. Kondisi tersebut juga terjadi di daerah Purwosari Kabupaten Pasuruan. Banjir di sungai Jungpinang tersebut terjadi dengan daya rusak yang hebat. Sebagai akibatnya, salah satu bangunan persungai yaitu bendung Bangkuning mengalami kerusakan.



Gambar 1.1 Kerusakan tubuh bendung dan sayap bendung

Bendung Bangkuning ini merupakan bangunan lama yang berfungsi sebagai bangunan pengambilan air irigasi untuk daerah pertanian disekitarnya, sehingga daerah pertanian yang elevasinya lebih tinggi dari sungai dapat teraliri dengan baik. Kerusakan tubuh bendung dan sayap bendung ini dikarenakan adanya gerusan pada hilir bendung yang kuat dan mengakibatkan penurunan dasar hilir bendung yang sangat dalam, sehingga mengganggu stabilitas bendung. Terjadinya kerusakan pada bangunan bendung ini mengakibatkan kerugian diantaranya adalah luas daerah irigasi yang dapat dialiri menjadi lebih kecil, sehingga mengakibatkan produktifitas pertanian menjadi menurun yang berdampak pada ekonomi masyarakat sekitar. Karena dampak yang ditimbulkan tersebut maka perlu dilakukan penanganan bendung pada sungai tersebut untuk menghindari kerugian lebih besar lagi yang akan timbul nantinya.

Oleh karena itu perlu dilakukan kajian mengenai alternatif pemecahannya yaitu dengan merencanakan ulang tubuh bendung untuk mendapatkan bangunan bendung yang stabil.

1.2 Lokasi Studi

Lokasi Studi berada di Desa Sengon Agung – Kecamatan Purwosari – Kabupaten Pasuruan. Batas – batas administrasi Desa Sengon Agung sebagai berikut :

- Sebelah Utara : Desa Pucangsari dan Desa Sukodermo
- Sebelah Selatan : Desa Pager dan Desa Summersuko
- Sebelah Barat : Desa Karangseno
- Sebelah Timur : Desa Sekarmojo dan Desa Tejowangi



Gambar 1.2 Peta Lokasi Studi

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan tugas akhir ini yaitu, untuk merencanakan ulang bangunan bendung yang berfungsi sebagai bangunan pengambilan air irigasi dan pengendalian debit banjir yang berdampak pada daerah-daerah yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Sedangkan tujuannya adalah mendapatkan desain rencana sebuah konstruksi bangunan bendung yang stabil.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa besar debit banjir rancangan yang melewati sungai ?
2. Berapa dimensi bendung yang terbaik untuk mengatasi gerusan pada hilir bendung ?
3. Bagaimana stabilitas bendung yang direncanakan ?

1.5 Batasan Masalah

Agar tidak menyimpang dari pembahasan, maka dibatasi dalam ruang lingkup perencanaan sebagai berikut :

1. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan 10 tahun terakhir.
2. Menghitung debit banjir rencana yang melewati sungai tersebut.
3. Analisa stabilitas tubuh bendung, guna memeriksa keamanan bendung terhadap bahaya guling, geser, dan daya dukung tanah dalam kondisi normal dan banjir (gempa dan tanpa gempa)

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Bendung

Bendung adalah bangunan yang ditempatkan melintang sungai, guna menaikkan elevasi muka air dan mengatur aliran air sungai yang melalui bendung tersebut.

Berdasarkan fungsinya bendung dapat diklasifikasikan dalam bendung pembagi banjir, bendung penahan air banjir, bendung penahan air pasang, dan bendung penyadap. Selain tergantung dari konstruksinya bendung diklasifikasikan dalam bendung tetap dan bendung gerak.

Klasifikasi bendung berdasarkan fungsi :

1. Bendung pembagi banjir

Bendung semacam ini didirikan pada pencabangan sungai untuk mengatur muka air, sehingga terjadi pemisahan antara debit banjir dan debit rendah sesuai dengan kapasitas yang telah ditetapkan sebelumnya.

2. Bendung penahan air pasang

Bendung ini dibangun di bagian sungai yang dipengaruhi pasang-surut air laut, untuk mencegah masuknya air asin dan untuk menjamin agar aliran air sungai dalam keadaan normal.

3. Bendung penyadap

Bendung ini digunakan untuk mengatur muka air di dalam sungai guna memudahkan penyadapan airnya untuk keperluan air minum, air perkotaan, irigasi, dan pembangkit tenaga listrik.

4. Lain – lain

Terdapat pula beberapa tipe khusus, antara lain :

- bendung untuk mengatur muka air, debit sungai, dan mengatur resim hidrologi sungai.
- bendung yang berfungsi sebagai ambang untuk mencegah turunnya dasar sungai yang biasanya dibangun pada suatu saluran pembuang, saluran banjir atau sudetan.
- bendung untuk menjaga air sungai pada kedalaman tertentu yang diperlukan bagi lalu lintas sungai dan bendung serbaguna yang mempunyai beberapa fungsi.

Klasifikasi bendung berdasarkan tipe konstruksi.

1. Bendung tetap

Bendung ini tidak dapat mengatur tinggi dan debit air sungai.

2. Bendung gerak

Bendung ini dapat digunakan untuk mengatur tinggi dan debit air sungai dengan pembukaan pintu – pintu yang terdapat pada bendung tersebut.

3. Bendung karet

Bendung karet merupakan bendung gerak dengan cara mengembung dan mengempis yang diatur secara otomatis.

2.2 Analisa Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran dan gerak air di alam kita. Ini meliputi berbagai bentuk air, yang menyangkut perubahan – perubahannya antara keadaan cair, padat, dan gas dalam atmosfer di atas dan di bawah permukaan tanah. Didalamnya tercakup pula air laut yang merupakan sumber dan penyimpanan air yang mengaktifkan kehidupan di planet bumi.

Dengan meluasnya pengembangan sumber – sumber daya air di daerah – daerah pengaliran sungai, maka peranan hidrologi menjadi sangat penting. Ilmu ini tidak hanya berperan dalam perencanaan bangunan air saja, tetapi juga ikut menentukan macam dan luas daerah pertanian yang harus dikerjakan, penentuan letak daerah industri, pelayanan perairan di daerah pedalaman (*inlandnavigation*) dan lain – lain.

2.2.1 Curah Hujan Rata – Rata Daerah

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata – rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan di suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah atau daerah dan dinyatakan dalam millimeter. (*Sosrodarsono, 1999;27*)

Terdapat 3 macam metode untuk menentukan besarnya curah hujan rata – rata di atas area tertentu dari angka – angka curah hujan di beberapa titik pos penakaran hujan (*Soemarto, 1986;31*).

1. Metode tinggi rata – rata (rerata aljabar).
2. Metode Polygon Thiessen.

3. Metode Isohyet

Dalam studi ini besarnya curah hujan didapatkan dengan menggunakan metode polygon thiessen dengan cara persamaan sebagai berikut (S. Sosrodarsono, 1987;21):

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

Cara Thiessen ini dipergunakan jika titik pengamatan tidak tersebar merata, maka cara perhitungan curah hujan rata – rata itu dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan. Penentuan titik pengamatan dan pemilihan ketinggian akan mempengaruhi ketelitian hasil yang didapat.

2.2.2 Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan adalah hujan terbesar tahunan dengan peluang tertentu yang mungkin terjadi di suatu daerah. Ada beberapa metode untuk menghitung besarnya curah hujan rancangan, antara lain metode Gumbel, Log Person Tipe III, dan Normal.

Dalam studi ini di pakai metode Log Person Tipe III dan dilakukan pengujian distribusi terhadap metode yang dipakai.

Langkah – langkah dalam perhitungan curah hujan rancangan berdasarkan Log Person Tipe III adalah sebagai berikut (Soemarto, 1986:243) :

1. Data hujan harian maksimum tahunan sebanyak n tahun diubah dalam bentuk logaritma.

2. Hitung rata – rata logaritma dengan rumus :

$$\overline{\log x} = \frac{\sum_{i=1}^n \log x_i}{n} \dots \dots \dots (2.2)$$

3. Hitung simpangan baku dalam rumus :

$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x_i - \overline{\log x})^2}{n-1}} \dots \dots \dots (2.3)$$

4. Hitung koefisien kepeccengan dengan rumus :

$$C_s = \frac{\sum (\log x_i - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)S_1^3} \dots \dots \dots (2.4)$$

5. Hitung logaritma curah hujan rancangan dengan periode ulang tertentu.

$$\log Q_T = \overline{\log x} + G.S_1 \dots \dots \dots (2.5)$$

Dengan :

$\log Q_T$ = logaritma curah hujan rancangan dengan kala ulang T tahun.

$\overline{\log x}$ = rata – rata logaritma data.

n = banyaknya data / tahun pertama.

S_1 = simpangan baku data.

C_s = koefisien kepeccengan.

G = koefisien frekuensi.

Tabel 2.1 Syarat Pemilihan Metode Frekuensi

Jenis Metode	Ck	Cs
Gambel	5.4002	1.1396
Normal	3.0	0
Log Person Tipe III	Bebas	Bebas

Sumber : Harto, 1993 : 245

2.3 Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi dimaksimalkan untuk mengetahui suatu kebenaran hipotesa, dalam hal ini adalah hipotesa distribusi Log Person Tipe III. Dalam studi ini menggunakan dua uji distribusi yaitu uji Smirnov Kolmogorof dan Chi – Kuadrat. Untuk mengadakan uji ini terlebih dahulu harus dilakukan plotting data pengamatan pada kertas probabilitas Log Person Tipe III dan garis durasi yang sesuai, dengan langkah – langkah sebagai berikut :

a. Data curah hujan maksimum harian rata – rata tiap tahun di susun dari kecil ke besar.

b. Hitung probabilitas dengan menggunakan rumus Weeibull
(Subarkah, 1980;120)

$$P = \frac{100.m}{n+1} (\%) \dots \dots \dots (2.6)$$

Dengan :

P = probabilitas (%).

m = nomor urut data dari sen yang telah di urutkan.

n = banyaknya data.

c. Ploting data hujan (X_i) dengan probabilitas (P)

d. Tarik garis durasi dengan mengambil beberapa titik untuk dimasukkan kedalam persamaan.

2.3.1 Uji Smirnov Kolmogorof

Dari grafik plotting data curah hujan diperoleh perbedaan maksimum antara distribusi teoristis dan empiris (Δ maksimum)

$$\Delta \text{ maksimum} = [P_E - P_T] \dots \dots \dots (2.7)$$

Dengan :

Δ maks = selisih maksimum antara peluang empiris dan peluang Teoritis.

P_T = peluang teoritis.

P_E = peluang empiris.

Kemudian dibandingkan antara Δ maksimum dan Δ_{Cr} dan bila Δ maksimal $< \Delta_{Cr}$, maka pemilihan frekuensi tersebut dapat diterapkan pada data tersebut.

Tabel 2.2 Nilai Delta Kritis (Δ_{Cr}) Untuk Uji Smirnov Kolmogorof

N	Δ_{Cr}			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,67
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
n > 50	$\frac{1,07}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,22}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,36}{\sqrt{n}}$	$\frac{1,63}{\sqrt{n}}$

Sumber : MMA Shahin Statistical Analisis in Hidrologi, Volume 2 Edition
Defti Netherlands Hal. 188

2.3.2 Uji Chi – Kuadrat

Uji chi – kuadrat digunakan untuk menguji apakah distribusi pengamatan dapat disamai dengan baik oleh distribusi teoritis. Perhitungan dengan menggunakan persamaan :

$$(x^2)_{hit} = \sum_{i=1}^k \frac{(OF - EF)}{EF} \dots \dots \dots (2.8)$$

Jumlah kelas distribusi di hitung dengan rumus (Harto, 1983:80):

$$K = 1 + 3,322 \cdot \log n \dots\dots\dots(2.9)$$

$$Dk = k - (p + 1) \dots\dots\dots(2.10)$$

Dengan :

X^2 = harga Chi – Kuadrat

EF = nilai yang diharapkan (*expected frequency*)

OF = nilai yang diamati (*observed frequency*)

K = jumlah kelas distribusi

n = banyaknya data

Dk = derajat kebebasan (nilai kritis didapat dari table)

p = banyaknya parameter Chi – Kuadrat yaitu 2

Agar distribusi frekuensi yang dipilih dapat diterima maka

harga $X^2 < X^2_{Cr}$. Harga X^2_{Cr} dapat diperoleh dengan menentukan

taraf signifikasi α dengan derajat kebebasan.

Tabel 2.3 Nilai Delta Kritis Untuk Uji Chi – Kuadrat

Degrees of freedom	Probability of a deviation greather then X^2_{Cr}				
	0,20	0,10	0,05	0,01	0,001
1	1,642	2,706	3,841	6,635	10,827
2	3,219	4,605	5,991	9,210	13,815
3	4,642	6,251	7,815	11,245	16,268
4	5,989	7,779	9,488	13,277	18,465
5	7,289	9,236	11,070	15,086	20,517
6	8,558	10,645	12,592	16,812	22,457
7	9,803	12,017	14,067	18,475	24,322
8	11,030	13,362	15,507	20,090	26,125
9	12,242	14,684	16,919	21,666	27,877
10	13,420	15,987	18,307	23,209	29,588
11	14,631	17,275	19,675	24,725	31,264
12	15,812	18,549	21,026	26,217	32,909
13	16,985	19,812	22,362	27,688	34,528
14	18,151	21,064	23,685	29,141	36,123
15	19,311	22,307	24,996	30,578	37,697
16	20,465	23,542	26,296	32,000	39,252

17	21,615	24,769	27,587	33,409	40,790
18	22,760	25,989	28,869	34,805	42,312
19	23,900	27,204	30,144	36,191	43,820
20	25,038	28,412	31,410	37,566	45,315

Sumber : MMA Shahin Statistical Analisis in Hidrologi, Volume 2 Edition

Defti Netherlands Hal. 283

2.4 Debit Banjir Rencana

Analisa debit banjir rancangan dalam studi ini menggunakan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu. Adapun persamaan hidrograf satuan sintetik Nakayasu adalah (Soemarto, 1986 : 168):

$$Qp = \frac{c \cdot A \cdot R^0}{3,6 \cdot (0,3T_p + T_{0,3}^0,3)} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dengan :

Q_p =debit banjir puncak (m³.dt⁻¹)

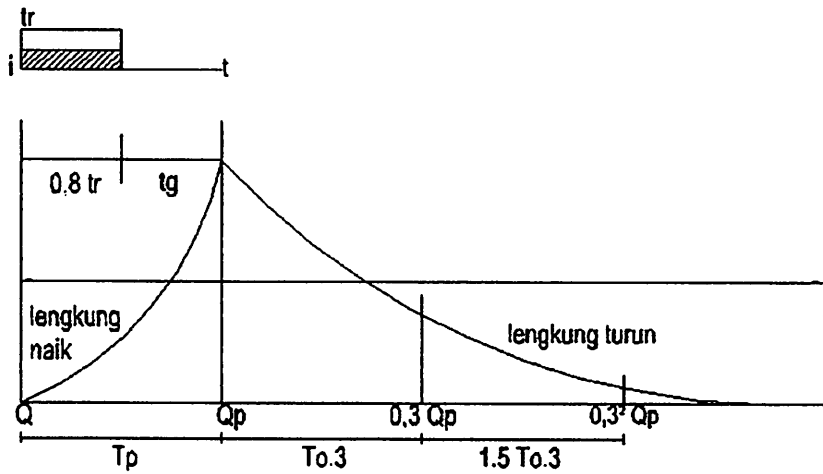
A =luas daerah pengaliran (km²)

R₀ =hujan satuan (mm)

T_p =tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

c =koefisien pengaliran

T_{0,3} =waktu yang diperlukan pada penurunan debit puncak sampai ke debit sebesar 3% dari debit puncak (jam)



Gambar 2.1 Model Hidrograf Nakayasu

Untuk :

$$\underline{L} < 15\text{km} \quad t_g = 0,21\underline{L}^{0,7} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$\underline{L} > 15\text{km} \quad t_g = 0,40 + 0,058 \underline{L} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$T_p = t_g + 0,8 t_r \dots\dots\dots(2.14)$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot t_g \dots\dots\dots(2.15)$$

$$\alpha = \frac{0,47 \cdot (AL)^{0,25}}{t_g} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dengan :

\underline{L} = panjang alur sungai (km)

T_g = waktu konsentrasi (jam)

T_r = 0,5 sampai T_g (jam), diambil 1 jam

Rumus Ordinasi Hidrograf :

1. Lengkung naik :

Jika $0 \leq t < T_p$

$$Q_{d1} = Q_p \left[\frac{t}{T_p} \right]^{2,4} \dots \dots \dots (2.17)$$

2. Lengkung turun :

Jika $T_p \leq t < (T_p + T_{0,3})$

$$Q_{d2} = Q_p \cdot 0,3 \text{ pangkat } \left(\frac{t-T_p}{T_{0,3}} \right) \dots \dots \dots (2.18)$$

Jika $(T_p + T_{0,3}) \leq t < T_p + 1,5 T_{0,3}$

$$Q_{d2} = Q_p \cdot 0,3 \text{ pangkat } \left(\frac{t-T_p+0,5T_{0,3}}{1,5 \cdot T_{0,3}} \right) \dots \dots \dots (2.19)$$

Jika $t \geq (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3})$

$$Q_{d3} = Q_p \cdot 0,3 \text{ pangkat } \left(\frac{t-T_p+0,5T_{0,3}}{2 \cdot T_{0,3}} \right) \dots \dots \dots (2.20)$$

Untuk menentukan hidrograf banjir rancangan daerah pengaliran sungai digunakan rumus sebagai berikut (C.D.Soemarto, 1989) :

$$Q_k = U_k \cdot R_1 + U_{k-1} \cdot R_2 + U_{k-2} \cdot R_3 + \dots + U_{(k-(n-1))} \cdot R_n + Bf \dots \dots \dots (2.21)$$

Dimana :

- Q_k = ordinat hidrograf banjir pada jam ke – k (m^3/dt)
- U_k = ordinat hidrograf satuan (m^3/dt)
- R_n = hujan neto pada jam ke – n (mm/jam)
- Bf = base flow (m^3/dt)

2.5 Rencana Bendung

Bendung adalah suatu bangunan yang melintang terhadap sungai dengan maksud agar muka air dinaikkan untuk dimanfaatkan, misalnya untuk mengaliri daerah irigasi. Ketinggian bendung tersebut tergantung dari ketinggian muka air rencana pada lokasi bendung.

Perencanaan bendung biasanya dibangun pada daerah yang kondisinya cukup stabil, sehingga apabila terjadi perubahan kondisi sungai, pengaruhnya tidak akan terlalu besar terhadap fungsi dari bendung

tersebut. Bendung ini biasanya tidak dilengkapi dengan pintu – pintu yang berhubungan dengan fluktuasi muka air terhadap musim kecil.

2.5.1 Penentuan Elevasi Mercu Bendung

Faktor pembatas dalam menentukan elevasi bendung adalah :

1. Elevasi muka air yang diperlukan
2. Debit sungai yang diperlukan
3. Geologi tanah pondasi

Penentuan elevasi mercu bendung itu sendiri dengan menjumlahkan faktor – faktor sebagai berikut :

1. Elevasi sawah tertinggi
2. Tinggi genangan air di sawah
3. Kehilangan tinggi tekanan, antara lain :
 - a. Dari saluran tersier ke sawah
 - b. Dari saluran sekunder ke saluran tersier
 - c. Dari saluran primer ke saluran sekunder
 - d. Dari sungai ke saluran primer
 - e. Karena kemiringan sungai
 - f. Karena alat – alat ukur
4. Persediaan tinggi tekanan antara lain :
 - a. Untuk bangunan pengairan yang lain
 - b. Untuk eksploitasi

2.5.2 Penentuan Lebar Bendung

Lebar bendung (B) adalah jarak antara pangkal – pangkal bendung atau sebaliknya sama dengan rata – rata sungai pada bagian yang stabil.

Lebar efektif bendung (Be) dihubungkan dengan lebar mercu yang ditulis dengan persamaan sebenarnya (B) dapat dilihat sebagai berikut :

$$Be = B - 2 (n \cdot Kp + Ka) He \dots \dots \dots (2.22)$$

$$b = L - b + \sum t \dots \dots \dots (2.23)$$

Dengan :

Be = lebar efektif bendung (m)

B = lebar mercu sebenarnya (m)

L = lebar sungai

Ka = koefisien kontraksi pangkal bendung

He = tinggi tekanan total diatas mercu bendung (m)

$\sum t$ = jumlah lebar pilar (m)

Kp = koefisien kontraksi pilar

b = lebar pintu penguras

n = jumlah pilar

Pada bendung terdapat bangunan penguras yang berfungsi untuk mengurangi sedimentasi yang masuk. Bangunan penguras diletakkan tegak lurus as bendung, agar air dapat mengalir lewat bangunan penguras mercu bendung.

2.6 Hidraulika Bendung

Bendung yang direncanakan memakai bendung tipe Ogee maka debit yang direncanakan atau yang melintas di atas mercu adalah :

$$Q = Cd \cdot \frac{2}{3} \sqrt{\left(\frac{2}{3}\right) \cdot g \cdot Be \cdot He^{\frac{2}{3}}} \dots \dots \dots (2.24)$$

Dengan :

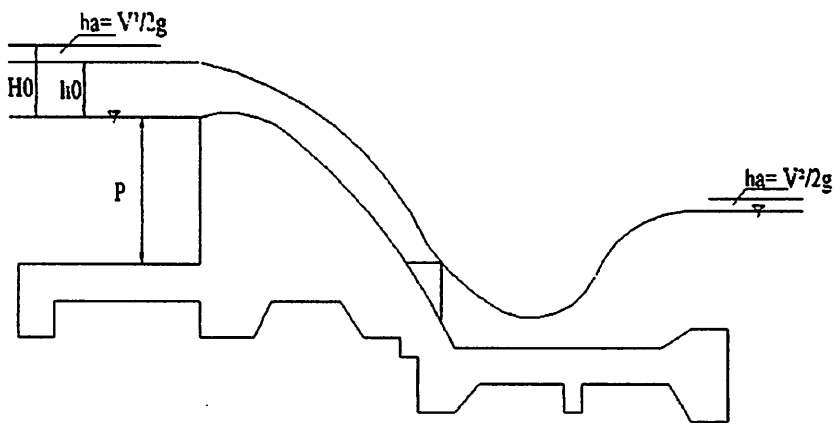
Q = debit rencana (m^3/dt)

C_d = koefisien debit (C_0, C_1, C_2)

g = kecepatan gravitasi ($9,81 m^2/dt$)

Be = lebar efektif (m)

He = tinggi total energi di atas mercu bendung (m)



Gambar 2.2 Tinggi Total Energi Diatas Mercu Bendung

2.6.1 Tinggi loncatan hidraulik

Untuk menghitung besarnya kecepatan dan kedalaman pada masing – masing penampang, maka dapat digunakan energi spesifik yaitu :

$$E = h + \frac{v^2}{2 \cdot g} \dots \dots \dots (2.25)$$

Dengan :

E = energi spesifik (m)

h = kedalaman muka air (m)

$\frac{v^2}{2 \cdot g}$ = tinggi kecepatan air

Hubungan antara kedalaman sebelum loncatan dan setelah loncatan yang dinamakan kedalaman berurutan atau kedalaman konjungsi adalah :

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{2} \sqrt{(1 + 8 \cdot F \frac{r_2}{r_1} - 2)} \dots \dots \dots (2.26)$$

Atau

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{2} \sqrt{(1 + 8 \cdot F \frac{r_2}{r_1} - 1)}$$

Dengan :

h_1 = kedalaman permukaan air pada penampang pertama (m)

h_2 = kedalaman permukaan air pada penampang kedua (m)

Fr_1 = bilangan Froude penampang pertama

Fr_2 = bilangan Froude penampang kedua

Dimana bilangan Froude dapat diperoleh dengan persamaan :

$$Fr_1 = \frac{v_1}{\sqrt{g x h_1}} \dots \dots \dots (2.27)$$

Kedalaman kritis dan kecepatan kritis terjadi saat energi spesifik mencapai kondisi minimal suatu penampang. Untuk menghitung kedalaman dan kecepatan kritis, dapat digunakan rumus :

$$H_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} \dots \dots \dots (2.28)$$

$$V_c = \sqrt{g x H_c} \dots \dots \dots (2.29)$$

Dengan :

H_c = kedalaman kritis (m)

V_c = kecepatan kritis (m)

q^2 = debit per-satuan lebar (m^3/dt)

g = percepatan gravitasi (m/dt^2)

2.6.2 Panjang Loncatan Hidraulik

Panjang loncatan hidraulik secara empirik dapat dihitung dengan persamaan – persamaan sebagai berikut:

$$L_j = A \cdot (h_2 - h_1) \dots \dots \dots (2.30)$$

Dengan nilai $A = 5,0$ sampai $6,9$

a. Rumus Woyeiskky (1931)

$$\frac{L_j}{h_2 - h_1} = c - 0,05 \frac{h_2}{h_1} \dots \dots \dots (2.31)$$

b. Rumus Smetana (1933)

$$\frac{L_j}{h_2 - h_1} = c \dots \dots \dots (2.32)$$

c. Rumus Bradley and Peterka (1957)

$$\frac{L_j}{h_1} = 9,75 (F^1 - 1)^{\frac{1}{0,1}} \dots \dots \dots (2.33)$$

2.7 Stabilitas Bendung

2.7.1 Teori Stabilitas

Stabilitas suatu bangunan bendung ditentukan oleh konstruksinya sendiri juga ditentukan oleh kondisi tanah dasar yang menahan atau memikul beban bangunan tersebut.

Dalam analisa stabilitas, maka kontrol – kontrol stabilitas yang diperhitungkan adalah :

1. Stabilitas terhadap gaya guling
2. Stabilitas terhadap gaya geser
3. Stabilitas terhadap gaya dukung tanah

Adapun kondisi yang ditinjau dalam analisa stabilitas adalah :

1. Keadaan air normal
2. Keadaan air banjir
3. Keadaan dengan atau tanpa gempa

2.7.1.1 Stabilitas Terhadap Guling

Kontrol stabilitas terhadap guling digunakan rumus (*anonim, 1980:16*) :

$$\text{Keadaan normal : } Sf = \frac{M_1}{M_q} > 1,5 \dots \dots \dots (2.34)$$

$$\text{Keadaan gempa : } Sf = \frac{M_1}{M_q} > 1,1 \dots \dots \dots (2.35)$$

Dengan :

S_f = faktor keamanan

M_t = momen tahan (kNm)

M_q = momen guling (kNm)

2.7.1.2 Stabilitas Terhadap Geser

Untuk menentukan stabilitas geser dipergunakan persamaan (Suyono Sosrodarsono, 1981 : 86) :

$$S_f = \frac{c \cdot L_{Bf} + \sum V \cdot F}{\sum H} \dots \dots \dots (2.36)$$

Dengan :

S_f = faktor keamanan

$\sum V$ = jumlah gaya – gaya vertikal

$\sum H$ = jumlah gaya – gaya horizontal

L_{Bf} = panjang pembebanan efektif (m)

c = kohesi antara dasar pondasi dengan tanah pondasi

F = faktor geser antara pondasi dengan tanah = 1

2.7.1.3 Stabilitas Terhadap Daya Dukung Tanah

Untuk menentukan stabilitas terhadap daya dukung tanah biasanya berdasarkan anggapan bahwa tanah pondasi merupakan bahan elastis (Suyono Sosrodarsono, 1981 : 89). Hal – hal yang harus diperhatikan dalam kontrol stabilitas terhadap gaya dukung tanah diantaranya adalah jumlah gaya vertikal, lebar, pondasi, dan daya dukung tanah yang

dijinkan. Rumus – rumus yang digunakan pada kontrol stabilitas terhadap daya dukung tanah diantaranya yaitu :

1. Daya dukung ijin tanah

Daya dukung tanah adalah tekanan maksimum yang dapat dipikul oleh tanah tanpa terjadi kelongsoran. Dalam perhitungan persamaan yang digunakan menurut terzaghi adalah :

$$\tau \text{ ijin} = \frac{q_{ult}}{F_s} \dots \dots \dots (2.37)$$

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot S_c = q \cdot N_q = 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot S_\gamma$$

Dengan :

- τ = daya dukung tanah
- q_{ult} = daya dukung batas tanah
- F_s = faktor keamanan
- S_c, S_γ = faktor bentuk pondasi
- N_c, N_q, N_γ = koefisien daya dukung tanah berdasar sudut geser dalam
- γ = berat jenis tanah (ton/m)
- B = lebar pondasi

2. Pemeriksaan terhadap eksentrisitas

$$e = \left[\frac{(Mr - Mo)}{\Sigma V} - \frac{L}{2} \right] \leq \frac{L}{6} \dots \dots \dots (2.38)$$

Dengan :

e = eksentrisitas

Mr = momen penahan

Mo = momen guling (dengan atau tanpa gempa)

ΣV = jumlah gaya – gaya vertikal

3. Pemeriksaan terhadap daya dukung tanah

$$\tau = \left[\frac{V}{L} \left(1 \pm \left(\frac{6e}{L} \right) \right) \right] \leq \tau \text{ ijin tanah} \dots \dots \dots (2.39)$$

2.7.2 Dasar Pembebanan Bendung

Adapun gaya – gaya yang bekerja pada bendung meliputi :

- Tekanan air
- Berat bangunan sendiri
- Tekanan air keatas

1. Tekanan Air

- Tekanan air statis (KP 02 : 1986 : 111 C.V Galang Persada)

$$P_w = 0,5 \cdot \gamma_w \cdot H^2 \cdot \frac{1}{3} \cdot H \dots \dots \dots (2.40)$$

Dengan :

Pw = tekanan air statis

γ_w = berat jenis air (ton/m³)

H = kedalaman air (m)

- Tekanan air dinamis (KP 02 : 1986 : 111 C.V Galang Persada)

$$P_d = \frac{7}{12} \cdot \gamma_w \cdot H^2 \cdot K_h \cdot \frac{2}{5} \cdot H \dots \dots \dots (2.41)$$

Dengan :

P_d = tekanan air dinamis

γ_w = berat jenis air (ton/m^3)

H = kedalaman air (m)

K_h = koefisien gempa

- Berat air

$$W_w = V \cdot \gamma_w \dots \dots \dots (2.42)$$

Dengan :

W_w = berat air (ton)

V = volume air (m^3)

γ_w = berat jenis air (ton/m^3)

- Tekanan sedimen (KP 02 : 1986 : 116 C.V Galang Persada)

$$P_s = 0,5 (\gamma_s - \gamma_w) C_s \cdot H^2 \dots \dots \dots (2.43)$$

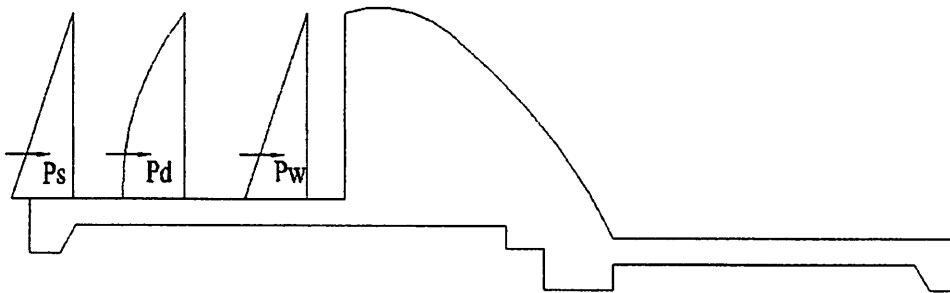
Dengan :

P_s = tekanan sedimen (ton)

γ_s = berat jenis sedimen (ton/m^3)

C_s = koefisien tekanan tanah

H = tinggi sedimen (m)



Gambar 2.3 Gaya – Gaya Tekanan Air Dinamis dan Sedimen

- Berat Bangunan (KP 02 : 1986 : 117 C.V Galang Persada)

$$W = V \cdot \gamma_b \dots\dots\dots (2.44)$$

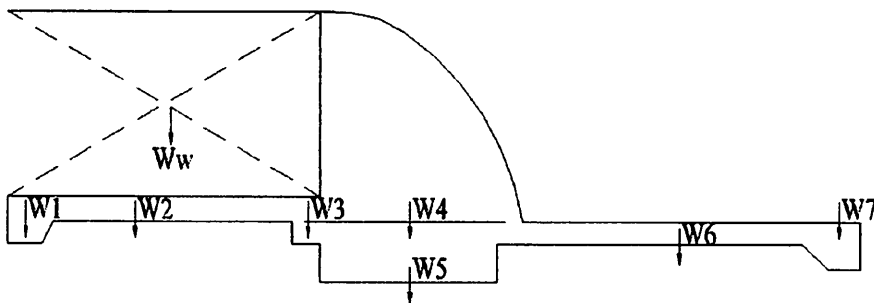
$$W_1 = W_1 + W_2 \dots\dots\dots + W_n \dots\dots\dots (2.45)$$

Dimana :

W = berat bangunan (ton)

V = volume bangunan (m³)

γ_b = berat jenis bangunan (ton/m³)



Gambar 2.4 Gaya – Gaya Pada Berat Bangunan dan Berat Air

- Tekanan Tanah (KP 02 : 1986 : 119 C.V Galang Persada)

$$P_a = 0,5 \cdot H^2 \cdot \gamma_t \cdot C_c \dots\dots\dots (2.46)$$

Dimana :

P_a = tekanan tanah (ton)

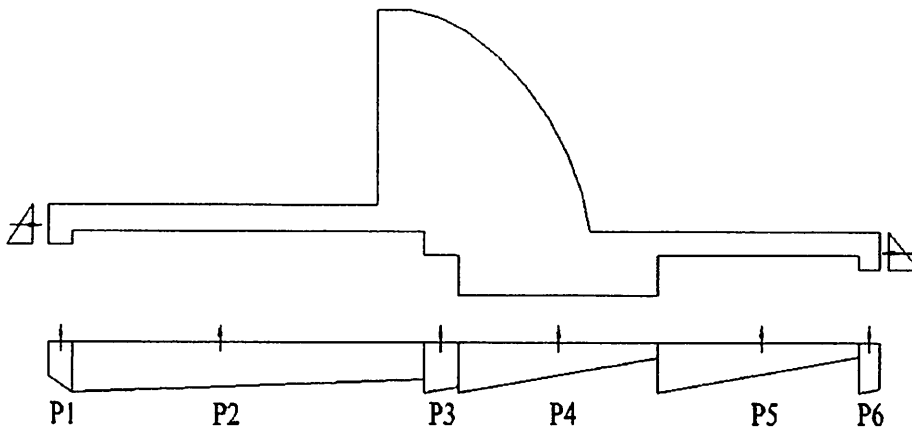
H = tinggi tanah (m)

γ_t = berat jenis tanah (ton/m^3)

C_c = koefisien tekanan tanah aktif

$$K_a = \frac{1 - \sin \alpha}{1 + \sin \alpha}$$

α = sudut geser tanah ($^\circ$)



Gambar 2.5 Gaya – Gaya Pada Tanah Dasar (*uplift*)

2.8 Gerusan

Peninggian muka air karena adanya pembendungan mengakibatkan adanya perbedaan tinggi energi antara hulu dengan hilir bendung, apabila air dari hulu melintas bendung akan mempunyai energi yang besar sehingga kecepatan aliran yang melintas akan menjadi semakin besar. Oleh karena itu aliran yang mengalir pada permukaan bendung yang miring dalam keadaan super kritis, sedangkan kondisi aliran di bagian hilir yang landai adalah sub kritis menyebabkan terjadinya loncatan hidraulik. Akibat loncatan hidraulik ini menimbulkan gulungan ombak atau pusaran

yang bias menyebabkan gerusan pada dasar bendung terutama bagian hilir yang tidak diberi perlindungan.

Gerusan adalah penurunan dasar sungai karena erosi di bawah elevasi permukaan alami atau datum yang diasumsikan, gerusan juga bias diartikan proses semakin dalamnya dasar sungai karena interaksi antara aliran dengan material dasar sungai. Gerusan dibedakan atas tiga tipe, yaitu :

1. Gerusan Umum, gerusan ini terjadi tidak berkaitan sama sekali dengan ada atau tidaknya bangunan hidraulik. Gerusan ini disebabkan oleh energi dari aliran air.
2. Gerusan Terlokalisir, gerusan ini terjadi karena penyempitan alur sungai, sehingga aliran menjadi lebih terpusat
3. Gerusan Lokal, gerusan ini terjadi di sekitar bangunan karena pola aliran lokal di sekitar bangunan sungai.

Dengan peristiwa loncatan air di hilir bendung yang mengakibatkan terjadinya gerusan, maka pada hilir bangunan bendung diperlukan kolam olakan yang dapat melindungi dasar sungai.

2.9 Peredam Energi

Sebelum aliran air yang melintasi bangunan pelimpah dikembalikan ke sungai, maka aliran dengan kecepatan tinggi dalam kondisi kritis tersebut harus dilambatkan dan kondisi aliran yang sangat kuat timbul dalam aliran tersebut harus direduksi hingga dapat mencapai tingkat yang normal kembali, sehingga aliran itu dapat dikembalikan ke sungai tanpa membahayakan kestabilan alur sungai yang bersangkutan.

Untuk mereduksi energi tersebut maka di ujung hilir dibangun peredam energi. Dan bangunan peredam energy tersebut memiliki beberapa tipe, diantaranya :

1. Tipe Vlughter

Tipe peredam energi ini dapat dipilih untuk bendung yang berlokasi di sungai dengan angkutan sedimen dominan fraksi kerikil dan pasir. Bangunan peredam energi bendung tipe lantai hilir datar dengan ambang akhir adalah bagian di hilir bendung yang merupakan kolam olak terdiri atas lantai hilir mendatar, tanpa lengkungan pada transisi antara bidang hilir, tubuh bendung, dan lantai horizontal. Dan di bagian ujung lantai dilengkapi dengan ambang akhir berkotak – kotak. Dibatasi oleh tembok pangkal bentuk tegak dibagian kiri kanannya. Fungsinya untuk meredam energi air agar tidak menimbulkan penggerusan setempat yang membahayakan bangunan bagian hilir. Pada tipe ini pemecah energi air ditimbulkan terutama oleh gesekan air dengan air, lantai, dan dinding bangunan. Aliran yang keluar ke sungai dari bangunan bendung diratakan oleh ambang akhir yang berkotak – kotak.

2. Tipe Cekung

Tipe ini dipilih untuk digunakan pada bendung – bendung yang berlokasi pada sungai dengan kemiringan dasar sungai yang curam dengan angkutan sedimen batu gelundung yang terbawa aliran sewaktu terjadi banjir. Pemanfaatan peredam energi tipe cekung di sungai torensial sangat tepat. Karena tipe ini dapat berfungsi menjauhkan

penggerusan setempat dari bangunan sehingga tidak membahayakan pondasi dan bagian – bagian perlengkapan yang lain.

3. Tipe Berganda

Peredam tipe ini sangat cocok dibangun di sudetan sungai dengan ketinggian lebih dari sepuluh meter. Karena akan dapat mengurangi jumlah galian sudetan dan pematahan energi air yang besar sehingga tidak menimbulkan penggerusan setempat yang dalam. Peredam tipe ini adalah struktur di bagian hilir tubuh bendung yang merupakan kolam olak berganda yang masing – masing kolam olak dilengkapi dengan lantai datar dan ambang akhir pembentuk olakan.

4. Tipe Kotak – kotak

Tipe lain dari bangunan peredam energi yang telah diterapkan pada bendung adalah tipe kotak – kotak. Peredam energi ini digunakan sebagai tambahan peredam energi di hilir peredam energi yang telah ada sebelumnya dan sudah tidak efektif bekerja karena berbagai sebab antara lain penggerusan setempat yang dalam, dan terjadinya degradasi dasar sungai. Maksud pembuatan tipe ini adalah untuk mengurangi tahanan air keatas pada bagian peredam energy lama, sehingga kerusakan bangunan dapat dicegah.

5. Tipe USBR

Pada perencanaan ini digunakan peredam energi jenis kolam olakan datar yang termasuk dalam tipe USBR. Adapun peredam energi jenis kolam olakan datar itu sendiri mempunyai empat macam tipe yang dibedakan oleh rezim hidraulika alirannya dan kondisi.

➤ Kolam olakan datar tipe I

Pada kolam olakan datar tipe I terjadinya peredam energi yang terkandung dalam aliran air dengan benturan secara langsung aliran tersebut ke atas permukaan kolam. Benturan secara langsung aliran tersebut menghasilkan peredam energi yang cukup tinggi.

Tipe I ini hanya sesuai untuk mengalirkan debit yang relatif kecil dengan kapasitas peredam yang kecil pula, serta untuk kondisi yang tidak memungkinkan pembuatan perlengkapan – perlengkapan lainnya untuk penyempurnaan peredam.

➤ Kolam olakan datar tipe II

Terjadinya peredam energi yang terkandung didalam aliran adalah akibat gesekan antara molekul – molekul air di dalam kolam dan dibantu oleh perlengkapan – perlengkapan yang dibuat berupa gigi – gigi pemencar aliran dipinggir udik dasar kolam dan ambang bergerigi di pinggir hilirnya. Kolam olakan tipe ini cocok untuk aliran dengan tekanan hidrostatik yang tinggi dan dengan debit yang besar ($q > 45 \text{ m}^3/\text{dt}$, tekanan hidrostatik $> 60\text{m}$ dan bilangan Froude $> 4,5$).

➤ Kolam olakan datar tipe III

Prinsip kerja kolam olakan ini mirip dengan kolam olakan tipe II namun lebih sesuai untuk mengalirkan air dengan tekanan hidrostatik yang rendah dan debit yang agak kecil ($q < 8,5\text{m}^3/\text{dt}$, $F < 18\text{m}/\text{dt}$, dan bilangan Froude $> 4,5$). Untuk mengurangi panjang

kolam olakan, dibuat gigi pemencar aliran di tepi udik dasar kolam dan gigi penghadang aliran (gigi benturan) pada dasar kolam olakan. Tipe ini biasanya digunakan untuk bangunan pelimpah pada bendungan urugan yang rendah.

➤ Kolam olakan datar tipe IV

Sistem kerja kolam olakan tipe ini sama dengan sistem kerja kolam olakan tipe III, tetapi penggunaannya lebih sesuai untuk aliran dengan tekanan hidrostatis yang rendah dan debit yang besar, yaitu untuk aliran dalam kondisi super kritis dengan bilangan Froude antara 2,5 sampai dengan 4,5.

Pemilihan tipe peredam energi jenis kolam olakan datar disesuaikan dengan besarnya bilangan Froude. Rumus – rumus yang digunakan diantaranya :

a. Kedalaman Air

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{1}{2} (\sqrt{1 + 8F_1^2} - 1) \dots \dots \dots (2.47)$$

b. Bilangan Froude

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot L_L}} \dots \dots \dots (2.48)$$

Dengan :

- Fr = angka froude
- V = kecepatan aliran air (m/dt)
- g = gaya grafitasi
- L_L = panjang loncatan

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Perolehan Data

Data yang diperlukan dalam studi ini meliputi data hidrologi serta data penunjang lain. Data hidrologi yang didapat dari Dinas Pengairan Purwosari – Kabupaten Pasuruan berupa data curah hujan harian yang diambil dari stasiun penakar hujan yang dianggap mewakili kondisi hujan pada DPS sungai Jungpinang yaitu Stasiun Purwosari, Stasiun Advent, Stasiun Sengon.

Untuk data teknis lain yang mendukung perencanaan bendung selain menggunakan kajian pustaka juga menggunakan data dari Dinas Pengairan Purwosari – Kabupaten Pasuruan, antara lain :

- **Data Curah Hujan**

Diambil 3 stasiun curah hujan yang dianggap mewakili kondisi hujan pada lokasi daerah studi, masing – masing data yang digunakan adalah data curah hujan 10 tahun terakhir mulai tahun 2005 sampai 2014.

- **Peta Topografi**
- **Peta DAS**

3.2 Analisa Debit Banjir Yang Terjadi

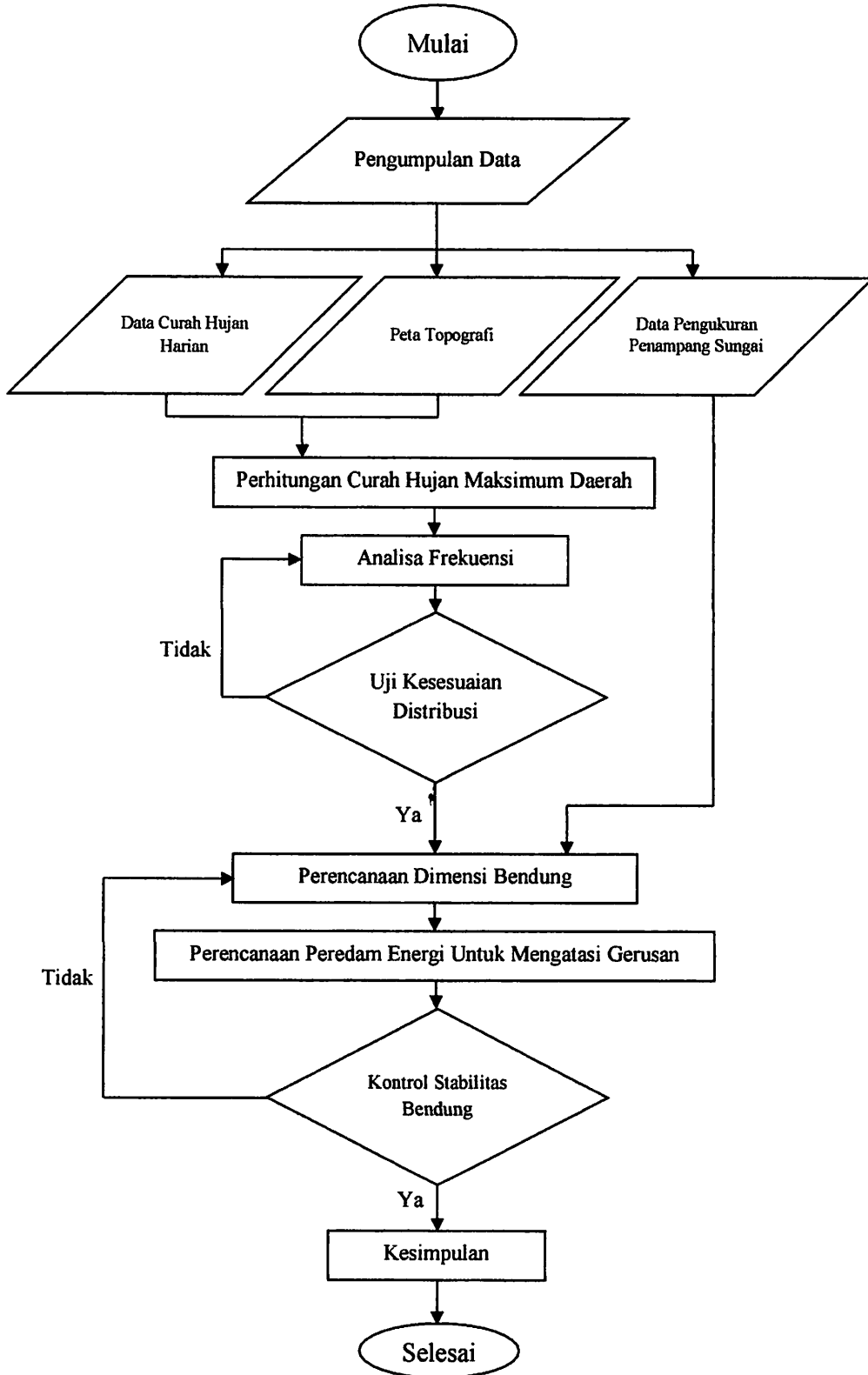
Data hidrologi yang didapat dari instansi terkait adalah data curah hujan harian. Selanjutnya data hidrologi tersebut diolah untuk mendapatkan debit rencana atau debit banjir yang terjadi. Untuk mengetahui debit banjir yang terjadi, data hidrologi berupa data curah hujan harian diolah menggunakan metode – metode yang umum digunakan yang biasa disebut dengan analisa debit banjir rencana.

Pada analisa hidrologi dilakukan perhitungan curah hujan rerata daerah, dari data curah hujan dalam satu tahun dicari curah hujan maksimumnya untuk tahun tersebut, kemudian dicari curah hujan yang terjadi di stasiun lainnya pada tanggal yang sama. Untuk perhitungan curah hujan rancangan dilakukan dengan metode Log Person Type III. Sedangkan untuk pengujian kesesuaian distribusi menggunakan uji Chi – Kuadrat dan uji Smirnov – Kolmogorov. Proses analisa data hujan dilakukan untuk mendapatkan gambaran debit banjir yang terjadi di lokasi studi. Langkah – langkah yang dilakukan dalam analisa debit banjir adalah dari data curah hujan dihitung besarnya hujan rancangan dan selanjutnya dianalisa besarnya intensitas hujan dan distribusi hujan jam – jaman. Berdasarkan data – data tersebut akan dianalisa besarnya debit banjir dalam bentuk hidrograf dengan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu. Selanjutnya untuk menganalisa debit banjir yang akan terjadi dilakukan analisa hidrograf banjir per – satuan waktu. Perencanaan dimensi bendung dilakukan setelah perhitungan debit banjir rancangan dan diambil debit rancangan terbesar.

3.3 Kontrol Stabilitas Tubuh Bendung

Dilakukan guna menjaga keamanan bendung dari guling, geser, daya dukung tanah akibat dari tekanan air dan gaya up – lift. Dimana angka keamanan stabilitas bendung tidak boleh kurang dari yang diijinkan, apabila melebihi keamanan bendung dikatakan tidak stabil. Pada studi ini diharapkan hasil sebuah gambaran dimensi bendung yang secara teknis aman dan ekonomis sebagai prasarana penyedia kebutuhan air agar dapat dimanfaatkan secara maksimal.

DIAGRAM ALIR



BAB IV

ANALISA DATA

4.1 Curah Hujan Rerata

Data curah hujan yang digunakan dalam perhitungan ini adalah dari Stasiun Hujan Advent, Purwosari, dan Sengon dengan periode pengamatan dari tahun 2005 sampai 2014. Adapun data curah hujan harian maksimum dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Tanggal	Curah Hujan		
		Stasiun Advent	Stasiun Purwosari	Stasiun Sengon
2005	30 Januari	108	60	37
	3 Agustus	42	95	68
	13 Maret	32	40	104
2006	21 Maret	128	75	38
	27 Desember	29	134	55
	29 Desember	117	75	110
2007	31 Maret	82	28	18
	4 Desember	0	70	82
	26 Maret	3	25	95
2008	31 Januari	115	149	126
2009	20 Februari	98	0	15
	31 Januari	66	75	75
	25 Januari	40	65	100
2010	28 Juli	130	125	95
	11 Ferbuari	28	25	105
2011	6 Maret	100	75	31
	28 Januari	50	125	82
	22 Desember	13	34	100
2012	28 Februari	106	55	40
	5 April	0	109	67
	2 Januari	86	63	77
2013	12 Desember	105	115	73
	18 Desember	15	34	87
2014	4 Januari	120	80	102

4.1.1 Curah Hujan Rerata Daerah Metode Polygon Thiessen

Setelah diketahui curah hujan maksimum dari setiap stasiun, kemudian dikalikan dengan faktor prosentase luas daerah pengaruh tiap stasiun. Dari hasil perkalian faktor presentase luas dengan curah hujan yang terjadi, hasilnya dijumlahkan dan dipilih nilai yang terbesar.

- Luas total daerah (A) $= 10800771 \text{ m}^2 = 10,8007 \text{ km}^2$
- Luas daerah yang diwakili dari masing – masing stasiun :
 - Stasiun Advent (A_1) $= 3404518 \text{ m}^2 = 3,4045 \text{ km}^2$
 - Stasiun Purwosari (A_2) $= 0 \text{ km}^2$
 - Stasiun Sengon (A_3) $= 7396253 \text{ m}^2 = 7,3962 \text{ km}^2$

$$W_1 = \frac{A_1}{A} = \frac{3,4045}{10,8007} = 0,3152$$

$$W_2 = \frac{A_2}{A} = \frac{0}{10,8007} = 0$$

$$W_3 = \frac{A_3}{A} = \frac{7,3962}{10,8007} = 0,6848$$

Contoh Perhitungan :

Pada tahun 2014, curah hujan maksimum di Stasiun Advent tercatat 120 milimeter, Stasiun Purwosari tercatat 80 milimeter, dan pada Stasiun Sengon tercatat 102 milimeter yang terjadi pada tanggal 4 Januari.

Jadi hujan maksimum rata – rata daerah adalah :

$$\frac{(120 \cdot 0,154) + (80 \cdot 0) + (102 \cdot 0,846)}{0,3152 + 0 + 0,6848} = 107,6736 \text{ mm}$$

Tabel 4.2 Curah Hujan Rerata Daerah

Tahun	Curah Hujan (mm)			$W_1.R_1$	$W_2.R_2$	$W_3.R_3$	Curah Hujan Rerata Daerah
	R_1 (mm)	R_2 (mm)	R_3 (mm)	0.3152	0	0.6848	$Xi = W_1.R_1 + W_2.R_2 + W_3.R_3$
2005	108	60	37	34.0416	0	25.3376	59.3792
	42	95	68	13.2384	0	46.5664	59.8048
	32	40	104	10.0864	0	71.2192	81.3056
2006	128	75	38	40.3456	0	26.0224	66.3680
	29	134	55	9.1408	0	37.6640	46.8048
	117	75	110	36.8784	0	75.3280	112.2064
2007	82	28	18	25.8464	0	12.3264	38.1728
	0	70	82	0	0	56.1536	56.1536
	3	25	95	0.9456	0	65.0560	66.0016
2008	115	149	126	36.2480	0	86.2848	122.5328
2009	98	0	15	30.8896	0	10.2720	41.1616
	66	75	75	20.8032	0	51.3600	72.1632
	40	65	100	12.6080	0	68.4800	81.0880
2010	130	125	95	40.9760	0	65.0560	106.0320
	28	25	105	8.8256	0	71.9040	80.7296
2011	100	75	31	31.5200	0	21.2288	52.7488
	50	125	82	15.7600	0	56.1536	71.9136
	13	34	100	4.0976	0	68.4800	72.5776
2012	106	55	40	33.4112	0	27.3920	60.8032
	0	109	67	0	0	45.8816	45.8816
	86	63	77	27.1072	0	52.7296	79.8368
2013	105	115	73	33.0960	0	49.9904	83.0864
	15	34	87	4.7280	0	59.5776	64.3056
2014	120	80	102	37.8240	0	69.8496	107.6736

4.1.2 Analisa Curah Hujan Rencana

4.1.2.1 Pemilihan Distribusi Frekuensi

Untuk menentukan jenis distribusi frekuensi yang sesuai dalam mendapatkan curah hujan rencana yang berdasarkan pada nilai koefisien Asimetris (C_s), koefisien Variasi (C_v), dan koefisien Distribusi Gumbel dipakai jika $C_s = 1,14$ dan $C_k = 5,40$, untuk Log Normal $C_s = 0$ dan $C_k = 3$, sedangkan Log Pearson Tipe III nilai C_s dan C_k tidak ditentukan.

Tabel 4.3 Harga C_s dan C_k untuk Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	X_i	$X_i - X$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^3$	$(X_i - X)^4$
2005	81.3056	-9.9285	98.5747	-978.6971	9716.9745
2006	112.2064	20.9723	439.8382	9224.4276	193457.6476
2007	66.0016	-25.2325	636.6780	-16064.9661	405358.9355
2008	122.5328	31.2987	979.6099	30660.5351	959635.5045
2009	81.0880	-10.1461	102.9429	-1044.4673	10597.2488
2010	106.0320	14.7979	218.9784	3240.4254	47951.5556
2011	72.5776	-18.6565	348.0642	-6493.6536	121148.7193
2012	79.8368	-11.3973	129.8980	-1480.4838	16873.4882
2013	83.0864	-8.1477	66.3847	-540.8812	4406.9270
2014	107.6736	16.4395	270.2578	4442.9088	73039.2881
Σ	912.3408	0	3291.2270	20965.1478	1842186.2890

Untuk menentukan distribusi yang sesuai, terlebih dahulu dilakukan perhitungan harga C_s dan C_k seperti pada tabel 4.3.

$$X = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{912,3408}{10} = 91,2341$$

Dari tabel 4.3 didapat harga :

1. Standart Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n}}$$
$$= \sqrt{\frac{3291,227}{10}} = 18,1417$$

2. Koefisien Asimetris

$$C_s = \frac{n \cdot \sum(X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2) \cdot S^3}$$
$$= \frac{10 \cdot 20965,1478}{9 \cdot 8 \cdot 18,1417^3} = 0,4877$$

3. Persamaan Kurtosis

$$C_k = \frac{n^2 \cdot \sum(X_i - \bar{X})^4}{(n-1)(n-2)(n-3) \cdot S^4}$$
$$= \frac{10^2 \cdot 1842186,2890}{9 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 18,1417^4} = 3,3743$$

Dari harga $C_s = 0,4877$ dan $C_k = 3,3743$ maka dipilih distribusi frekuensi EJ Gumbel, karena nilai C_s dan C_k diatas masih memenuhi persyaratan penentuan distribusi frekuensi. Untuk pemilihan distribusi frekuensi maka saya bandingkan antara Metode Log Pearson Tipe III dengan Metode EJ Gumbel dan yang akan digunakan adalah metode yang mempunyai nilai uji distribusi terkecil.

4.1.2.2 Curah Hujan Rencana Dengan Metode Log Pearson Tipe III

Curah hujan rencana adalah curah hujan terbesar tahunan dengan suatu kemungkinan yang terjadi. Metode perhitungan yang dipergunakan dalam perencanaan ini adalah metode Log Pearson Tipe III.

Dari data curah hujan rata – rata harian maksimum yang ada, maka curah hujan rencana dihitung dengan menggunakan metode Log Pearson Tipe III dengan tahap – tahap sebagai berikut :

Tabel 4.4 Curah Hujan Rata – Rata Harian Maksimum

No	Tahun	Hujan Harian (mm)
1	2005	81.3056
2	2006	112.2064
3	2007	66.0016
4	2008	122.5328
5	2009	81.0880
6	2010	106.0320
7	2011	72.5776
8	2012	79.8368
9	2013	83.0864
10	2014	107.6736

Tabel 4.5 Perhitungan Curah Hujan Rancangan Dengan Metode Log Pearson Tipe III

Tahun	Xi	log Xi	log Xi - log X	(log Xi - log X) ²	(log Xi - log X) ³
2005	81.3056	1.9101	-0.04158	0.00173	-0.00007
2006	112.2064	2.0500	0.09832	0.00967	0.00095
2007	66.0016	1.8196	-0.13214	0.01746	-0.00231
2008	122.5328	2.0883	0.13655	0.01865	0.00255
2009	81.0880	1.9090	-0.04274	0.00183	-0.00008
2010	106.0320	2.0254	0.07374	0.00544	0.00040

2011	72.5776	1.8608	-0.09090	0.00826	-0.00075
2012	79.8368	1.9022	-0.04950	0.00245	-0.00012
2013	83.0864	1.9195	-0.03217	0.00103	-0.00003
2014	107.6736	2.0321	0.08041	0.00647	0.00052
Σ	912.3408	19.5170	0	0.0730	0.0011

1. Menghitung rata – rata logaritma

$$\log X = \frac{\sum \log Xi}{n} = \frac{19,5170}{10} = 1,9517$$

2. Menghitung nilai simpangan baku

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\log Xi - \log X)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,0730}{10-1}} = 0,0901$$

3. Menghitung koefisien kepeccengan (Cs)

$$Cs = \frac{n \cdot \sum (\log Xi - \log X)^3}{(n-1) \cdot (n-2) \cdot S^3} = \frac{10 \cdot 0,0011}{9 \cdot 8 \cdot 0,09^3} = 0,2089$$

4. Menghitung curah hujan rencana kala ulang 10 tahun

$$\log X_T = \log X + G \cdot S$$

$$\log X_T = 1,9517 + (G \cdot 0,0901)$$

Harga G dapat diperoleh dengan cara interpolasi pada tabel faktor frekuensi G untuk distribusi Log Pearson Tipe III koefisien asimetris (Cs) positif, yaitu :

Untuk kala ulang 10 tahun :

$$Cs_0 = 0,2 \qquad G_0 = 1,301$$

$$Cs = 0,2089 \qquad G = ?$$

$$Cs_1 = 0,3 \qquad G_1 = 1,309$$

$$\begin{aligned}
 G &= 1,301 + \left(\frac{0,2089-0,2}{0,2-0,3} \right) \times (1,309 - 1,301) \\
 &= 1,3003 \\
 \log X_T &= 1,9517 + (1,3003 \cdot 0,0901) \\
 &= 2,0688 \\
 X_T &= 117,181 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya disajikan pada tabel 4.6 sebagai berikut:

Tabel 4.6 Perhitungan Curah Hujan Rata – Rata Metode Log Pearson Tipe III

Tr (th)	Pt (%)	G	G x S	Log (Xt)	Xt (mm)
5	20	0.8305	0.0748	2.0265	106.2995
10	10	1.3003	0.1172	2.0689	117.1807
25	4	1.8152	0.1636	2.1153	130.3927
50	2	2.1544	0.1941	2.1458	139.8972
100	1	2.4656	0.2221	2.1738	149.2278

4.1.2.3 Curah Hujan Rencana Dengan Metode EJ Gumbel

Dari data curah hujan harian maksimum dengan metode Polygon Thiessen, maka dapat digunakan untuk menghitung curah hujan rancangan dengan menggunakan metode EJ Gumbel. Untuk analisa parameter – parameter statistik lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.7 dibawah ini.

Tabel 4.7 Perhitungan EJ Gumbel

Tahun	Xi	Xi - X	(Xi - X) ²
2005	81.3056	-9.9285	98.5747
2006	112.2064	20.9723	439.8382
2007	66.0016	-25.2325	636.6780

2008	122.5328	31.2987	979.6099
2009	81.0880	-10.1461	102.9429
2010	106.0320	14.7979	218.9784
2011	72.5776	-18.6565	348.0642
2012	79.8368	-11.3973	129.8980
2013	83.0864	-8.1477	66.3847
2014	107.6736	16.4395	270.2578
Σ	912.3408		3291.2270

Dari hasil perhitungan diatas, maka diperoleh nilai :

1. Curah hujan rata - rata

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{912,3408}{10} = 91,2341$$

2. Standart Deviasi

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

$$= \sqrt{\frac{3291,227}{9}} = 19,1231$$

3. Faktor Frekuensi

$$K = \frac{Yt - Yn}{Sn}$$

Dengan :

$$Yt = -\ln \left[-\ln \left\{ \frac{(Tr-1)}{Tr} \right\} \right]$$

Nilai S_n dapat dilihat pada tabel hubungan antara *Reduced mean* (Y_n) dengan besarnya sampel n dan Y_n dapat dilihat pada tabel hubungan antara *Reduced Standart Deviation* (S_n) dengan besarnya sampel n . Dari tabel didapatkan : $n = 10$, maka ;

$$Y_n = 0,4952 \quad \text{dan} \quad S_n = 0,9496$$

Maka Y_t untuk kala ulang 5 tahun :

$$Y_t = - \ln \left[- \ln \left\{ \frac{(Tr-1)}{Tr} \right\} \right]$$

$$Y_t = - \ln \left[- \ln \left\{ \frac{(5-1)}{5} \right\} \right] = 1,5$$

Faktor Frekuensi untuk kala ulang 5 tahun :

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{1,5 - 0,4952}{0,9496} = 1,058$$

Untuk hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini :

Tabel 4.8 Perhitungan Reduced Variated dan Faktor Frekuensi

No	Kala ulang (tahun)	Reduce Variated (Yt)	Faktor Frekuensi (K)
1	5	1.500	1.058
2	10	2.250	1.848
3	20	2.970	2.606
4	50	3.902	3.588
5	100	4.600	4.323

Dengan demikian maka curah hujan rancangan untuk kala ulang 5 tahun

adalah : $X_{5 \text{ tahun}} = \bar{x} + K \cdot S$

$$= 91,2341 + (1,058 \times 19,1231)$$

$$= 111,469$$

Untuk hasil perhitungan selanjutnya, dapat dilihat pada tabel 4.9 dibawah ini.

Tabel 4.9 Curah Hujan Rancangan Dengan Metode EJ Gumbel

Kala Ulang (tahun)	CH Rancangan Xt (mm)
5	111.469
10	126.572
20	141.072
50	159.840
100	173.897

4.2 Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Pemeriksaan uji distribusi ini dimaksudkan untuk mengetahui suatu kebenaran hipotesa dari distribusi frekuensi yang dipakai. Hipotesa adalah perumusan sementara untuk mengarahkan penyelidikan selanjutnya.

Hipotesa H_0 : $\sigma_e = \sigma_t$; H_1 : $\sigma_e \neq \sigma_t$

Dimana : H_0 = Hipotesa 0

H_1 = Hipotesa 1

σ_e = Variant distribusi empiris

σ_t = Variant distribusi teoritis

4.2.1 Uji Chi Kuadrat

1. Metode Log Pearson Tipe III

1. Penentuan jumlah kelas :

$$\begin{aligned}K &= 1 + 3,322 \log n \\&= 1 + 3,322 \log (10) \\&= 1 + 3,322 \\&= 4,322 \approx 4\end{aligned}$$

2. Penentuan range atau jumlah kelas

$$\begin{aligned}R &= \text{nilai data terbesar} - \text{nilai data terkecil} \\&= 122,5328 - 66,0016 \\&= 56,5312 \text{ mm}\end{aligned}$$

3. Penentuan interval kelas

$$\begin{aligned}I &= \frac{R}{K} \\&= \frac{56,5312}{4} \\&= 14,1328\end{aligned}$$

4. Pembagian interval

$$P = \text{nilai data terkecil} + \text{interval kelas}$$

$$P1 = 66,0016 + 14,1328$$

$$= 80,1344 \text{ mm}$$

$$P2 = 80,1344 + 14,1328$$

$$= 94,2672 \text{ mm}$$

$$P3 = 94,2672 + 14,1328$$

$$= 108,4 \text{ mm}$$

$$P4 = 108,4 + 14,1328$$

$$= 122,5328 \text{ mm}$$

Tabel 4.10 Uji Chi – Kuadrat Metode Log Pearson Tipe III

Interval (P)	O _i	E _i	(O _i - E _i)	(O _i - E _i) ²
P < 80.1344	3	2.5	0.5	0.25
80.1344 < P < 94.2672	3	2.5	0.5	0.25
94.2672 < P < 108.4	2	2.5	-0.5	0.25
108.4 < P < 122.5328	2	2.5	-0.5	0.25
Jumlah	10	10		1

5. Menentukan nilai E_i (sebaran)

$$E_i = \frac{n}{K} = \frac{10}{4} = 2,5$$

6. Mencari derajat kebebasan

$$Dk = K - (p + 1)$$

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

Dengan menggunakan derajat kepercayaan (α) = 5% dan nilai $D_k = 1$ sehingga berdasarkan tabel nilai kritis untuk distribusi Chi Kuadrat diperoleh nilai X^2 tabel sebesar 3,841.

7. Uji kecocokan

Untuk derajat kebebasan (α) = 5%

$$X^2 \text{ tabel} = 3,841$$

$$X^2 \text{ hitungan} = \frac{\sum(O_i - E_i)^2}{E_i} = \frac{1}{10} = 0,1$$

Karena X^2 hitungan $<$ X^2 tabel, maka pengujian Chi Kuadrat pada distribusi Log Pearson Tipe III **Diterima**.

2. Metode EJ Gumbel

Jumlah kelas distribusi (k) dapat diketahui dengan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} k &= 1 + (3,322 \times \text{Log } n) \\ &= 1 + (3,322 \times \text{Log } 10) \\ &= 4,322 \approx 4 \end{aligned}$$

Sehingga dapat dibuat 4 kelas distribusi :

$$= \frac{100\%}{4} = 25\%$$

Jadi interval yang digunakan adalah 25%, 50%, 75%

Pada pengujian Chi Kuadrat terlebih dahulu menentukan nilai Y_n dan S_n , dimana nilai $Y_n = 0,4952$ dan $S_n = 0,9496$. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada perhitungan berikut :

Interval 80%

$$Tr = \frac{100}{75} = 1,333$$

$$Yt = -\ln\left(-\ln\left(\frac{Tr-1}{Tr}\right)\right)$$

$$Yt = -\ln\left(-\ln\left(\frac{1,333-1}{1,333}\right)\right) = -0,327$$

$$K = \frac{(Yt - Yn)}{Sn}$$

$$= \frac{(-0,327 - 0,4952)}{0,9496} = -0,866$$

$$Xt = \bar{X} + (K \times S)$$

$$= 91,2341 + (-0,866 \times 19,1231) = 74,677$$

Untuk hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.11 Batas Kelas Pada Probabilitas EJ Gumbel

No	Pr	Tr	Yt	K	Xt
1	75	1.333	-0.327	-0.866	74.677
2	50	2	0.366	-0.136	88.632
3	25	4	1.246	0.791	106.354

Tabel 4.12 Pengujian Chi Kuadrat Pada Probabilitas EJ Gumbel

No	Kelas	O _i	E _i	(O _i - E _i)	(O _i - E _i) ²
1	0 - 74.677	2	2.5	-0.5	0.25
2	74.677 - 88.632	4	2.5	1.5	2.25
3	88.632 - 106.354	1	2.5	-1.5	2.25
4	106.354 - 122.5328	3	2.5	0.5	0.25
Jumlah		10	10		5

$$E_i = \frac{\text{Banyaknya Data}}{\text{Jumlah Data}} = \frac{10}{4} = 2,5$$

$$\text{Banyaknya Data (n)} = 10$$

$$\text{Derajat Kepercayaan } (\alpha) = 5\%$$

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

$$X^2 \text{ Tabel} = 3,841$$

$$X^2 \text{ Hitungan} = \frac{\sum(O_i - E_i)^2}{E_i} = \frac{5}{2,5} = 2$$

Karena X^2 Hitungan $<$ X^2 Tabel, maka pengujian Chi Kuadrat pada distribusi EJ Gumbel **diterima**.

4.2.2 Uji Smirnov Kolmogorov

1. Metode Log Pearson Tipe III

Sebelum dilaksanakan pemeriksaan terlebih dahulu diadakan plotting data dari hasil pengamatan pada kertas probabilitas dan garis durasi yang

sesuai. Ploting data dan garis durasi pada kertas probabilitas dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Data curah hujan rata – rata harian maksimum pada tabel diurutkan dari besar ke kecil.
2. Mengetahui probabilitas, dimana dari data curah hujan rata – rata harian maksimum pada tabel diketahui.

Contoh :

$$m = 1 \quad n = 10$$

maka :

$$P_e = \frac{100 \cdot m}{n+1} = \frac{100 \cdot 1}{10+1} = 9,091\%$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel.

3. Selanjutnya dilakukan ploting antara data hujan rata – rata harian maksimum (X_i) dengan probabilitas (P) dan penggambaran pada kertas probabilitas dapat dilihat pada gambar.
4. Gambar garis durasi pada kertas probabilitas dengan :

$$P = 99\% \quad G = -2,1813$$

$$X_T = 56,9067$$

$$P = 80\% \quad G = -0,8497$$

$$X_T = 75,0134$$

$$P = 10\% \quad G = 1,3003$$

$$X_T = 117,1807$$

Tabel 4.13 Pengujian Smirnov Kolmogorof Metode Log Pearson Tipe III

No	Xi (mm)	Pe (%)	Pt (%)	Pe - Pt (%)
1	122,5328	9,0909	6.5	2,5909
2	112,2064	18,1818	15	3,1818
3	107,6736	27,2727	20	7,2727
4	106,0320	36,3636	23	13,3636
5	83,0864	45,4545	62	16,5455
6	81,3056	54,5455	67	12,4545
7	81,0880	63,6364	67	3,3636
8	79,8368	72,7273	72	0,7273
9	72,5776	81,8182	84	2,1818
10	66,0016	90,9091	93	2,0909

Dari tabel diketahui bahwa :

$$\text{Delta P max (\%)} = 16,5455 \%$$

Sedangkan dari tabel nilai kritis untuk uji smirnov kolmogorov, diketahui bahwa :

$$\text{Derajat signifikan } (\alpha) = 5\%$$

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

$$\text{Delta kritis} = 41\%$$

Dari hasil pengujian Delta P max (16,5455%) < Delta Kritis (41%), maka hipotesa dapat **diterima**.

2. Metode EJ Gumbel

Untuk melakukan pengujian Smirnov Kolmogorov, data curah hujan harian maksimum tahunan disusun dari angka terkecil ke angka terbesar.

Sedangkan untuk menghitung probabilitasnya digunakan rumus :

$$P(x) = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{10+1} = 0,091$$

Mencari nilai P'(x) :

$$X = 66,0016$$

$$X = \bar{X} + (k \times S)$$

$$66,0016 = 91,2341 + (k \times 19,1231)$$

$$k = \frac{91,2341 - 66,0016}{19,1231} = 1,3195$$

$$k = \frac{Yt - Yn}{Sn}$$

$$1,3195 = \frac{Yt - 0,4952}{0,9496}$$

$$Yt = 0,4952 + (1,3195 \times 0,9496)$$

$$= 1,7482$$

$$P'(x) = 1 - e^{-e^{-Yt}}$$

$$= 1 - 2,718^{-2,718^{-1,7482}} = 0,16$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.14 dibawah ini

Tabel 4.14 Pengujian Smirnov Kolmogorov Pada Probabilitas EJ Gumbel

No	Xi (mm)	Pe = $\left[\frac{m}{n-1}\right]$	K	Yt	Pt	Δ (Pe - Pt)
1	66.0016	0.0909	1.3195	1.7482	0.138	-0.0471
2	72.5776	0.1818	0.9756	1.4216	0.214	-0.0322
3	79.8368	0.2727	0.5960	1.0612	0.293	-0.0198
4	81.0880	0.3636	0.5306	0.9990	0.308	0.0556
5	81.3056	0.4545	0.5192	0.9882	0.311	0.1435

6	83.0864	0.5455	0.4261	0.8998	0.334	0.2115
7	106.0320	0.6364	-0.7738	-0.2396	0.719	-0.0826
8	107.6736	0.7273	-0.8597	-0.3211	0.748	-0.0207
9	112.2064	0.8182	-1.0967	-0.5462	0.822	-0.0038
10	122.5328	0.9091	-1.6367	-1.0590	0.944	-0.0349

Banyak data (n) = 10

Derajat Signifikan = 5% = 0,05

Delta Kritis = 0,41

Dari hasil pengujian Delta P max (**0,2115**) < Delta Kritis (**0,41**), maka hipotesa dapat **diterima**.

Tabel 4.15 Perbandingan Curah Hujan Rancangan

Kala Ulang (Tahun)	Log Pearson Tipe III	EJ Gumbel
5	106.2995	111.469
10	117.1807	126.572
20	130.3927	141.072
50	139.8972	159.840
100	149.2278	173.897

Tabel 4.16 Perbandingan Uji Chi Kuadrat

Perbandingan	Log Pearson Tipe III	EJ Gumbel
N	10	10
A	5%	5%
X ² hitungan	0,1	2
X ² tabel	3,841	3,841
Uji Distribusi	Diterima	Diterima

Tabel 4.17 Perbandingan Uji Smirnov Kolmogorov

Perbandingan	Log Pearson Tipe III	EJ Gumbel
N	10	10
A	5%	5%
Δ Max	0,1654	0,2115
Δ Cr	0,41	0,41
Uji Distribusi	Diterima	Diterima

Dari hasil perhitungan Uji distribusi Smirnov Kolmogorov dan Chi Kuadrat pada metode Log Pearson Tipe III dan metode EJ Gumbel dapat diterima. Untuk perhitungan selanjutnya dapat digunakan metode Log Pearson Tipe III sebagai acuan untuk proses analisa, karena pada hasil pengujian Smirnov Kolmogorov dengan metode Log Pearson Tipe III memiliki Δ Max lebih kecil dibandingkan dengan Δ Max metode EJ Gumbel.

4.3 Koefisien Pengaliran

Koefisien pengaliran ditentukan berdasarkan tata guna lahan dan tabel koefisien pengaliran. Lokasi perencanaan berada di Kecamatan Purwosari – Kabupaten Pasuruan dengan keadaan tata guna lahannya terdiri dari pemukiman, sawah, dan ladang. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.18 dibawah ini.

Tabel 4.18 Koefisien Pengaliran

No	Tata Guna Lahan	Luas (A) km ²	Nilai Koefisien Pengaliran (C)	A.C
1	Pemukiman	1.404	0.5	0.702
2	Sawah	3.780	0.7	2.646
3	Ladang	5.616	0.6	3.370
Jumlah		10.8007		6.718

Maka nilai koefisien pengaliran (C) dapat dihitung :

$$C = \frac{\sum A \cdot C}{\sum A} = \frac{6,718}{10,8007} = 0,62$$

4.4 Distribusi Hujan Jam – jaman

Dalam perhitungan ini, perhitungan kemungkinan hujan tiap jamnya dihitung menggunakan rumus Mononobe. Untuk hujan di pulau jawa rata – hujan (t) = 3 jam, maka :

$$R_1 = \frac{R_{24}}{t} \times \left(\frac{3}{T}\right)^{2/3}$$

$$T = 1 \text{ jam} = R_{t1} = \frac{R_{24}}{3} \times \left(\frac{3}{1}\right)^{2/3} = 0,70 R_{24}$$

$$T = 2 \text{ jam} = R_{t2} = \frac{R_{24}}{3} \times \left(\frac{3}{2}\right)^{2/3} = 0,44 R_{24}$$

$$T = 3 \text{ jam} = R_{t3} = \frac{R_{24}}{3} \times \left(\frac{3}{3}\right)^{2/3} = 0,33 R_{24}$$

Maka untuk $R_{24} = 100\%$ didapatkan hubungan waktu hujan dengan ratio jam ke t yaitu dengan persamaan :

$$R_t = t \cdot R_t - (t - 1) \cdot R(t - 1)$$

Dengan memasukkan nilai t pada persamaan diatas akan didapatkan :

$$R_{T1} = 1 \cdot R_{T1} - (1 - 1) \cdot R(1 - 1)$$

$$= 1 \cdot 0,70 R_{24} - 0$$

$$= 0,70 R_{24} \cdot 100\%$$

$$= 70\%$$

$$R_{T2} = 2 \cdot R_{T2} - (2 - 1) \cdot R_{T1}$$

$$= 2 \cdot 0,44 R_{24} - 1 \cdot 0,70 R_{24}$$

$$= 0,19 R_{24} \cdot 100\%$$

$$= 19\%$$

$$R_{T3} = 3 \cdot R_{T3} - (3 - 1) \cdot R_{T2}$$

$$= 3 \cdot 0,33 R_{24} - 2 \cdot 0,44 R_{24}$$

$$= 0,11 R_{24} \cdot 100\%$$

$$= 11\%$$

Tabel 4.19 Distribusi Hujan Jam – jaman

Jam ke	1	2	3
Ratio (%)	70	19	11

4.5 Hujan Efektif

Berdasarkan hasil perhitungan curah hujan rencana dengan Metode Log Pearson Tipe III pada tabel 4.6 dan perhitungan koefisien pengaliran pada tabel 4.18, maka hujan efektif dapat dihitung sebagai berikut :

Untuk kala ulang 10 tahun :

Dengan : Curah hujan rancangan 10 tahun = 117,1807 mm

Koefisien pengaliran (α) = 0,62

Maka : Curah hujan efektif = 117,1807 x 0,62

= 72,652

Curah hujan jam – jaman = 72,652 x 70%

= 50,856

Untuk hasil perhitungan selanjutnya, dapat dilihat pada tabel 4.20 dibawah ini

Tabel 4.20 Perhitungan Hujan Efektif

Jam ke	Ratio (%)	Distribusi Hujan Jam - jaman (mm)				
		R5th	R10th	R20th	R50th	R100th
1	0.70	46.134	50.856	56.590	60.715	64.765
2	0.19	12.522	13.804	15.360	16.480	17.579
3	0.11	7.250	7.992	8.893	9.541	10.177
Hujan Rencana (mm)		106.2995	117.1807	130.3927	139.8972	149.2278
Koefisien Pengaliran		0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
Hujan Efektif (mm)		65.906	72.652	80.843	86.736	92.521

4.6 Debit Aliran Dasar (Qf)

Aliran dasar (Base Flow) adalah debit atau limpasan minimum yang masih ada karena adanya aliran keluar atau lepasan (Out Flow atau Discharge) dari akifer. Akifer adalah formasi atau material geologis yang dapat mengandung serta melepaskan air dalam jumlah yang cukup.

Dalam studi ini pengukuran aliran dasar menggunakan metode apung (Floating Method). Caranya dengan menempatkan benda yang tidak dapat tenggelam dipermukaan aliran sungai untuk jarak tertentu dan mencatat waktu yang diperlukan oleh benda apung tersebut bergerak dari satu titik pengamatan ke titik pengamatan lain yang telah ditentukan. Benda apung yang dapat digunakan dalam pengukuran ini pada dasarnya adalah benda apa saja sepanjang dapat terapung dalam aliran sungai. Untuk pemilihan tempat pengukuran dipilih pada bagian sungai yang relative lurus dengan tidak banyak arus yang tidak beraturan. Jarak antar titik pengamatan ditentukan bervariasi dan dilakukan pengukuran pada titik – titik yang ditentukan, sehingga diperoleh beberapa angka kecepatan dengan jarak berbeda. Maka aliran dasar dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Q = A \cdot \bar{V}$$

$$V_1 = \frac{5 \text{ meter}}{5,71 \text{ detik}} = 0,876 \text{ m/dt}$$

$$V_2 = \frac{15 \text{ meter}}{17,39 \text{ detik}} = 0,863 \text{ m/dt}$$

$$V_3 = \frac{30 \text{ meter}}{33,09 \text{ detik}} = 0,907 \text{ m/dt}$$

$$\bar{V} = \frac{0,876 + 0,863 + 0,907}{3} = 0,882 \text{ m/dt}$$

$$A = \left(\left(\frac{7,8 + 7,9}{2} \right) \times 0,099 \right) + (0,5 \times 0,6) = 1,08 \text{ m}^2$$

$$Q = 1,08 \text{ m}^2 \times 0,882 \text{ m/dt} = 0,953 \text{ m}^3/\text{dt}$$

4.7 Hidrograf Satuan

Pada studi ini dalam menentukan hidrograf banjir rencana menggunakan Metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu, dengan data – data sebagai berikut :

$$\text{Luas DAS (A)} = 10,8007 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang Sungai (L)} = 8,268 \text{ km}$$

1. Menentukan Tg (Time Log)

Berdasarkan data pada peta yang ada, diketahui panjang sungai Jungpinang 15,118 km. Sehingga Tg dapat dihitung.

Untuk $L > 15 \text{ km}$

$$T_g = 0,21 \times L^{0,7}$$

$$= 0,21 \times 8,268 = 0,921 \text{ jam}$$

2. Menghitung Tr

$$T_r = 0,75 T_g$$

$$= 0,75 \times 0,921 = 0,691 \text{ jam}$$

3. Menghitung Tp (Time to Peak)

$$T_p = T_g + 0,8 T_r$$

$$= 0,921 + (0,8 \times 0,691) = 1,474 \text{ jam} \approx 1,5 \text{ jam}$$

4. Menghitung Parameter α

$$\alpha = \frac{0,47 \cdot (AL)^{0,25}}{T_g}$$

$$= \frac{0,47 \cdot (10,8007 \times 8,268)^{0,25}}{0,921} = 1,569 \text{ jam}$$

5. Menghitung $T_{0,3}$

$$\begin{aligned} T_{0,3} &= \alpha \cdot T_g \\ &= 1,569 \times 0,921 = 1,445 \text{ jam} \end{aligned}$$

6. Menghitung debit puncak banjir (Q_p)

$$\begin{aligned} Q_p &= \frac{A \cdot R_0}{3,6 \cdot (0,3 T_p + T_{0,3})} \quad \text{dimana } R_0 \text{ diambil } 1 \text{ mm maka,} \\ &= \frac{10,8007 \cdot 1}{3,6 \cdot ((0,3 \times 1,5) + 1,445)} = 1,583 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

7. Menghitung persamaan hidrograf satuan sebagai berikut :

Pada kurva naik dengan interval $0 \leq t < T_p = 0 \leq t < 2$

$$\begin{aligned} Q_t &= Q_p \cdot \left(\frac{t}{T_p}\right)^{2,4} \\ &= 1,583 \cdot \left(\frac{1}{1,5}\right)^{2,4} = 0,598221 \end{aligned}$$

Untuk kurva turun :

a. $T_p \leq t < (T_p + T_{0,3}) = 1,5 \leq t < 2,945$

$$\begin{aligned} Q_t &= Q_p \cdot 0,3 \left(\frac{t-T_p}{T_{0,3}}\right) \\ &= 1,583 \cdot 0,3 \left(\frac{2-1,5}{1,445}\right) = 1,043648 \end{aligned}$$

b. $(T_p + T_{0,3}) \leq t < (T_p + T_{0,3} + 1,5 T_{0,3}) = 2,945 \leq t < 5,113$

$$\begin{aligned} Q_t &= Q_p \cdot 0,3 \left(\frac{t-T_p+0,5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}}\right) \\ &= 1,583 \cdot 0,3 \left(\frac{3-1,5+(0,5 \times 1,445)}{1,5 \times 1,445}\right) = 0,460611 \end{aligned}$$

$$c. t \geq (T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}) = t \geq 5,113$$

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

$$= 1,583 \cdot 0,3^{\left(\frac{6-1,5+(1,5 \times 1,445)}{2 \cdot 1,445}\right)} = 0,088948$$

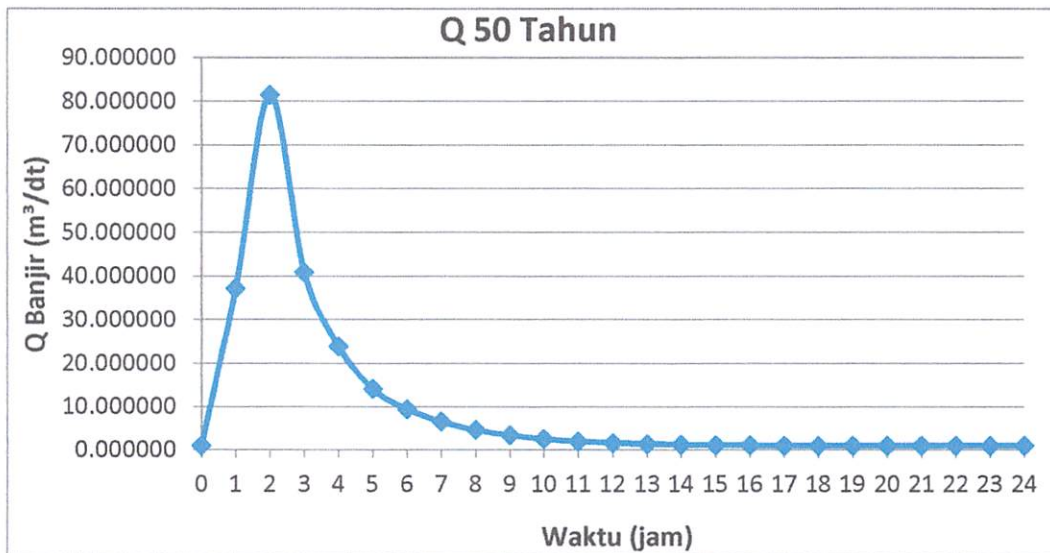
Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.21 dibawah ini.

Tabel 4.21 Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

t (jam)	Qa	Qd1	Qd2	Qd3
0	0			
1	0.598221			
2		1.043648		
3			0.460611	
4			0.264301	
5			0.151657	
6				0.098435
7				0.064897
8				0.042786
9				0.028208
10				0.018597
11				0.012261
12				0.008083
13				0.005329
14				0.003513
15				0.002316
16				0.001527
17				0.001007
18				0.000664
19				0.000438
20				0.000289
21				0.000190
22				0.000125
23				0.000083
24				0.000055

Tabel 4.22 Ordinart Banjir Rancangan Metode Nakayasu Kala Ulang 50 Tahun

t (jam)	Q (m ³ /detik)	CURAH HUJAN JAM - JAMAN			BASE FLOW (Qf)	Q Banjir (m ³ /detik)
		60.715	16.480	9.541		
0	0.000000	0.000000			0.953	0.953000
1	0.598221	36.321008	0.000000		0.953	37.274008
2	1.043648	63.365084	17.199318	0.000000	0.953	81.517401
3	0.460611	27.965990	7.590867	4.394688	0.953	40.904546
4	0.264301	16.047018	4.355676	2.521693	0.953	23.877386
5	0.151657	9.207855	2.499307	1.446959	0.953	14.107122
6	0.098435	5.976498	1.622213	0.939171	0.953	9.490883
7	0.064897	3.940215	1.069501	0.619181	0.953	6.581897
8	0.042786	2.597724	0.705106	0.408217	0.953	4.664046
9	0.028208	1.712640	0.464865	0.269131	0.953	3.399637
10	0.018597	1.129118	0.306479	0.177434	0.953	2.566031
11	0.012261	0.744410	0.202057	0.116980	0.953	2.016447
12	0.008083	0.490778	0.133213	0.077123	0.953	1.654114
13	0.005329	0.323563	0.087825	0.050846	0.953	1.415234
14	0.003513	0.213320	0.057902	0.033522	0.953	1.257744
15	0.002316	0.140639	0.038174	0.022101	0.953	1.153913
16	0.001527	0.092721	0.025167	0.014571	0.953	1.085459
17	0.001007	0.061130	0.016593	0.009606	0.953	1.040328
18	0.000664	0.040302	0.010939	0.006333	0.953	1.010574
19	0.000438	0.026570	0.007212	0.004175	0.953	0.990958
20	0.000289	0.017517	0.004755	0.002753	0.953	0.978025
21	0.000190	0.011549	0.003135	0.001815	0.953	0.969499
22	0.000125	0.007614	0.002067	0.001197	0.953	0.963877
23	0.000083	0.005020	0.001363	0.000789	0.953	0.960171
24	0.000055	0.003310	0.000898	0.000520	0.953	0.957728



4.8 Perencanaan Dimensi Bendung

Dari hasil perhitungan debit rencana menggunakan metode Nakayasu didapatkan $Q_{50} = 81,517401 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan dari hasil pengukuran di lapangan diperoleh data – data sebagai berikut :

- Lebar Bendung = 7,8 m
- Elevasi dasar sungai = + 268 m
- Koefisien kekasaran Manning (n) = 0,035
- Kemiringan Tepi Sungai (m) = 1 : 1
- Untuk mendapatkan nilai kemiringan dasar sungai (s) dilakukan pengukuran dengan cara mengambil elevasi dua titik pada hulu dan hilir sungai dan menentukan jarak antar titik, dapat dihitung dengan rumus :

$$s = \frac{\text{Elevasi titik hulu} - \text{Elevasi titik hilir}}{\text{Jarak antar titik}}$$
$$= \frac{268,1 - 268}{35 \text{ m}} = 0,00275$$

4.8.1 Penentuan Tinggi Bendung

- Elevasi sawah tertinggi = + 269,3 m
- Tinggi muka air genangan di sawah = 0,1 m
- Kehilangan tekanan akibat bangunan ukur = 0,1 m
- Kehilangan pada intake = 0,1 m

Dengan diketahui elevasi sawah tertinggi dan faktor – faktor kehilangan maka didapatkan Elevasi mercu = + 269,6 m

- Tinggi bendung (P) = elevasi mercu – elevasi dasar sungai
= 269,6 – 268 = 1,6 m

4.8.2 Perhitungan Tinggi Energi di Atas Mercu Bendung

Tinggi energi di atas mercu bendung dihitung berdasarkan debit banjir rencana periode kala ulang 50 tahun (Q_{50}).

$$\text{Rumus debit : } Q_{50} = C_d \cdot \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{3} \cdot g} \cdot b_{eff} \cdot H_1^{3/2}$$

Dimana : Q_{50} = Debit Banjir Rencana (m^3/dt)

C_d = Koefisien Debit = ($C_0 \times C_1 \times C_2$)

b_{eff} = Lebar efektif bendung (m)

H_1 = Tinggi energi diatas mercu (m)

h_a = Tinggi energi di atas mercu akibat pengaruh
kecepatan (m)

h_d = Tinggi energi di atas mercu saat debit banjir, tidak
termasuk pengaruh kecepatan (m)

g = Percepatan Gravitasi = $9,81 \text{ m/s}^2$

P = Tinggi Bendung (m)

V = Kecepatan aliran (m/dt)

- Untuk perhitungan awal, H_1 diasumsikan harga $C_d = 1,30$

$$81,517401 = 1,30 \cdot \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{3} \cdot 9,81} \cdot 7,8 \cdot H_1^{3/2}$$

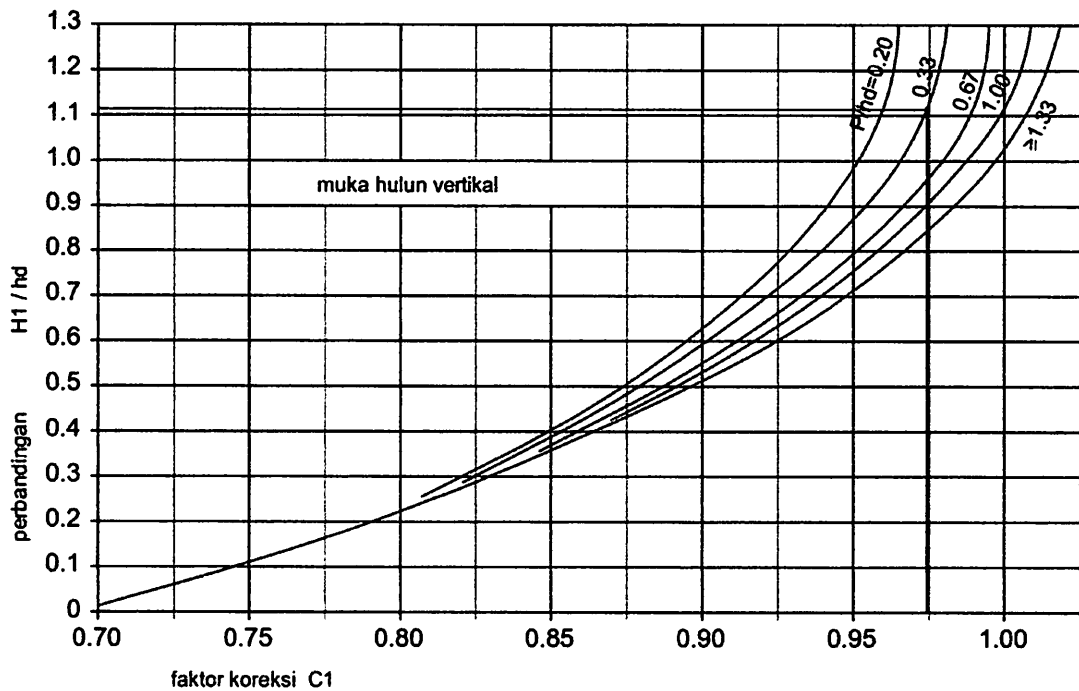
Dengan cara coba – coba didapat $H_1 = 2,81 \text{ m}$

$$\begin{aligned} A &= (P + H_1) \times b_{eff} \\ &= (1,6 + 2,81) \times 7,8 &= 34,398 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$V = \frac{Q_{50}}{A} = \frac{81,517401}{34,398} = 2,37 \text{ m/dt}$$

$$h_a = \frac{V^2}{2g} = \frac{2,690^2}{2 \cdot 9,81} = 0,286 \text{ m}$$

$$h_d = H_1 - h_a = 2,81 - 0,286 = 2,524 \text{ m}$$



Gambar 4.3 Koefisien C_1 untuk bendung mercu Ogee

Dengan harga $C_0 = 1,3$ dan didapatkan nilai $\frac{P}{h_d} = \frac{1,6}{2,524} = 0,634$ dan

$\frac{H_1}{h_d} = \frac{2,81}{2,524} = 1,113$ maka dari grafik faktor koreksi C_1 , didapatkan harga $C_1 =$

0,975. Karena Up Stream tegak, maka harga C_2 tidak dicari atau dianggap 1.

Sehingga harga C_d dapat dihitung :

$$\begin{aligned} C_d &= 1,3 \times 0,975 \times 1 \\ &= 1,267 \end{aligned}$$

- Untuk perhitungan kedua, H_1 dengan harga $C_d = 1,267$

$$81,517401 = 1,267 \cdot \frac{2}{3} \sqrt{\frac{2}{3}} \cdot 9,81 \cdot 7,8 \cdot H_1^{3/2}$$

Dengan cara coba – coba didapat $H_1 = 2,86$ m

Jadi elevasi tinggi energi di atas mercu adalah $269,6 + 2,86 = \pm 272,46$ m

4.8.3 Perhitungan Tinggi Muka Air di Atas Mercu Bendung

Untuk perhitungan tinggi muka air diatas mercu bendung direncanakan dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A &= (P + H_1) \times b_{eff} \\ &= 7,8 \times (1,6 + 2,86) = 34,788 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$V = \frac{Q_{50}}{A} = \frac{81,517401}{34,788} = 2,343 \text{ m/dt}$$

$$h_a = \frac{V^2}{2g} = \frac{2,343^2}{2 \cdot 9,81} = 0,28 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} h_d &= H_1 - h_a \\ &= 2,86 - 0,28 = 2,58 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapat tinggi muka air maksimum di atas mercu bendung adalah 2,58 m. Jadi elevasi muka air di atas mercu bendung adalah $269,6 + 2,58 = \pm 272,18$ m.

4.8.4 Perhitungan Lengkung Mercu Bendung

Untuk dimensi mercu depan bendung direncanakan type Ogee dengan bagian hulu bendung tegak. Dengan tinggi air maksimum di atas mercu bendung (h_d) = 2,936 m. Analisa bentuk mercu bendung sebagai berikut :

- Panjang jari – jari besar (R) = $0,5 \times h_d$
= $0,5 \times 2,58$
= 1,29 m
- Panjang jari – jari kecil (r) = $0,2 \times h_d$
= $0,2 \times 2,58$
= 0,516 m
- Panjang keliling lingkaran besar = $0,175 \times h_d$
= $0,175 \times 2,58$
= 0,452 m
- Panjang keliling lingkaran kecil = $(0,282 \times h_d) - (0,175 \times h_d)$
= $(0,282 \times 2,58) - (0,175 \times 2,58)$
= 0,276 m

4.8.5 Perhitungan Penampang Belakang Mercu Bendung

Mercu bendung bagian belakang dihitung berdasarkan persamaan berikut :

$$\frac{Y}{h_d^{0,850}} = \frac{1}{K} \times \left(\frac{Y}{h_a}\right)^n, \text{ atau } X = K \times h_d^{0,850} \times Y$$

Dimana :

- X dan Y = Koordinat – koordinat permukaan hilir
- K dan n = Parameter (lihat tabel 4.23)
- h_d = Tinggi air maksimum di atas mercu = 2,58 m

Tabel 4.23 Harga K dan n

Kemiringan Up Stream	K	n
Vertikal	2	1,850
3 : 1	1,936	1,836
3 : 2	1,939	1,810
1 : 1	1,873	1,776

Karena kemiringan permukaan hulu (Up Stream) direncanakan vertikal, maka harga K dan n didapat :

$$K = 2$$

$$n = 1,850$$

Persamaan menjadi :

$$X^{1,850} = 2 \times 2,58^{0,850} \times Y = 4,476 Y$$

$$Y = \frac{X^{1,850}}{4,476}$$

Kemiringan permukaan hilir adalah 1 : 1, maka $dy/dx = 1/1 = 1$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1,850 \times 0,850}{4,476} = 1$$

$$1,850 \cdot X^{0,850} = 4,476 \cdot 1$$

$$X^{0,850} = 2,626$$

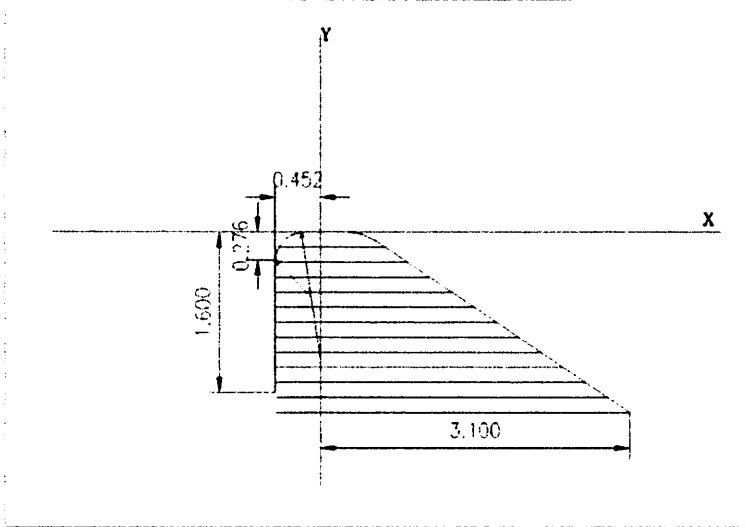
$$X = 3,1 \text{ m}$$

$$Y = \frac{3,089^{1,850}}{4,476} = 1,8 \text{ m}$$

Dengan persamaan diatas, koordinat lengkung bagian hilir dihitung ditabelkan. Setelah didapat koordinat $dy/dx = 1$, maka titik – titik berikutnya berupa garis lurus dengan kemiringan 1 : 1 sampai titik awal kolam olakan. Perhitungan lengkung bagian hilir dapat dilihat pada tabel 4.24 dibawah ini.

Tabel 4.24 Koordinat Lengkung Bagian Hilir Mercu Bendung

Titik	X (m)	Y (m)
1	0.45	0.00
2	0.65	0.15
3	0.88	0.30
4	1.10	0.45
5	1.32	0.60
6	1.54	0.75
7	1.77	0.90
8	1.99	1.05
9	2.21	1.20
10	2.43	1.35
11	2.66	1.50
12	2.88	1.65
13	3.10	1.80



Gambar 4.4 Desain Lengkung Mercu Bendung

4.8.6 Perhitungan Rencana Kolam Olakan (Peredam Energi)

Sebelum aliran yang melintasi bangunan bendung dikembalikan lagi ke dalam sungai, maka aliran dengan kecepatan yang tinggi dalam kondisi super kritis tersebut harus diperlambat. Daya penggerus dalam aliran yang sangat tersebut harus di redukir hingga mencapai tingkat normal kembali sehingga aliran tersebut ke dalam sungai tanpa membahayakan kestabilan alur sungai yang bersangkutan.

4.8.6.1 Perhitungan Elevasi Muka Air Banjir Existing

Untuk perhitungan elevasi muka air banjir sebelum dibendung digunakan rumus sebagai berikut :

$$A = \left(\frac{B+b}{2}\right) \cdot H = (9,1 + 10,1) \cdot H$$

$$P = B + 2H\sqrt{1 + m^2} = 9,1 + 2H\sqrt{1 + 1^2}$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{(7,8 + 1H) \cdot H}{7,8 + 2H\sqrt{1+1^2}}$$

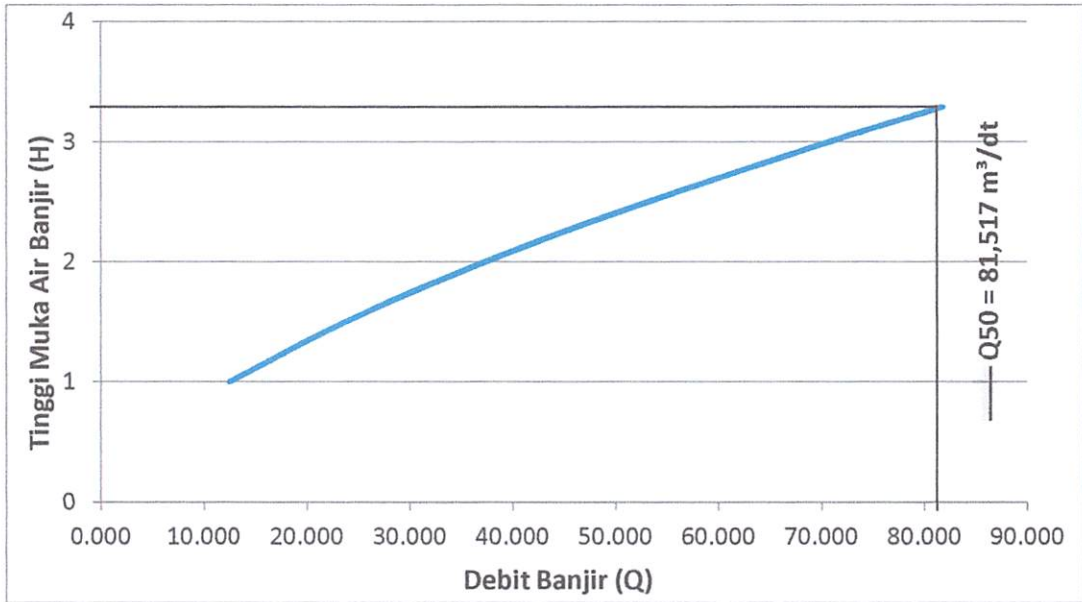
$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot s^{1/2} = \frac{1}{0,03} \cdot \left(\frac{(7,8 + 1H) \cdot H}{7,8 + 2H\sqrt{1+1^2}}\right)^{2/3} \cdot 0,003^{1/2}$$

$$Q = A \cdot V = ((7,8 + 1H) \cdot H) \times \left(\frac{1}{0,03} \cdot \left(\frac{(7,8 + 1H) \cdot H}{7,8 + 2H\sqrt{1+1^2}}\right)^{2/3}\right)$$

Untuk mendapatkan nilai H (tinggi muka air banjir sebelum dibendung) dilakukan dengan cara coba – coba. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.23 dibawah ini.

Tabel 4.25 Perhitungan Tinggi Muka Air Banjir Sebelum Dibendung

H (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	V (m/dt)	Q (m ³ /dt)
1	9.600	11.928	0.805	1.296	12.445
1.5	14.775	13.343	1.107	1.604	23.695
2	20.200	14.757	1.369	1.847	37.313
2.5	25.875	16.171	1.600	2.050	53.036
3.00	31.800	17.585	1.808	2.224	70.720
3.25	34.840	18.292	1.905	2.302	80.207
3.26	34.964	18.321	1.908	2.305	80.599
3.27	35.087	18.349	1.912	2.308	80.991
3.28	35.211	18.377	1.916	2.311	81.384
3.29	35.335	18.406	1.920	2.314	81.777



Dari tabel 4.25 diatas, maka diperoleh tinggi muka air banjir sebelum dibendung adalah 2,86 m dan elevasi muka air banjir sebelum dibendung adalah $267,8 + 3,29 = \pm 271,09$.

4.8.6.2 Perhitungan Kedalaman Air Banjir Setelah Loncatan

Untuk mengalirkan debit banjir rencana maka diasumsikan bahwa kecepatan aliran pada hilir kaki mercu (V_1) sama dengan kecepatan pada ruang olakan (V_2).

$$H_1 = 2,86 \text{ m}$$

$$B_{eff} = 7,8 \text{ m}$$

$$Q_{50} = 81,517401 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$Z = \text{El. Mercu bendung} - \text{El. Dasar hilir}$$

$$= 269,6 - 267,8 = 1,8 \text{ m}$$

$$A = L \times Y_1$$

$$g = 9,81 \text{ m}/\text{dt}^2$$

Untuk analisa dapat digunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}V_1 &= \sqrt{2 \cdot g(1/2 H_1 + Z)} \\ &= \sqrt{2 \cdot 9,81(1/2 \cdot 2,86 + 1,8)} = 7,96 \text{ m/dt}\end{aligned}$$

$$V_2 = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{L \cdot Y_1}$$

$$V_1 = V_2$$

$$7,96 = \frac{81,517401}{9,1 \cdot Y_1}$$

Dengan cara coba – coba diperoleh $Y_1 = 1,12$ m, maka bilangan

Froude dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Fr = \frac{V_1}{\sqrt{g \cdot Y_1}} = \frac{7,96}{\sqrt{9,81 \cdot 1,12}} = 2,4$$

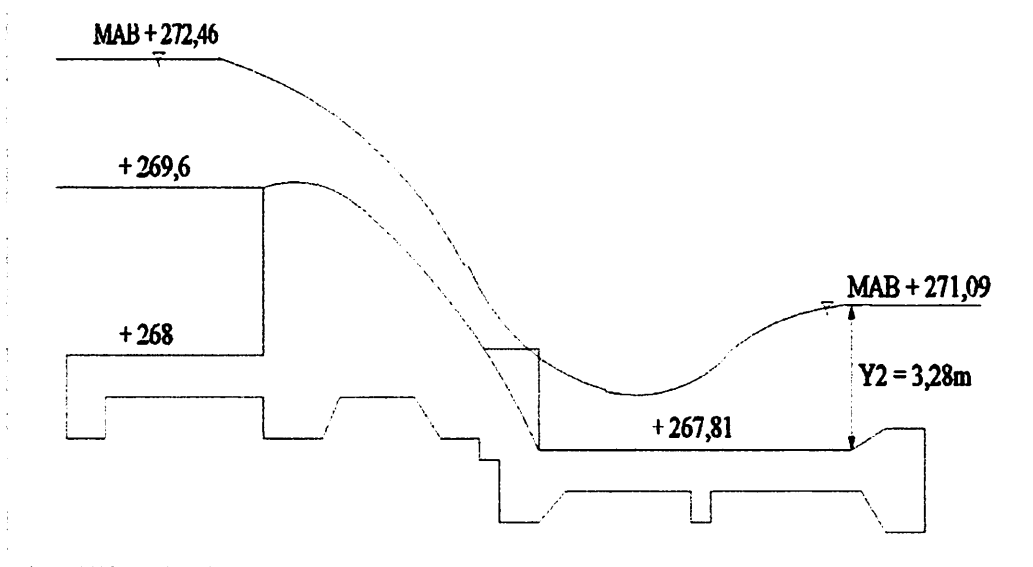
$$\frac{Y_2}{Y_1} = \frac{1}{2} \cdot (\sqrt{1 + 8Fr^2} - 1)$$

$$Y_2 = \frac{Y_1}{2} \cdot (\sqrt{1 + 8Fr^2} - 1)$$

$$Y_2 = \frac{1,12}{2} \cdot (\sqrt{1 + 8 \cdot (2,4)^2} - 1) = 3,28 \text{ m}$$

Jadi kedalaman air banjir setelah terjadi loncatan pada kolam olak adalah

$$271,09 - 267,81 = 3,28 \text{ m}$$



Gambar 4.5 Kedalaman Air Pada Kolam Olak

4.8.6.3 Pendimensian Ruang Olakan

Berdasarkan nilai bilangan Froude = 2,4 , maka direncanakan kolam olak USBR tipe IV dengan mempertimbangkan aliran tidak membawa bongkahan yang besar.

Dimensi Ruang Olakan :

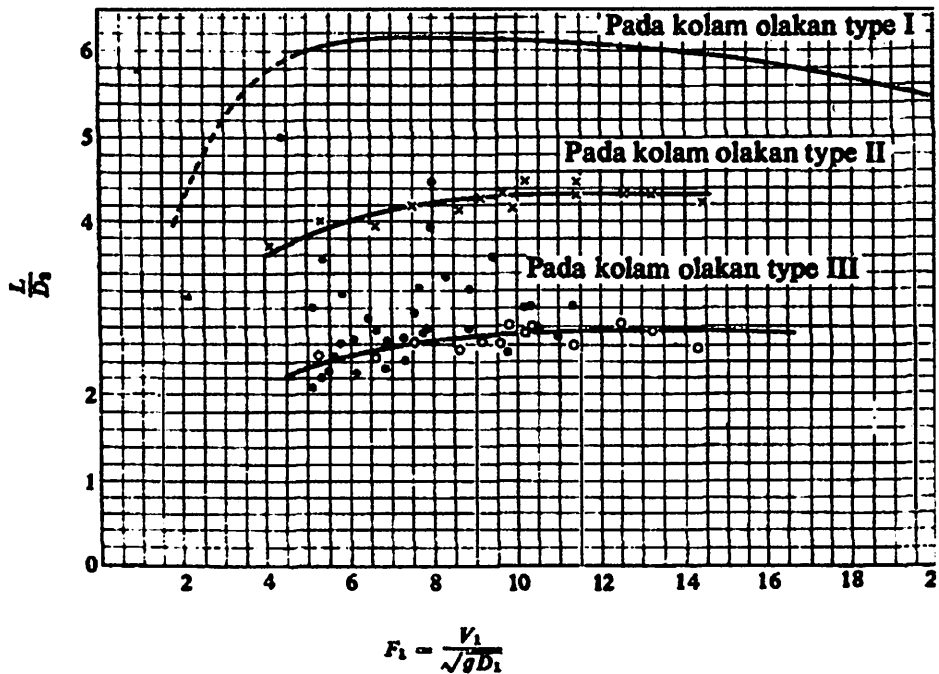
- Panjang Lantai Olakan

Dari grafik panjang loncatan hidrolis untuk bilangan Froude = 2,4, maka

diperoleh harga $\frac{L}{d_2} = 4,8$ dan $d_2 = Y_2 = 3,28$

$$L = 4,8 \times 3,28$$

$$= 15,744 \text{ m} \approx 16 \text{ m}$$



Gambar 4.6 Grafik Panjang Loncatan Hidraulik

- Tinggi End Sill

$$He = 1,25 \times d_1 = 1,25 \times 1,12 = 1,4 \text{ m}$$

- Chute Blocks

Tinggi chute blocks (he)

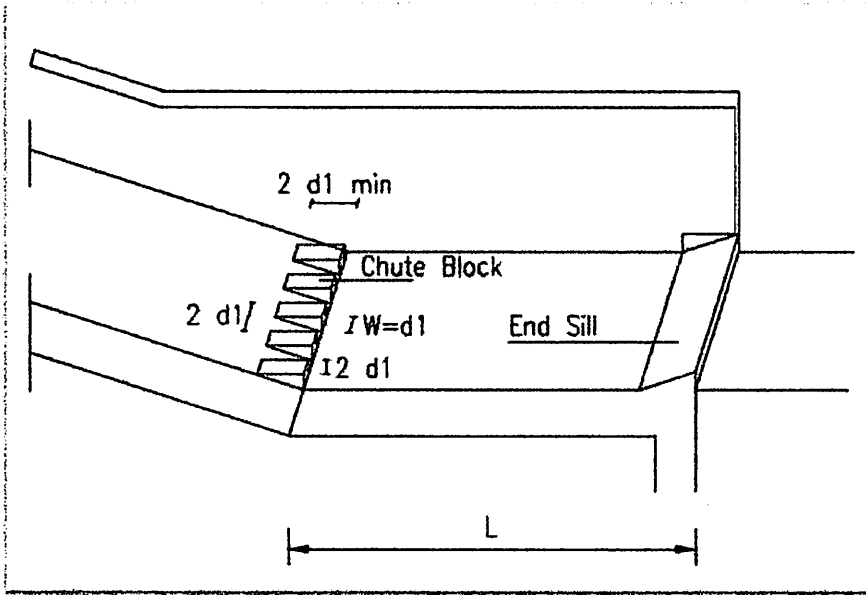
$$he = 2 \times d_1 = 2 \times 1,12 = 2,24 \text{ m}$$

Lebar chute blocks (W)

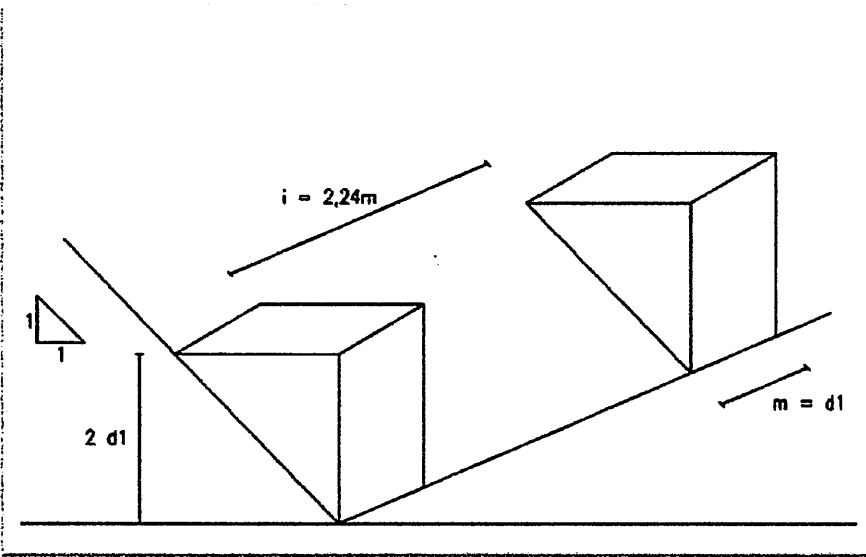
$$W = d_1 = 1,12 \text{ m}$$

Jarak antar chute blocks (i)

$$i = 2 \times d_1 = 2 \times 1,12 = 2,24 \text{ m}$$



Gambar 4.7 Karakteristik Kolam Olak USBR Tipe IV



Gambar 4.8 Chute Block

4.8.7 Kontrol Panjang Rayapan (Creep Line)

Perhitungan panjang rayapan aliran menggunakan teori lane.

Tinjauan : $L_c \geq H \text{ maks} \cdot c$

Dimana : H maks terjadi pada kondisi air di hulu setinggi mercu dan di hilir setinggi dasar sungai (air di hilir kosong).

Tabel hasil perhitungan creep line sebagai berikut :

Tabel 4.26 Perhitungan Creep Line

Titik	LH (m)	1/3 LH (m)	LV (m)	$L_c = 1/3 LH + LV$
A			0.60	0.60
B	0.30	0.10		1.13
C			0.20	1.33
D	3.5	1.17		2.50
E			0.60	3.10
F	1.00	0.33		3.43
G			0.60	4.03
H	0.46	0.15		4.19
I			0.6	4.79
J	0.60	0.20		4.99
K			1.4	6.39
L	1.20	0.40		6.79
M				

Dengan :

$$P = \text{Tinggi bendung} = 1,0 \text{ m}$$

Creep line (c) untuk material kerikil halus = 4

Maka :

$$H \text{ maks. } c = 1,6 \cdot 4 = 6,4 \text{ m}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan :

$$L_c = 6,79 \text{ m dan } H \text{ maks. } c = 6,4 \text{ m}$$

Sehingga : $L_c \geq H \text{ maks. } c \rightarrow (\text{aman})$

Tabel 4.27 Harga Creep Ratio (c)

No	Material	Lane	Bligh
1	Pasir amat halus	8,5	18
2	Pasir halus	7	15
3	Pasir sedang	6	-
4	Pasir kasar	5	12
5	Kerikil halus	4	-
6	Kerikil sedang	3,5	-
7	Kerikil campur pasir	-	9
8	Kerikil kasar / batuan kecil	3	-
9	Boulder dengan bantuan kecil & kerikil kasar	2,5	-
10	Boulder, batuan kecil dan kerikil	-	4 s/d 6
11	Lempung lunak	3	-
12	Lempung sedang	1,8	-
13	Lempung keras	1,6	-
14	Lempung sangat keras / padas	1,6	-

4.8.8 Gaya Yang Bekerja Pada Kondisi Air Normal

a) Gaya berat bendung (G)

$$\text{Rumus : } G = V \cdot \gamma \text{ beton} \rightarrow (\gamma \text{ beton} = 2,4 \text{ ton/m}^3)$$

$$G1 = (0,45 \cdot 0,49 \cdot 1) \cdot 2,4 = 0,529 \text{ ton}$$

$$G2 = (1/2 \cdot 0,84 \cdot 0,49 \cdot 1) \cdot 2,4 = 0,494 \text{ ton}$$

$$G3 = (1,51 \cdot 1,295 \cdot 1) \cdot 2,4 = 4,693 \text{ ton}$$

$$G4 = (1 \cdot 0,6 \cdot 1) \cdot 2,4 = 1,440 \text{ ton}$$

$$G5 = (1/2 \cdot 0,6 \cdot 0,29 \cdot 1) \cdot 2,4 = 0,209 \text{ ton}$$

$$G6 = (1/2 \cdot 0,46 \cdot 0,265 \cdot 1) \cdot 2,4 = 0,146 \text{ ton}$$

$$G7 = (1,245 \cdot 0,46 \cdot 1) \cdot 2,4 = 1,375 \text{ ton}$$

$$G8 = (1/2 \cdot 0,6 \cdot 0,35 \cdot 1) \cdot 2,4 = 0,252 \text{ ton}$$

$$G9 = (1,495 \cdot 0,6 \cdot 1) \cdot 2,4 = 2,153 \text{ ton}$$

$$G10 = (1/2 \cdot 1,2 \cdot 0,695 \cdot 1) \cdot 2,4 = 1,000 \text{ ton}$$

$$G11 = (2,20 \cdot 1,20 \cdot 1) \cdot 2,4 = 6,335 \text{ ton}$$

$$\Sigma = 18,626 \text{ ton}$$

b) Gaya Uplift Pressure (UP)

$$\text{Rumus : } UP = \left[Hx - \frac{Lx}{Lc} \Delta H \right] \gamma w$$

$$\text{Dimana : } Hx = d + \Delta H$$

$$Lx = \text{panjang lintasan air rembesan dari bidang tertentu (m)}$$

$$Lc = \text{panjang total lintasan air rembesan (m)}$$

$$\Delta H = \text{beda elevasi muka air di hulu dan hilir (m)}$$

$$d = \text{tebal lantai lintang (m)}$$

$$\text{Sehingga : } Hx = 0,4 + 1,6 = 2 \text{ m}$$

- Ditinjau tiap titik

$$UF = \left[2 - \frac{3,10}{6,79} \cdot 1,6 \right] \cdot 1,0 = 1,269 \text{ ton}$$

$$UG = \left[2 - \frac{3,43}{6,79} \cdot 1,6 \right] \cdot 1,0 = 1,192 \text{ ton}$$

$$UH = \left[2 - \frac{4,03}{6,79} \cdot 1,6 \right] \cdot 1,0 = 1,050 \text{ ton}$$

$$UI = \left[2 - \frac{4,19}{6,79} \cdot 1,6 \right] \cdot 1,0 = 1,013 \text{ ton}$$

$$UJ = \left[2 - \frac{4,79}{6,79} \cdot 1,6 \right] \cdot 1,0 = 0,871 \text{ ton}$$

$$UK = \left[2 - \frac{4,99}{6,79} \cdot 1,6 \right] \cdot 1,0 = 0,824 \text{ ton}$$

$$UL = \left[2 - \frac{6,39}{6,79} \cdot 1,6 \right] \cdot 1,0 = 0,494 \text{ ton}$$

$$UM = \left[2 - \frac{6,79}{6,79} \cdot 1,6 \right] \cdot 1,0 = 0,400 \text{ ton}$$

- Ditinjau tiap bidang

$$UF-G = \frac{1}{2} \cdot (1,269 - 1,192) \cdot 1 = 0,038 \text{ ton}$$

$$UF-G' = 1,192 \cdot 1 = 1,192 \text{ ton}$$

$$UH-I = \frac{1}{2} \cdot (1,050 - 1,013) \cdot 0,46 = 0,008 \text{ ton}$$

$$UH-I' = 1,013 \cdot 0,46 = 0,466 \text{ ton}$$

$$UJ-K = \frac{1}{2} \cdot (0,871 - 0,824) \cdot 0,6 = 0,014 \text{ ton}$$

$$UJ-K' = 0,824 \cdot 0,6 = 0,494 \text{ ton}$$

$$UL-M = \frac{1}{2} \cdot (0,494 - 0,4) \cdot 1,2 = 0,056 \text{ ton}$$

$$UL-M' = 0,4 \cdot 1,2 = 0,480 \text{ ton}$$

$$\Sigma = 2,748 \text{ ton}$$

c) Gaya Hidrostatik (PW)

$$\begin{aligned}PW_1 &= \frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot \Delta H^2 \\ &= \frac{1}{2} \cdot 1,0 \cdot 1,6^2 \\ &= 1,28 \text{ ton}\end{aligned}$$

d) Gaya tekan sedimen (PS)

$$\text{Rumus : } PS = \frac{1}{2} \cdot \gamma_s \cdot (\Delta H)^2$$

Dimana :

- Untuk sand, harga $\gamma_s = 1,72 \text{ ton/m}^3$
- $\phi = 30^\circ$, maka $ka = \frac{1 - \sin 30}{1 + \sin 30} = 0,333$

Maka :

$$\begin{aligned}PS &= \frac{1}{2} \cdot 1,72 \cdot (1,6)^2 \cdot 0,333 \\ &= 0,733 \text{ ton}\end{aligned}$$

e) Gaya hidrodinamis karena gempa (PE)

$$\text{Rumus : } PE = 0,726 \cdot Pe \cdot \Delta H$$

Dimana :

$$Pe = c \cdot \lambda \cdot \gamma_w \cdot \Delta H$$

c = koefisien yang menunjukkan distribusi dan besarnya gempa $\rightarrow 0,7$

λ = intensitas gempa = 0,10

$$\begin{aligned}\text{maka : } Pe &= 0,7 \cdot 0,10 \cdot 1,0 \cdot 1,6 \\ &= 0,112 \text{ ton/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sehingga : } PE &= 0,726 \cdot Pe \cdot \Delta H \\ &= 0,726 \cdot 0,112 \cdot 1,6 = 0,13 \text{ ton}\end{aligned}$$

f) Gaya vertical akibat gempa (KV)

Rumus : Gaya berat bendung (G) . Kv

Kv = koefisien seismis gempa vertical = 0,03

$$K1 = 0,529 \cdot 0,03 = 0,016 \text{ ton}$$

$$K2 = 0,494 \cdot 0,03 = 0,015 \text{ ton}$$

$$K3 = 4,693 \cdot 0,03 = 0,141 \text{ ton}$$

$$K4 = 1,440 \cdot 0,03 = 0,043 \text{ ton}$$

$$K5 = 0,209 \cdot 0,03 = 0,006 \text{ ton}$$

$$K6 = 0,146 \cdot 0,03 = 0,004 \text{ ton}$$

$$K7 = 1,375 \cdot 0,03 = 0,041 \text{ ton}$$

$$K8 = 0,252 \cdot 0,03 = 0,008 \text{ ton}$$

$$K9 = 2,153 \cdot 0,03 = 0,065 \text{ ton}$$

$$K10 = 1,000 \cdot 0,03 = 0,030 \text{ ton}$$

$$K11 = 6,335 \cdot 0,03 = 0,190 \text{ ton}$$

$$\Sigma = 0,559 \text{ ton}$$

g) Gaya hidrostatis akibat gempa

Rumus : Gaya berat bendung . Kh

Kh = koefisien seismis gempa horizontal = 0,10

$$K1 = 0,529 \cdot 0,1 = 0,053 \text{ ton}$$

$$K2 = 0,494 \cdot 0,1 = 0,049 \text{ ton}$$

$$K3 = 4,693 \cdot 0,1 = 0,469 \text{ ton}$$

$$K4 = 1,440 \cdot 0,1 = 0,144 \text{ ton}$$

$$K5 = 0,209 \cdot 0,1 = 0,021 \text{ ton}$$

$$K6 = 0,146 \cdot 0,1 = 0,015 \text{ ton}$$

$$K7 = 1,375 \cdot 0,1 = 0,138 \text{ ton}$$

$$K8 = 0,252 \cdot 0,1 = 0,025 \text{ ton}$$

$$K9 = 2,153 \cdot 0,1 = 0,215 \text{ ton}$$

$$K10 = 1,000 \cdot 0,1 = 0,100 \text{ ton}$$

$$K11 = 6,335 \cdot 0,1 = 0,634 \text{ ton}$$

$$\Sigma = 1,863 \text{ ton}$$

Tabel 4.28 Gaya yang bekerja pada kondisi air normal

Gaya	Jumlah (ton)
Gaya berat bendung	18,626
Gaya uplift pressure	2,748
Gaya hidrostatis	1,280
Gaya tekan sedimen	0,733
Gaya hidrodinamis karena gempa	0,130
Gaya vertical akibat gempa	0,559
Gaya horizontal akibat gempa	1,863

- **Momen Tahanan (Mr)**

Rumus : Momen = gaya yang bekerja x jarak horizontal terhadap titik guling

Tabel 4.29 Akibat berat sendiri bendung

Index	Gaya (ton)	Jarak (m)	Momen (ton . m)
G1	0.529	3.330	1.762
G2	0.494	2.820	1.393
G3	4.693	2.905	13.633
G4	1.440	3.050	4.392
G5	0.209	2.455	0.513
G6	0.146	2.105	0.307
G7	1.375	2.030	2.791
G8	0.252	1.600	0.403
G9	2.153	1.500	3.230
G10	1.000	0.800	0.800
G11	6.335	0.600	3.801
Σ			33.025

Tabel 4.30 Akibat Uplift pressure

Index	Gaya (ton)	Jarak (m)	Momen (ton . m)
U F-G	0.038	3.05	0.116
U F-G'	1.192	3.22	3.838
U H-I	0.008	2.03	0.016
U H-I'	0.466	2.11	0.983
U J-K	0.014	1.50	0.021
U J-K'	0.494	1.60	0.790
U L-M	0.056	0.60	0.034
U L-M'	0.480	0.80	0.384
Σ			6.183

Tabel 4.31 Akibat Gempa Verikal

Index	Gaya (ton)	Jarak (m)	Momen (ton . m)
K1	0.016	3.330	0.053
K2	0.015	2.820	0.042
K3	0.141	2.905	0.410
K4	0.043	3.050	0.131
K5	0.006	2.455	0.015
K6	0.004	2.105	0.008
K7	0.041	2.030	0.083
K8	0.008	1.600	0.013
K9	0.065	1.500	0.098
K10	0.030	0.800	0.024
K11	0.190	0.600	0.114
Σ			0.991

Tabel 4.32 Momen Tahanan (Mr) Pada Kondisi Air Normal

No.	Gaya yang bekerja	Momen (ton.m)
1	Gaya berat bendung	33,025
2	Gaya uplift pressure	6,183
3	Gaya gempa vertical	0,991

- **Momen Guling (Mo)**

Rumus : Momen = Gaya yang bekerja . jarak vertical terhadap titik guling

a. Akibat gaya hidrostatis

Momen = gaya hidrostatis (PW1) . jarak vertical terhadap titik guling

$$= 1,28 \cdot 2,93$$

$$= 3,750 \text{ tm}$$

b. Akibat gaya tekan sedimen

Momen = gaya tekan sedimen (PS) . jarak vertical terhadap titik guling

$$= 0,733 \cdot 2,93$$

$$= 2,148 \text{ tm}$$

c. Akibat gaya hidrodinamis

Momen = gaya hidrodinamis (PE) . jarak vertical terhadap titik guling

$$= 0,13 \cdot 2,93$$

$$= 0,381 \text{ tm}$$

Tabel 4.33 Akibat Gempa Horizontal

Index	Gaya (ton)	Jarak (m)	Momen (ton . m)
K1	0.053	3.750	0.199
K2	0.049	3.675	0.180
K3	0.469	2.755	1.292
K4	0.144	1.700	0.245
K5	0.021	1.800	0.038
K6	0.015	3.335	0.050
K7	0.138	2.625	0.362
K8	0.025	3.010	0.075
K9	0.215	2.150	0.462
K10	0.100	2.430	0.243
K11	0.634	1.100	0.697
Σ			3.844

Tabel 4.34 Momen Guling (Mo) Pada Kondisi Air Normal

No.	Gaya yang bekerja	Momen (ton.m)
1	Gaya hidrostatis	3,750
2	Gaya tekan sedimen	2,148
3	Gaya gempa horizontal	3,844
4	Gaya hidrodinamis	0,381

4.8.9 Gaya Yang Bekerja Pada Kondisi Air Banjir

Gaya yang bekerja pada kondisi air banjir sama dengan kondisi air normal, hanya berbeda pada uplift pressure dan gaya hidrostatis yang ditinjau setinggi air banjir.

a) Gaya Uplift Pressure (UP)

$$\text{Rumus : } \left[H_x - \left(\frac{L_x}{L_c} - H_T \right) \cdot \gamma_w \right]$$

Dimana :

$$\begin{aligned} H_T &= 1,6 + 2,86 - 1,12 \\ &= 3,34 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H_x &= h_x + \Delta H + H_o \\ &= 0,4 + 1,6 + 2,86 \\ &= 4,86 \end{aligned}$$

- Ditinjau tiap titik

$$UF = \left[3,34 - \frac{3,10}{6,79} \cdot 4,86 \right] \cdot 1,0 = 1,121 \text{ ton}$$

$$UG = \left[3,34 - \frac{3,43}{6,79} \cdot 4,86 \right] \cdot 1,0 = 0,885 \text{ ton}$$

$$UH = \left[3,34 - \frac{4,03}{6,79} \cdot 4,86 \right] \cdot 1,0 = 0,455 \text{ ton}$$

$$UI = \left[3,34 - \frac{4,19}{6,79} \cdot 4,86 \right] \cdot 1,0 = 0,341 \text{ ton}$$

$$UJ = \left[3,34 - \frac{4,79}{6,79} \cdot 4,86 \right] \cdot 1,0 = 0,088 \text{ ton}$$

$$UK = \left[3,34 - \frac{4,99}{6,79} \cdot 4,86 \right] \cdot 1,0 = 0,232 \text{ ton}$$

$$UL = \left[3,34 - \frac{6,39}{6,79} \cdot 4,86 \right] \cdot 1,0 = 1,234 \text{ ton}$$

$$UM = \left[3,34 - \frac{6,79}{6,79} \cdot 4,86 \right] \cdot 1,0 = 1,520 \text{ ton}$$

- Ditinjau tiap bidang

$$UF-G = \frac{1}{2} \cdot (1,121 - 0,885) \cdot 1 = 0,118 \text{ ton}$$

$$UF-G' = 0,885 \cdot 1 = 0,885 \text{ ton}$$

$$UH-I = \frac{1}{2} \cdot (0,455 - 0,341) \cdot 0,46 = 0,026 \text{ ton}$$

$$UH-I' = 0,341 \cdot 0,46 = 0,157 \text{ ton}$$

$$UJ-K = \frac{1}{2} \cdot (0,088 - 0,232) \cdot 0,6 = 0,043 \text{ ton}$$

$$UJ-K' = 0,232 \cdot 0,6 = 0,139 \text{ ton}$$

$$UL-M = \frac{1}{2} \cdot (1,234 - 1,520) \cdot 1,2 = 0,172 \text{ ton}$$

$$UL-M' = 1,520 \cdot 1,2 = 1,824 \text{ ton}$$

$$\Sigma = 3,364 \text{ ton}$$

b) Gaya Hidrostatik (PW)

$$\begin{aligned}
 PW_2 &= \frac{1}{2} \cdot \gamma_w \cdot \Delta H^2 \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 1,0 \cdot 1,6^2 &= 1,280 \text{ ton} \\
 PW_3 &= \gamma_w \cdot H_o \cdot \Delta H \\
 &= 1,0 \cdot 2,86 \cdot 1,6 &= 4,576 \text{ ton} \\
 \hline
 \Sigma &= 5,856 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

c) Gaya Berat Air (GW)

$$\begin{aligned}
 GW_1 &= \frac{1}{2} \cdot 0,45 \cdot 0,255 \cdot 1 &= 0,570 \text{ ton} \\
 GW_2 &= 0,45 \cdot 1,945 \cdot 1 &= 0,875 \text{ ton} \\
 GW_3 &= \frac{1}{2} \cdot 2,305 \cdot 1,945 \cdot 1 &= 2,242 \text{ ton} \\
 GW_4 &= \frac{1}{2} \cdot 1,34 \cdot 2,305 \cdot 1 &= 1,544 \text{ ton} \\
 GW_5 &= \frac{1}{2} \cdot 1,045 \cdot 1,035 \cdot 1 &= 0,541 \text{ ton} \\
 GW_6 &= \frac{1}{2} \cdot 0,795 \cdot 0,66 \cdot 1 &= 0,262 \text{ ton} \\
 GW_7 &= \frac{1}{2} \cdot 0,795 \cdot 0,46 \cdot 1 &= 0,183 \text{ ton} \\
 \hline
 \Sigma &= 6,217 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.35 Gaya Yang Bekerja Pada Kondisi Air Banjir

Gaya	Jumlah (ton)
Gaya berat bendung	18,626
Gaya uplift pressure	3,364
Gaya hidrostatik	5,856
Gaya berat air	6,217
Gaya tekan sedimen	0,733
Gaya hidrodinamis karena gempa	0,130
Gaya horizontal akibat gempa	1,863
Gaya vertical akibat gempa	0,559

- Momen Tahanan (M_r)

Rumus : Momen = gaya yang bekerja . jarak horizontal terhadap titik guling

Tabel 4.36 Akibat Gaya Berat Air

Index	Gaya (ton)	Jarak (m)	Momen (ton . m)
M1	0.570	3.400	1.938
M2	0.875	3.325	2.909
M3	2.242	2.335	5.235
M4	1.544	1.565	2.416
M5	0.541	0.535	0.289
M6	0.262	0.270	0.071
M7	0.183	0.265	0.048
Σ			12.907

Tabel 4.37 Akibat Uplift Pressure

Index	Gaya (ton)	Jarak (m)	Momen (ton . m)
U F-G	0.118	3.05	0.360
U F-G'	0.885	3.22	2.850
U H-I	0.026	2.03	0.053
U H-I'	0.157	2.11	0.331
U J-K	0.043	1.50	0.065
U J-K'	0.139	1.60	0.222
U L-M	0.172	0.60	0.103
U L-M'	1.824	0.80	1.459
Σ			5.443

Tabel 4.38 Gaya Yang Bekerja Pada Tubuh Bendung Kondisi Air Normal

Tanpa Gempa			
Gaya Vertikal (ton)		Gaya horizontal (ton)	
Gaya Berat Bendung	18.626	Gaya Hidrostatik	1.280
Gaya Uplift Pressure	(-) 2.748	Gaya Tekan Sedimen	0.733
ΣV	15.878	ΣH	2.013

Dengan Gempa			
Gaya Vertikal (ton)		Gaya horizontal (ton)	
Gaya Berat Bendung	18.626	Gaya Hidrostatik	1.280
Gaya Uplift Pressure	(-) 2.748	Gaya Tekan Sedimen	0.733
Gempa Vertikal	0.559	Gaya Hidrodinamis	0.130
		Gempa Horizontal	1.863
ΣV	16.437	ΣH	4.006

Tabel 4.39 Gaya Yang Bekerja Pada Tubuh Bendung Kondisi Air Banjir

Tanpa Gempa			
Gaya Vertikal (ton)		Gaya horizontal (ton)	
Gaya Berat Bendung	18.626	Gaya Hidrostatik	5.856
Gaya Uplift Pressure	(-) 3.364	Gaya Tekan Sedimen	0.733
Gaya Berat Air	6,217		
ΣV	21.479	ΣH	6.589

Dengan Gempa			
Gaya Vertikal (ton)		Gaya horizontal (ton)	
Gaya Berat Bendung	18.626	Gaya Hidrostatik	5.856
Gaya Uplift Pressure	(-) 3.364	Gaya Tekan Sedimen	0.733
Gempa Vertikal	0.559	Gaya Hidrodinamis	0.130
Gaya Berat Air	6.217	Gempa Horizontal	1.863
ΣV	22.038	ΣH	8.582

Tabel 4.40 Perhitungan Stabilitas Bendung Kondisi Air Normal

Tanpa Gempa			
Gaya Vertikal (ton)		Gaya horizontal (ton)	
Gaya Berat Bendung	33.025	Gaya Hidrostatik	3.750
Gaya Uplift Pressure	(-) 6.183	Gaya Tekan Sedimen	2.148
ΣV	26.842	ΣH	5.898

Dengan Gempa			
Gaya Vertikal (ton)		Gaya horizontal (ton)	
Gaya Berat Bendung	33.025	Gaya Hidrostatik	3.750
Gaya Uplift Pressure	(-) 6.183	Gaya Tekan Sedimen	2.148
Gempa Vertikal	0.991	Gaya Hidrodinamis	0.381
		Gempa Horizontal	3.844
ΣV	27.833	ΣH	10.123

Tabel 4.41 Perhitungan Stabilitas Bendung Kondisi Air Banjir

Tanpa Gempa			
Gaya Vertikal (ton)		Gaya horizontal (ton)	
Gaya Berat Bendung	33.025	Gaya Hidrostatik	5.856
Gaya Uplift Pressure	(-) 5.443	Gaya Tekan Sedimen	2.148
Gaya Berat Air	12.781		
ΣV	40.489	ΣH	8.004

Dengan Gempa			
Gaya Vertikal (ton)		Gaya horizontal (ton)	
Gaya Berat Bendung	33.025	Gaya Hidrostatik	5.856
Gaya Uplift Pressure	(-) 5.443	Gaya Tekan Sedimen	2.148
Gempa Vertikal	0.991	Gaya Hidrodinamis	0.381
Gaya Berat Air	12.907	Gempa Horizontal	3.844
ΣV	41.480	ΣH	12.229

4.9 Kontrol Stabilitas Bendung

4.9.1 Kontrol Stabilitas Terhadap Guling

1 Kondisi Air Normal

- Tanpa Gempa

$$\begin{aligned} SF &= \frac{Mr}{Mo} \geq 1,5 \\ &= \frac{26,842}{5.898} \\ &= 4,551 \geq 1,5 \quad (\text{aman}) \end{aligned}$$

- Dengan Gempa

$$\begin{aligned} SF &= \frac{Mr}{Mo} \geq 1,5 \\ &= \frac{27.833}{10.123} \\ &= 2,749 \geq 1,5 \quad (\text{aman}) \end{aligned}$$

2 Kondisi Air Banjir

- Tanpa Gempa

$$\begin{aligned} SF &= \frac{Mr}{Mo} \geq 1,5 \\ &= \frac{40,489}{8.004} \\ &= 5,058 \geq 1,5 \quad (\text{aman}) \end{aligned}$$

- Dengan Gempa

$$\begin{aligned} SF &= \frac{Mr}{Mo} \geq 1,5 \\ &= \frac{41,480}{12.229} \\ &= 3,392 \geq 1,5 \quad (\text{aman}) \end{aligned}$$

4.9.2 Kontrol Stabilitas Terhadap Geser

1 Kondisi Air Normal

$$SF = \frac{c.L + F.\Sigma V}{\Sigma H}$$

Dimana :

c = kohesi pasir = 0

L = Panjang Bendung = 7,55

F = Koefisien Geser = 1,0

ΣV = Jumlah gaya geser vertical

ΣH = Jumlah gaya geser horizontal

- Tanpa Gempa

$$\begin{aligned} SF &= \frac{c.L + F.\Sigma V}{\Sigma H} \geq 1,5 \\ &= \frac{0 \cdot 7,55 + 1,0 \cdot 15.878}{2.013} \\ &= 7,888 \geq 1,5 \quad (\text{aman}) \end{aligned}$$

- Dengan Gempa

$$\begin{aligned} SF &= \frac{c.L + F.\Sigma V}{\Sigma H} \geq 1,5 \\ &= \frac{0 \cdot 7,55 + 1,0 \cdot 16.437}{4,006} \\ &= 4,103 \geq 1,5 \quad (\text{aman}) \end{aligned}$$

2 Kondisi Air Banjir

- Tanpa Gempa

$$\begin{aligned} SF &= \frac{c.L + F.\Sigma V}{\Sigma H} \geq 1,5 \\ &= \frac{0 \cdot 7,55 + 1,0 \cdot 21,479}{6.589} \\ &= 3,260 \geq 1,5 \quad (\text{aman}) \end{aligned}$$

- Dengan Gempa

$$\begin{aligned} SF &= \frac{c \cdot L + F \cdot \Sigma V}{\Sigma H} \geq 1,5 \\ &= \frac{0 \cdot 7,55 + 1,0 \cdot 22,038}{8,582} \\ &= 2,568 \geq 1,2 \quad (\text{aman}) \end{aligned}$$

4.9.3 Kontrol Stabilitas terhadap Daya Dukung Tanah

Pemeriksaan Eksentrisitas (e) :

$$e = \left| \frac{\Sigma M}{\Sigma V} - \frac{B}{2} \right| < \frac{1}{6} B$$

Syarat keamanan :

$$q_u = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right) < q_{ut}$$

Menghitung daya dukung tanah (q_{ut})

$$q_{ut} = 1,3 \cdot c \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0,4 \cdot B \cdot N_\gamma$$

Dimana : D_f = Kedalaman Pondasi Bendung = 0,6 m

B = Lebar Bendung = 7,8 m

Untuk tanah jenis pasir lepas dengan $\phi = 30^\circ$ didapat nilai koefisien :

$$N_c = 37,2$$

$$N_q = 22,5$$

$$N_\gamma = 20,0$$

$$\gamma = 1,9 \text{ t/m}^3$$

Maka :

$$\begin{aligned} q_{ut} &= (1,3 \cdot 0 \cdot 37,2) + (1,9 \cdot 0,6 \cdot 22,5) + (0,4 \cdot 3,55 \cdot 20,0) \\ &= 54,05 \text{ ton/m}^3 \end{aligned}$$

Daya dukung tanah yang diijinkan :

$$\bar{q}_{ut} = \frac{q_{ut}}{SF} = \frac{54,05}{1,5} = 36,033 \text{ ton/m}^2$$

1. Kondisi Air Normal

$$e = \left| \frac{26,842 - 5,898}{16,437} - \frac{3,55}{2} \right| < \frac{1}{6} 7,55 = 0,501 < 1,258$$

$$q_u = \frac{16,437}{3,55} \left(1 \pm \frac{6,0,501}{3,55} \right) < \bar{q}_{ut} = 36,033 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{maks} = \frac{16,437}{3,55} \left(1 + \frac{6,0,501}{3,55} \right) = 8,551 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{min} = \frac{16,437}{3,55} \left(1 - \frac{6,0,501}{3,55} \right) = 0,709 \text{ ton/m}^2$$

2. Kondisi Air Banjir

$$e = \left| \frac{40,489 - 8,004}{27,833} - \frac{3,55}{2} \right| < \frac{1}{6} 7,55 = 0,608 < 1,258$$

$$q_u = \frac{27,833}{3,55} \left(1 \pm \frac{6,0,608}{3,55} \right) < \bar{q}_{ut} = 36,033 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{maks} = \frac{27,833}{3,55} \left(1 + \frac{6,0,608}{3,55} \right) = 15,897 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{min} = \frac{27,833}{3,55} \left(1 - \frac{6,0,608}{3,55} \right) = 0,216 \text{ ton/m}^2$$

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa perhitungan perencanaan diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari analisa hidrologi didapat debit banjir rencana kala ulang 50 tahun sebesar $81.517401 \text{ m}^3/\text{det}$
2. Direncanakan dimensi bendung sebagai berikut :
 - Lebar bangunan bendung direncanakan yaitu 7,8 m.
 - Tinggi bangunan bendung direncanakan yaitu 1,6 m.
 - Panjang lantai kolam olakan yaitu 16 m dengan tebal lantai kolam olakan 0,4 m.
3. Dari analisa stabilitas tubuh bendung dengan perhitungan gaya-gaya yang bekerja maka dapat diketahui besarnya nilai keamanan pada beberapa keadaan.
 - **Kontrol stabilitas terhadap guling**
 - a. Kondisi Air Normal
$$\text{SF} = 2,506 - 4,126 \quad (\text{aman})$$
 - b. Kondisi Air banjir
$$\text{SF} = 3,026 - 4,491 \quad (\text{aman})$$
 - **Kontrol stabilitas terhadap geser**
 - a. Kondisi Air Normal
$$\text{SF} = 4,079 - 7,689 \quad (\text{aman})$$

b. Kondisi Air Banjir

$$SF = 2,441 - 3,059 \quad (\text{aman})$$

• **Kontrol stabilitas terhadap daya dukung tanah**

Syarat Keamanan

$$q_u = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right) < q_{ut}$$

$$\bar{q}_{ut} = \frac{q_{ut}}{SF} = \frac{56,335}{1,5} = 37,557 \text{ ton/m}^2$$

- Kondisi Air Normal

$$q_{maks} = 11,711 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{min} = (-) 2,652 \text{ ton/m}^2$$

- Kondisi Air Banjir

$$q_{maks} = 6,312 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{min} = (-) 5,402 \text{ ton/m}^2$$

5.1 Saran

Untuk merencanakan dimensi tubuh bendung sebaiknya diperhitungkan dari berbagai aspek yang dapat mempengaruhi proses pembangunan maupun manfaat dari bendung tersebut setelah dibangun. Aspek-aspek yang perlu diperhatikan tersebut antara lain aspek teknis dan aspek non teknis atau aspek sosial ekonomi. Pada kajian kami ini hanya dibahas dari segi teknisnya saja sedangkan aspek sosial ekonominya perlu juga diperhatikan demi kelancaran pembangunan dan memaksimalkan fungsi bendung tersebut agar bermanfaat bagi penduduk sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

- Mawardi, Erman. dan Memed, Moch. 2002. *Desain Hidraulik Bendung Tetap*. Alfabeta, cv. Bandung.
- Shahin, 1976. *Statistical Analysis in Hidrology*. Volume 2. Des Netherland, Edition 1
- Soemarto, CD. 1987. *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional, Surabaya.
- Sosrodarsono, Suyono. dan Takeda, Kenzaku. 1981. *Bendungan Type Urugan*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Sosrodarsono, Suyono. dan Nakazawa, Kazuto. 1983. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Sosrodarsono, Suyono. dan Takeda, Kenzaku. 2003. *Hidrologi untuk Pengairan*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Standart Perencanaan Irigasi 2010. *Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama (KP – 02)*.

LAMPIRAN

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Kupersembahkan Skripsi ini Teruntuk :

Yang Utama dari Segalanya...

Alhamdulillahirobbil'alamin

Segala Puji dan Syukur kupanjatkan kepada-Mu Ya Allah atas Rahmat dan Hidayah yang telah Engkau berikan serta dengan karunia-Mu Skripsi ini akhirnya dapat terselesaikan. Shalawat serta salam selalu terlimpahkan kehariban Rasulullah Muhammad SAW.

Ayah dan Ibu

Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga. Hanya bukti kecil ini yang masih bisa anakmu tunjukkan, sedangkan perjalanan hidup masih panjang untuk ditempuh. Terima kasih banyak atas doa – doa yang tiada hentinya untuk anakmu ini hingga saat ini. Disini adalah awal perjuangan anakmu ini dalam melanjutkan hidup yang sesungguhnya dan disinipun kumohon doa dan restu ayah dan ibu tetap selalu menyertai. Maafkan anakmu ini yang belum bisa membalas semua yang sudah ayah dan ibu berikan.

My Brother

Akhirnya adikmu ini lulus Mas, thank's mas buat dukungan dan bantuannya.

My Future (Afrilia Diana Fitri)

Thank's sayang udah selalu support sampai ngancem" biar cepet selesai skripsiku yang sempat tertunda ini dan makasih juga udah bantu ketik skripsiku.

Teman Seperjuangan (Cemara Corporation)

Sukses ya buat yang lulus barengan sama aku (Cahya, Ray & Tony)

Buat yang udah lulus duluan thank's rek udah selalu support kita"

(Janu, Lendi, Wika, Yogi, Yuda, Bambang, Anas, Taufik, Vidi, & Edo)

Buat yang belum lulus ayo rek semangat cepet nyusul (Adi, Arfan, Bylgi, Febri & Buyung)

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2005

NAMA STASIUN	ADVENT
Kode stasiun	1A
Lintang Selatan	
Bujur Timur	
Elevasi	401 m dpl

Wilayah Sungai	K SURAK	Kode Database	
Desa		Tahun pendirian	
Kecamatan	PURWODADI	Tipe Alat	
Kabupaten	PASURUAN	Pengelola	
		Biasa(MRG)	
		Pengaliran	

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	0	0	0	6	0	0	0	4	0	0	0	1
2	0	0	10	4	0	0	0	0	0	0	0	2
3	0	0	2	0	0	1	0	42	0	0	0	0
4	8	0	5	6	0	32	0	0	0	0	0	5
5	29	26	19	40	0	0	0	0	0	0	0	0
6	15	28	19	42	0	50	0	0	0	0	0	0
7	19	12	5	21	0	0	0	0	0	2	0	0
8	1	4	10	16	0	15	0	0	0	0	0	25
9	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	40
10	19	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11	0	1	4	9	0	0	0	0	0	0	97	0
12	47	15	0	56	0	0	0	0	0	0	0	8
13	0	3	32	13	0	0	0	0	0	0	0	28
14	0	40	17	11	0	0	0	0	0	0	0	18
15	2	3	14	3	0	0	0	0	0	0	0	80
16	0	0	24	2	0	46	0	0	0	0	0	46
17	68	4	0	7	0	0	0	0	0	1	0	63
18	15	10	11	1	0	0	0	0	0	0	0	51
19	59	8	0	3	0	0	0	0	0	1	0	19
20	1	0	40	3	0	0	0	0	0	40	0	2
21	5	3	3	0	0	64	0	0	0	3	0	43
22	0	5	3	35	0	16	0	0	0	1	7	35
23	0	30	0	0	0	3	0	0	0	0	0	23
24	0	17	3	0	0	0	0	0	0	0	7	5
25	0	5	16	0	0	12	0	0	0	0	0	13
26	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
27	48	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0	22
28	56	0	10	0	0	8	0	0	0	31	0	5
29	4	4	6	10	0	7	0	0	0	0	5	28
30	108	5	5	15	0	0	0	0	0	2	0	38
31	0		0		0		0	0		0	0	8
BULANAN	506	220	266	303	0	254	0	46	36	48	116	612
Periode 1	91	70	78	135	0	98	0	46	0	2	0	75
Periode 2	192	84	142	108	0	46	0	0	0	42	97	315
Periode 3	223	66	46	60	0	110	0	0	36	4	19	222
Maksimum	108	40	40	56	0	64	0	42	31	40	97	80
Hari Hujan	18	19	23	20	0	11	0	2	3	6	4	26

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2006

NAMA STASIUN	ADVENT
Kode stasiun	1A
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	401 m dpl

Wilayah Sungai	K.SURAK	Kode Database	
Desa	0	Tahun pendirian	
Kecamatan	PURWODADI	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	PASURUAN	Pengelola	Pengairan

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	40	12	5	42	5	0	0	0	0	0	0	0
2	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
3	44	3	47	0	40	0	0	0	0	0	0	0
4	45	0	3	0	8	0	0	0	0	0	0	0
5	6	0	15	4	0	0	0	0	0	0	0	0
6	5	44	7	0	55	0	0	0	0	0	0	0
7	19	0	10	4	13	0	0	0	0	0	0	0
8	19	0	2	3	66	0	0	0	0	0	0	0
9	39	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
10	42	1	3	42	6	0	0	0	0	0	0	8
11	51	38	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0
12	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	2	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	12	0	25	0	0	0	0	0	0	0	6
15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	8	12	53	0	0	0	0	0	0	0	0	11
18	15	5	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0
19	3	5	3	5	0	0	0	0	0	0	0	10
20	0	55	55	24	0	0	0	0	0	0	0	6
21	0	5	128	0	10	0	0	0	0	0	0	0
22	0	4	18	2	70	0	0	0	0	0	19	15
23	0	8	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0
24	12	30	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0
25	54	36	0	0	7	0	0	0	0	0	7	0
26	0	15	0	0	50	0	0	0	0	0	0	88
27	2	11	0	0	15	0	0	0	0	0	1	29
28	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	11
29	1		0	0	22	0	0	0	0	0	0	117
30	12		0	30	5	0	0	0	0	0	0	35
31	10		0		0		0	0		0		16
BULANAN	450	363	354	265	383	0	0	0	0	0	27	360
Periode 1	261	70	92	95	196	0	0	0	0	0	0	16
Periode 2	96	184	111	105	5	0	0	0	0	0	0	33
Periode 3	93	109	151	65	182	0	0	0	0	0	27	311
Maksimum	54	55	128	50	70	0	0	0	0	0	19	117
Hari Hujan	24	21	14	14	17	0	0	0	0	0	3	13

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2007

NAMA STASIUN	ADVENT
Kode stasiun	1A
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	401 m dpl

Wilayah Sungai	K.SURAK	Kode Database	
Desa	0	Tahun pendirian	
Kecamatan	PURWODADI	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	PASURUAN	Pengelola	Pengairan

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	3	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0
2	3	2	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	6	4	0	51	0	0	0	0	0	0	31	0
4	0	5	0	25	0	15	0	0	0	0	66	0
5	0	25	0	3	0	0	0	0	0	0	22	0
6	0	6	12	2	0	0	0	0	0	0	2	0
7	0	10	14	0	0	0	0	0	0	0	2	0
8	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	11	7	32	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	21	0	16	0	0	0	0	0	0	0	2
12	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	15	25
13	0	0	3	78	0	0	0	0	0	0	10	25
14	0	0	5	3	0	0	0	0	0	0	27	5
15	0	0	6	39	0	0	0	0	0	0	17	0
16	0	11	7	10	0	0	0	0	0	0	7	0
17	0	34	49	7	7	0	0	0	0	0	0	32
18	53	10	0	55	25	0	0	0	0	0	37	48
19	2	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	7
20	1	3	13	32	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	8	0	7	0	0	0	0	0	0	0	7
22	33	10	3	10	23	0	0	0	0	0	0	16
23	11	0	11	0	38	0	0	0	0	0	0	0
24	0	14	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	10	0	7	0	0	0	0	0	0	0	14
26	0	55	3	6	0	0	0	0	0	0	0	37
27	0	7	43	10	0	0	0	0	0	0	0	36
28	10	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	13
29	20		0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
30	0		7	0	3	0	0	0	0	0	0	4
31	0		82		57		0	0		0		0
BULANAN	139	261	313	455	153	38	0	0	0	0	236	276
Periode 1	9	66	76	113	0	38	0	0	0	0	123	0
Periode 2	56	91	83	277	32	0	0	0	0	0	113	144
Periode 3	74	104	154	65	121	0	0	0	0	0	0	132
Maksimum	53	55	82	78	57	23	0	0	0	0	66	48
Hari Hujan	9	20	19	20	6	2	0	0	0	0	11	15

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2008

NAMA STASIUN	ADVENT
Kode stasiun	1A
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	401 m dpl

Wilayah Sungai	K.SURAK	Kode Database	
Desa	0	Tahun pendirian	
Kecamatan	PURWODADI	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	PASURUAN	Pengelola	Pengairan

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	9	0	12	5	0	0	0	0	0	0	19	0
2	3	12	7	0	0	0	0	0	0	0	0	4
3	0	25	17	2	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	15	0	4	0	0	0	0	0	0	4	3
5	17	20	22	21	0	0	0	0	0	0	2	0
6	9	25	67	0	0	0	0	0	0	0	9	14
7	0	5	30	39	0	0	0	0	0	0	0	0
8	47	17	24	3	0	0	0	0	0	0	0	7
9	0	6	10	0	0	0	0	0	0	30	15	19
10	0	0	66	59	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	6
12	64	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	21
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	14
14	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	60
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
17	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	25	0
18	15	0	9	0	0	0	0	0	0	0	4	3
19	14	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	2
20	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	13	4
21	12	0	33	0	0	0	0	0	0	0	23	4
22	15	0	30	16	0	0	0	0	0	0	31	7
23	14	0	0	28	0	0	0	0	0	0	13	0
24	0	13	86	0	0	0	0	0	0	0	9	0
25	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
26	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0
27	27	20	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	20	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	7	22	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	21		30	0	0	0	0	0	0	0	12	0
31	115		0		0		0		0			0
BULANAN	411	296	517	177	0	0	0	4	0	30	207	179
Periode 1	87	125	255	133	0	0	0	0	0	30	49	47
Periode 2	93	0	64	0	0	0	0	4	0	0	56	121
Periode 3	231	171	198	44	0	0	0	0	0	0	102	11
Maksimum	115	63	86	59	0	0	0	4	0	30	31	60
Hari Hujan	17	14	21	9	0	0	0	1	0	1	17	15

TANGGAL		JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
B U L A N (mm)													
1	44	12	0	10	15	15	5	0	0	0	0	0	0
2	32	80	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	36	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	3	20	0	0	5	3	0	0	0	0	0
5	0	2	36	13	0	0	32	0	0	0	0	0	10
6	2	15	20	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	6	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	7	3	5	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0
10	0	0	7	0	0	17	7	0	0	0	0	0	15
11	0	0	3	0	10	5	0	0	0	0	0	0	0
12	0	4	2	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0
13	20	17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	20	0	0	20	7	0	0	0	0	0	0	0	73
15	5	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	20	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	6
17	10	22	0	34	21	0	0	0	0	0	0	0	5
18	0	5	0	7	3	0	0	0	0	0	0	0	10
19	12	2	0	10	12	0	0	0	0	22	0	0	0
20	11	98	0	17	3	0	0	0	0	0	0	0	25
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
23	0	3	15	2	67	0	0	0	0	0	0	0	0
24	6	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
25	40	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
26	30	9	0	0	0	37	0	0	0	0	0	42	5
27	30	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
28	7	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	25	10
29	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
31	66	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
BULANAN	383	442	142	156	260	109	3	47	0	92	231	0	0
Periode 1	94	149	112	66	55	69	3	0	0	0	25	0	0
Periode 2	95	153	5	88	61	40	0	47	0	0	119	0	0
Periode 3	194	140	25	2	144	0	0	0	0	0	87	92	0
Maksimum	66	98	41	34	67	35	3	25	0	0	73	42	0
Hari Hujan	21	20	10	11	14	7	1	2	0	0	12	5	0

NAMA STASIUN	ADVENT
Kode stasiun	1A
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	401 m dpi
Wilayah Sungai	KSURAK
Desa	0
Kecamatan	PURWODADI
Kabupaten	PASURUAN
Kode Database	Tahun pendirian
	Tipe Alat
	Pengelola
	Biasa(MRG)
	Pengaliran

DATA CURAH HUJAN HARIAN Tahun 2009

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2010

NAMA STASIUN	ADVENT
Kode stasiun	1A
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	401 m dpl

Wilayah Sungai	K.SURAK	Kode Database	
Desa	0	Tahun pendirian	
Kecamatan	PURWODADI	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	PASURUAN	Pengelola	Pengairan

TANGGAL	BULAN (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	15	15	3	25	0	25	0	0	0	0	20	0
2	30	5	24	5	0	3	0	0	0	15	15	51
3	0	0	35	39	9	8	0	0	15	0	17	7
4	0	3	5	9	3	0	0	0	0	5	0	5
5	0	30	38	15	7	0	7	5	0	0	0	7
6	55	5	24	0	5	25	4	20	36	0	85	19
7	7	26	5	2	0	0	0	0	15	18	35	39
8	3	5	7	1	5	0	0	0	0	83	27	8
9	27	67	3	0	3	6	0	0	0	0	0	5
10	73	0	30	0	80	5	0	0	0	23	0	7
11	0	28	0	3	8	45	11	0	0	0	0	11
12	5	24	30	45	82	0	0	0	26	0	0	6
13	25	28	0	0	14	0	0	0	13	0	0	3
14	52	24	0	46	5	0	15	0	0	0	0	5
15	14	34	3	0	10	40	0	69	0	31	0	7
16	7	24	2	0	9	0	0	0	0	15	0	13
17	12	0	0	19	4	30	0	0	20	0	0	0
18	0	3	3	12	0	38	0	0	0	25	0	6
19	0	4	28	13	0	0	0	0	10	0	0	12
20	16	3	0	0	2	0	0	0	15	0	0	3
21	4	37	0	0	0	0	0	0	50	7	50	15
22	14	0	0	0	3	0	0	17	0	20	45	5
23	0	41	8	21	15	0	0	0	35	0	16	7
24	65	5	0	15	5	0	0	0	20	21	0	0
25	6	38	0	24	35	0	0	27	0	0	0	0
26	10	60	40	62	5	0	20	0	0	0	5	0
27	15	3	5	0	15	0	0	0	0	0	0	0
28	25	5	25	29	0	0	130	0	0	0	0	0
29	15		30	14	9	0	0	0	0	0	0	2
30	5		15	0	0	0	0	0	0	5	32	5
31	36		0		0		0			5		0
BULANAN	536	517	363	399	333	225	187	138	255	273	347	248
Periode 1	210	156	174	96	112	72	11	25	66	144	199	148
Periode 2	131	172	66	138	134	153	26	69	84	71	0	66
Periode 3	195	189	123	165	87	0	150	44	105	58	148	34
Maksimum	73	67	40	62	82	45	130	69	50	83	85	51
Hari Hujan	24	24	21	19	22	10	6	5	11	13	11	23

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2011

NAMA STASIUN	ADVENT
Kode stasiun	1A
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	401 m dpl

Wilayah Sungai	K.SURAK	Kode Database	
Desa	0	Tahun pendirian	
Kecamatan	PURWODADI	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	PASURUAN	Pengelola	Pengairan

TANGGAL	BULAN (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	36	13	7	30	0	0	0	0	0	0	0	12
2	0	45	0	0	75	0	0	0	0	0	0	0
3	35	25	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0
4	0	45	0	5	20	0	0	0	0	0	0	46
5	0	0	5	0	15	0	0	0	0	0	37	0
6	16	0	100	0	83	0	0	0	0	0	14	8
7	7	0	25	3	10	0	0	0	0	0	0	3
8	15	0	20	0	0	0	0	0	0	0	40	0
9	5	0	55	5	15	0	0	0	0	0	28	0
10	98	25	8	30	3	0	0	0	0	0	2	13
11	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	3	0
12	0	0	15	8	0	0	0	0	0	0	0	3
13	0	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0	15
14	0	15	5	29	0	0	0	0	0	0	5	0
15	0	25	0	36	21	0	0	0	0	0	50	25
16	0	0	0	57	36	0	0	0	0	0	0	5
17	0	0	42	0	60	0	0	0	0	0	0	0
18	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
19	5	3	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0
20	25	0	0	29	0	0	0	0	0	0	10	2
21	15	5	0	15	0	0	0	0	0	0	7	5
22	8	0	20	5	0	0	0	0	0	0	30	13
23	10	0	15	20	0	0	0	0	0	0	22	34
24	35	4	12	18	0	0	0	0	0	0	46	0
25	40	0	5	3	0	0	0	0	0	0	48	80
26	15	25	0	6	0	0	0	0	0	0	0	91
27	19	6	16	0	0	0	0	0	0	0	0	3
28	50	15	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0		13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	15		15	0	0	0	0	0	0	0	12	0
31	5		7		0		0	0		54		0
BULANAN	461	251	417	384	353	0	0	0	0	54	354	368
Periode 1	212	153	220	73	236	0	0	0	0	0	121	82
Periode 2	37	43	68	244	117	0	0	0	0	0	68	60
Periode 3	212	55	129	67	0	0	0	0	0	54	165	226
Maksimum	98	45	100	60	83	0	0	0	0	54	50	91
Hari Hujan	20	13	20	19	11	0	0	0	0	1	15	17

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2012

NAMA STASIUN	ADVENT
Kode stasiun	1A
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	401 m dpl

Wilayah Sungai	K.SURAK	Kode Database	
Desa	0	Tahun pendirian	
Kecamatan	PURWODADI	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	PASURUAN	Pengelola	Pengairan

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	6	46	2	0	21	5	0	0	0	0	0	0
2	86	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
4	7	27	0	30	0	0	0	0	0	0	15	0
5	15	8	17	48	5	0	0	0	0	0	8	26
6	8	5	5	0	25	8	0	0	0	0	0	0
7	5	27	16	87	0	0	0	0	0	0	0	0
8	15	14	13	0	76	5	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0
10	16	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	15	69
13	3	18	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0
14	0	9	15	0	0	0	0	0	0	0	12	53
15	7	0	5	0	15	0	0	0	0	0	0	0
16	10	0	0	5	0	0	0	0	0	0	5	47
17	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
18	0	0	15	0	0	0	0	0	0	7	0	12
19	4	15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	12
20	10	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
21	0	8	3	0	19	0	0	0	0	0	0	0
22	12	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	3	0	0	20	0	0	0	0	0	0	65	3
24	0	23	8	0	0	0	0	0	0	0	0	5
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
26	0	15	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	34	25	45	0	0	0	0	0	0	0	15
28	0	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90
29	15	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
30	18		0	13	0	0	0	0	0	0	15	0
31	3		0		0		0		0			20
BULANAN	246	481	194	263	168	30	0	0	0	21	150	403
Periode 1	158	203	104	165	127	30	0	0	0	0	23	37
Periode 2	37	92	41	5	15	0	0	0	0	21	42	233
Periode 3	51	186	49	93	26	0	0	0	0	0	85	133
Maksimum	86	106	51	87	76	12	0	0	0	14	65	90
Hari Hujan	19	18	15	8	7	4	0	0	0	2	10	15

DATA CURAH HUJAN HARIAN
 Tahun 2013

NAMA STASION
 Kode stasion
 Lintang Selatan
 Bujur Timur
 Elevasi

ADVENT
 1A
 0
 0
 401 m dpl

Wilayah Sungai
 K.SURAK
 Desa
 0
 Kecamatan
 PURWODADI
 Kabupaten
 PASURUAN

Tahun pendirian
 Kode Database
 Tipe Alat
 Pengelola

Biasa(MRG)
 Pengaliran

TANGGAL	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	45	19	0	15	0	35	0	0	0	0	0	0
2	0	22	5	12	0	12	0	0	0	0	0	0
3	0	20	0	7	0	15	0	0	0	0	0	8
4	0	22	5	9	0	9	5	0	0	0	0	0
5	23	0	8	0	0	14	15	0	0	0	0	36
6	20	0	0	15	0	9	0	0	0	15	0	15
7	18	0	0	0	0	35	15	0	0	6	0	38
8	0	0	0	20	0	15	0	0	0	55	0	7
9	0	0	40	25	0	22	0	0	0	0	0	5
10	0	0	9	7	0	10	45	0	0	0	0	0
11	0	20	0	0	0	8	8	0	0	0	0	5
12	5	9	0	0	0	5	8	0	0	0	0	105
13	0	37	8	17	0	30	30	0	0	0	12	0
14	9	5	40	0	5	15	15	0	0	0	0	36
15	7	40	15	4	0	0	30	0	0	0	0	63
16	12	9	22	29	0	5	0	0	0	0	3	40
17	0	7	15	55	55	39	0	0	0	0	18	25
18	0	0	12	8	0	0	0	0	0	0	40	15
19	0	0	0	20	15	15	15	0	0	0	53	12
20	25	0	0	0	15	0	0	0	0	0	55	15
21	5	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	5
22	5	5	20	7	0	0	5	0	0	0	0	8
23	52	40	0	0	0	0	0	0	0	15	0	9
24	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2
25	12	7	0	2	0	0	0	0	0	0	25	3
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	4	7	20	0	9	0	0	0	0	0	18	0
28	3	12	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0
29	20	0	0	0	0	97	0	0	0	0	0	0
30	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	385	483
BULANAN	285	261	271	252	99	387	161	0	0	0	91	385
Periode 1	106	83	67	110	0	176	65	0	0	0	76	0
Periode 2	58	107	132	133	90	64	91	0	0	0	181	109
Periode 3	121	71	72	9	9	147	5	0	0	15	204	58
Maksimum	52	40	40	55	55	97	45	0	0	55	90	105
Hari Hujan	17	15	16	16	5	17	9	0	0	4	11	21

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2014

NAMA STASIUN	ADVENT
Kode stasiun	1A
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi :	401 m dpl

Wilayah Sungai	K.SURAK	Kode Database	
Desa	0	Tahun pendirian	
Kecamatan	PURWODADI	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	PASURUAN	Pengelola	Pengairan

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	5	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	4
4	120	15	26	0	0	8	0	0	0	0	0	16
5	48	0	0	12	8	0	0	0	0	0	0	0
6	32	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	14
7	5	10	6	15	23	0	0	0	0	0	0	0
8	11	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	11
9	6	13	5	45	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	15	6	0	0	0	0	0	0	0	0
11	2	5	7	11	0	0	0	0	0	0	32	4
12	0	0	9	4	0	0	0	0	0	0	0	7
13	31	0	3	3	8	0	0	0	0	0	0	38
14	24	30	52	57	63	0	5	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	5	14	0	0	21	0	0	0	0	0	0
17	0	45	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0
18	0	20	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
19	0	24	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	19	5	15	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	39	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0
23	3	26	5	18	0	0	0	0	0	0	0	0
24	5	15	16	46	0	15	0	0	0	0	3	0
25	9	7	0	5	5	0	0	0	0	0	12	0
26	23	5	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0
27	0	10	0	0	0	8	0	0	0	0	1	0
28	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
29	49		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	24		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	6		0		0		0	0		0		0
BULANAN	428	308	209	240	144	90	17	0	0	0	53	94
Periode 1	227	58	80	78	31	8	12	0	0	0	0	45
Periode 2	57	148	96	90	71	59	5	0	0	0	32	49
Periode 3	144	102	33	72	42	23	0	0	0	0	21	0
Maksimum	120	45	52	57	63	32	12	0	0	0	32	38
Hari Hujan	18	18	17	13	6	6	2	0	0	0	5	7

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2005

NAMA STASIUN	PURWOSARI
Kode stasiun	2A
Lintang Selatan	
Bujur Timur	
Elevasi	285 m dpl

Wilayah Sungai	K.SURAK	Kode Database	
Desa		Tahun pendirian	
Kecamatan	PURWOSARI	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	PASURUAN	Pengelola	Pengairan

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	0	0	9	4	0	0	0	0	0	0	77
2	0	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	9	4	0	0	0	0	95	0	0	0	20
4	10	6	14	18	0	20	0	0	0	0	0	3
5	13	0	38	29	0	0	0	0	0	0	2	0
6	53	3	27	40	0	37	5	0	0	0	0	0
7	4	0	9	17	12	0	0	0	0	0	0	0
8	2	0	7	24	0	0	0	0	0	0	0	17
9	0	12	0	2	0	0	0	0	0	0	0	8
10	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	3	14	0	0	0	3	0	0	23	0
12	30	27	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0
13	8	0	40	22	0	0	0	0	0	0	0	10
14	5	25	23	12	0	0	0	45	0	0	0	3
15	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	34
16	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	28
17	30	12	0	0	0	0	0	0	0	6	0	47
18	14	7	0	8	0	0	0	23	0	3	0	9
19	20	0	0	0	0	27	0	0	0	4	0	10
20	0	0	13	0	0	0	0	0	0	16	7	8
21	48	7	0	0	0	82	0	0	0	0	0	34
22	0	17	0	22	0	9	0	0	0	5	0	22
23	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
24	0	2	6	0	0	0	0	0	0	0	48	0
25	2	25	27	0	0	0	0	0	0	0	0	21
26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
27	21	2	0	0	0	0	0	0	7	0	0	44
28	42	0	6	0	0	7	0	0	7	0	0	41
29	0		3	4	0	0	0	0	6	0	13	41
30	60		5	0	0	0	0	0	0	0	0	48
31	0		0		0		0	0		0		16
BULANAN	395	156	254	261	16	182	5	166	20	34	93	555
Periode 1	113	30	123	139	16	57	5	95	0	0	2	125
Periode 2	107	71	84	96	0	27	0	71	0	29	30	149
Periode 3	175	55	47	26	0	98	0	0	20	5	61	281
Maksimum	60	27	40	40	12	82	5	95	7	16	48	77
Hari Hujan	18	14	17	15	2	6	1	4	3	5	5	23

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2006

NAMA STASIUN	PURWOSARI
Kode stasiun	2A
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	285 m dpl

Wilayah Sungai	K.SURAK	Kode Database	
Desa	0	Tahun pendirian	
Kecamatan	PURWOSARI	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	PASURUAN	Pengelola	Pengairan

TANGGAL	BULAN (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	21	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	59	4	24	0	15	0	0	0	0	0	0	0
4	31	0	0	0	11	0	0	0	0	2	0	0
5	20	47	22	8	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	27	6	0	23	0	0	0	0	0	0	0
7	27	0	24	7	25	0	0	0	0	0	0	0
8	28	0	9	25	46	0	0	0	0	0	7	0
9	29	23	0	10	3	0	0	0	0	0	0	0
10	60	0	47	15	12	0	0	0	0	0	0	22
11	42	19	0	20	11	0	0	0	0	0	0	10
12	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	2	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	20	3	12	0	0	0	0	0	0	0	11
15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	18	15	47	0	0	0	0	0	0	0	0	5
18	23	4	0	36	0	0	0	0	0	0	0	3
19	0	2	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	3	44	25	3	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	75	0	33	0	0	0	0	0	0	0
22	0	4	33	0	17	0	0	0	0	0	0	70
23	0	14	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
24	7	17	0	19	0	0	0	0	0	0	0	6
25	50	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	5	11	0	35	0	0	0	0	0	0	95
27	20	9	3	0	8	0	0	0	0	0	0	134
28	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	37
29	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	75
30	18		21	68	0	0	0	0	0	0	0	41
31	10		0		0		0	0		0		3
BULANAN	488	337	427	223	242	0	0	0	0	2	7	512
Periode 1	280	122	141	65	135	0	0	0	0	2	7	22
Periode 2	103	143	98	71	11	0	0	0	0	0	0	29
Periode 3	105	72	188	87	96	0	0	0	0	0	0	461
Maksimum	60	47	75	68	46	0	0	0	0	2	7	134
Hari Hujan	22	20	17	11	13	0	0	0	0	1	1	13

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2007

NAMA STASIUN	PURWOSARI
Kode stasiun	2A
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	285 m dpl

Wilayah Sungai	K.SURAK	Kode Database	
Desa	0	Tahun pendirian	
Kecamatan	PURWOSARI	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	PASURUAN	Pengelola	Pengairan

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	15	0
4	0	9	0	41	0	12	0	0	0	0	15	70
5	0	30	4	12	0	60	0	0	0	0	2	12
6	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	10	0	0	7	0	0	0	0	0	0
10	0	8	5	20	0	0	0	0	0	0	0	4
11	0	36	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	3	11
13	0	5	0	30	0	0	0	0	0	0	3	30
14	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	13	10	0	0	0	0	0	0	21	0
16	0	6	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	4	0	0	25	0	0	0	0	0	0	6
18	17	0	0	48	5	9	0	0	0	0	11	50
19	0	0	28	22	0	0	0	0	0	0	0	4
20	0	3	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	2	2	22	18	0	0	0	0	0	0	20
23	4	50	18	0	15	0	0	0	0	0	3	0
24	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	4
25	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0
26	0	38	25	3	0	0	0	0	0	0	0	45
27	0	13	25	6	0	0	0	0	0	0	2	17
28	0	5	14	3	0	0	0	0	0	0	0	3
29	41		0	0	0	6	0	0	0	0	0	3
30	0		6	0	4	0	0	0	0	0	0	4
31	0		28		57		0	0		0		5
BULANAN	73	262	251	269	124	100	0	0	0	0	75	288
Periode 1	0	66	47	119	0	79	0	0	0	0	32	86
Periode 2	17	84	79	116	30	9	0	0	0	0	38	101
Periode 3	56	112	125	34	94	12	0	0	0	0	5	101
Maksimum	41	50	28	48	57	60	0	0	0	0	21	70
Hari Hujan	4	17	21	15	6	6	0	0	0	0	9	16

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2008

NAMA STASIUN	PURWOSARI
Kode stasiun	2A
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	285 m dpl

Wilayah Sungai	K.SURAK	Kode Database	
Desa	0	Tahun pendirian	
Kecamatan	PURWOSARI	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	PASURUAN	Pengelola	Pengairan

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0
2	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
3	0	17	40	5	0	0	0	0	0	0	0	18
4	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	17	10	0	30	0	0	0	0	0	0	9	33
6	3	7	40	7	0	0	0	0	0	0	8	0
7	0	3	11	35	0	0	0	0	0	0	0	0
8	122	15	0	2	0	0	0	0	0	0	19	28
9	0	6	4	0	0	0	0	0	0	14	0	32
10	0	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	4
11	0	13	47	0	0	0	0	0	0	0	1	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	15
14	0	0	3	0	0	0	0	5	0	0	0	38
15	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	25
17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	7
18	22	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
20	25	0	35	0	0	0	0	0	0	0	14	0
21	19	0	33	0	0	0	0	0	0	0	28	19
22	6	0	18	0	0	0	0	0	0	0	30	15
23	18	0	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	48	0
25	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	4
28	31	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	9	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	17		0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
31	149		0		0		0	0		0		0
BULANAN	463	258	357	126	0	0	0	5	0	14	229	276
Periode 1	165	100	160	79	0	0	0	0	0	14	69	130
Periode 2	49	18	88	0	0	0	0	5	0	0	54	99
Periode 3	249	140	109	47	0	0	0	0	0	0	106	47
Maksimum	149	47	65	47	0	0	0	5	0	14	48	38
Hari Hujan	14	14	13	6	0	0	0	1	0	1	15	15

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2009

NAMA STASIUN	PURWOSARI
Kode stasiun	2A
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	285 m dpl

Wilayah Sungai	K.SURAK	Kode Database	
Desa	0	Tahun pendirian	
Kecamatan	PURWOSARI	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	PASURUAN	Pengelola	Pengairan

TANGGAL	BULAN (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	5	5	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	23	75	0	47	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	27	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	4	14	5	0	5	0	0	0	0	0	0
5	0	3	30	10	0	25	0	0	0	0	0	0
6	2	25	24	35	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	2	16	0	0	0	0	0	0
10	2	0	0	0	4	20	0	0	0	0	0	49
11	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
12	25	2	0	0	16	15	0	0	0	0	0	10
13	11	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	29
15	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	68	25	0	2	0	0	0	40	0	0	0
17	3	17	0	15	4	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
19	20	2	4	0	25	0	0	0	0	0	0	0
20	23	53	0	15	5	0	0	0	0	0	0	2
21	0	0	55	17	0	0	0	0	0	0	0	0
22	9	0	0	0	60	0	0	0	0	0	44	0
23	4	15	38	0	10	0	0	0	0	0	0	0
24	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2
25	65	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
26	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	6
27	2	2	0	0	15	0	0	0	0	0	0	2
28	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
29	3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
30	5		0	0	0	0	0	0	0	0	6	64
31	75		10		0		0	0		0		27
BULANAN	308	350	297	146	159	81	0	0	40	0	72	214
Periode 1	57	139	161	97	6	66	0	0	0	0	0	49
Periode 2	84	152	33	32	68	15	0	0	40	0	0	41
Periode 3	167	59	103	17	85	0	0	0	0	0	72	124
Maksimum	75	75	55	47	60	25	0	0	40	0	44	64
Hari Hujan	20	17	12	8	12	5	0	0	1	0	4	12

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2010

NAMA STASIUN	PURWOSARI
Kode stasiun	2A
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	285 m dpl

Wilayah Sungai	K.SURAK	Kode Database	
Desa	0	Tahun pendirian	
Kecamatan	PURWOSARI	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	PASURUAN	Pengelola	Pengairan

TANGGAL	BULAN (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	2	22	5	0	0	50	0	0	0	0	0	0
2	35	0	8	5	0	0	0	0	0	0	8	68
3	0	2	39	10	0	35	0	0	22	0	0	32
4	0	5	14	12	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	20	72	20	23	15	10	8	0	0	7	68
6	32	7	42	0	0	25	0	3	10	0	55	21
7	0	0	2	12	0	0	0	0	0	40	0	48
8	3	7	13	30	0	2	0	0	0	0	20	20
9	25	20	0	10	0	9	0	0	0	0	21	0
10	66	0	72	10	50	0	0	0	0	32	34	0
11	0	25	0	25	8	15	0	0	0	0	0	0
12	6	0	0	65	75	0	5	0	50	4	0	27
13	17	4	0	7	0	0	0	0	0	0	0	7
14	31	40	4	4	10	12	30	0	41	8	0	5
15	0	25	2	2	8	7	0	28	0	40	0	5
16	2	38	3	3	12	0	0	0	0	0	0	0
17	4	0	0	5	7	5	0	0	75	0	0	0
18	0	7	4	0	0	0	0	0	0	11	0	0
19	0	6	0	25	6	0	0	0	0	0	0	40
20	47	0	2	4	4	0	0	0	2	7	0	37
21	6	23	4	6	2	0	0	0	17	0	0	48
22	75	13	0	0	10	0	0	10	0	0	35	0
23	0	4	25	4	0	0	0	0	0	8	6	22
24	40	0	17	5	4	0	0	0	10	12	0	4
25	5	30	0	70	0	0	0	32	0	0	0	0
26	25	47	0	25	3	0	22	0	8	0	0	5
27	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	25	10	4	0	125	0	0	8	0	0
29	0		35	60	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0		2	3	0	0	0	0	0	0	11	0
31	22		0		5		0	0		10		0
BULANAN	443	345	430	432	231	175	192	81	235	180	197	457
Periode 1	163	83	267	109	73	136	10	11	32	72	145	257
Periode 2	107	145	15	140	130	39	35	28	168	70	0	121
Periode 3	173	117	148	183	28	0	147	42	35	38	52	79
Maksimum	75	47	72	70	75	50	125	32	75	40	55	68
Hari Hujan	18	19	21	25	16	10	5	5	9	11	9	16

DATA CURAH HUJAN HARIAN
Tahun 2011

NAMA STASIUN Lintang Selatan
 Kode stasiun Lintang Selatan
 Bujur Timur
 Elevasi
PURWOSARI 2A
 0
 285 m dpl

Wilayah Sungai K.SURAK
 Desa 0
 Kecamatan PURWOSARI
 Kabupaten PASURUAN
 Kode Database Tahun pendirian
 Tipe Alat Pengelola
 Biasa(MRG)
 Pengaliran

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	42	45	20	37	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	10	4	0	17	3	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	25	0
6	0	3	75	0	0	0	0	0	0	0	0	20
7	0	0	6	10	67	0	0	0	0	0	25	0
8	11	11	14	0	0	0	0	0	0	0	50	10
9	0	0	8	0	17	0	0	0	0	0	35	0
10	25	40	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0
11	4	5	0	78	7	0	0	0	0	0	0	0
12	0	2	6	40	0	0	0	0	0	0	0	7
13	4	10	0	0	2	0	0	0	0	0	0	40
14	0	6	0	20	0	0	0	0	0	5	0	0
15	4	0	0	55	30	0	0	0	10	15	30	0
16	5	5	75	45	0	0	0	0	0	0	38	5
17	8	0	0	15	40	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	43	7	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
21	25	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	8	0	0	0	0	0	0	20	0	1	0
23	5	0	5	67	0	0	0	0	0	0	34	27
24	10	20	50	23	0	0	0	0	0	25	0	0
25	40	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	7	0	0	35	0	0	0	0	0	4	0	0
27	0	12	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	125	7	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0
29	0	0	22	0	0	30	0	0	0	0	0	0
30	40	27	0	0	57	0	0	0	0	0	0	0
31	0	15	0	0	0	0	0	0	34	0	0	0
BULANAN	423	192	402	499	211	87	0	0	30	34	275	264
Periode 1	92	103	138	104	132	0	0	0	0	0	135	86
Periode 2	79	35	121	253	79	0	0	0	10	0	58	117
Periode 3	252	54	143	142	87	0	0	0	20	34	82	61
Maksimum	125	45	75	78	67	57	0	0	20	34	50	56
Hari Hujan	19	16	17	14	8	2	0	0	2	1	12	10

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	7	45	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0
2	63	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	30	62	0	0	0	0	0	0	0	0	10
4	37	25	0	49	0	0	0	0	0	0	0	8
5	25	25	25	109	16	0	0	0	0	0	0	27
6	45	8	37	0	50	4	0	0	0	0	0	0
7	5	5	17	34	0	3	0	0	0	0	0	0
8	7	7	14	0	7	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	11	0	53	0	0	4	0	0	0	0	0	5
11	7	0	8	0	0	6	0	0	0	0	0	4
12	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	65
13	4	12	5	0	5	5	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	9	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
19	3	45	5	0	0	0	0	0	0	0	0	26
20	75	75	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	5	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	28	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	20	29	8	0	0	0	0	0	0	0	3
28	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
29	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	30
30	10	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
BULANAN	348	501	263	219	104	22	0	0	0	45	36	293
Periode 1	200	205	169	192	99	11	0	0	0	0	0	50
Periode 2	122	181	34	0	5	11	0	0	0	0	0	162
Periode 3	26	115	60	27	0	0	0	0	0	37	5	81
Maksimum	75	75	62	109	50	6	0	0	0	25	31	65
Hari Hujan	20	19	13	6	5	5	0	0	0	3	2	13

NAMA STASIUN	PURWOSARI
Kode stasiun	2A
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	285 m dpi
Elevasi	
Wilayah Sungai	Kabupaten
Desa	Kacamatan
0	PURWOSARI
K.SURAK	PASURUAN
Kode Database	Tahun pendirian
	Tipe Alat
	Pengelola
	Biasa(MRG)
	Pengaliran

DATA CURAH HUJAN HARIAN Tahun 2012

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2013

NAMA STASIUN	PURWOSARI
Kode stasiun	2A
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	285 m dpl

Wilayah Sungai	K.SURAK	Kode Database	
Desa	0	Tahun pendirian	
Kecamatan	PURWOSARI	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	PASURUAN	Pengelola	Pengairan

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	15	77	0	37	0	46	0	0	0	0	23	0
2	0	18	15	20	0	25	0	0	0	0	0	0
3	35	0	0	12	0	52	0	0	0	0	0	29
4	0	21	19	0	0	15	15	0	3	0	0	0
5	25	0	17	0	0	27	0	0	0	0	0	51
6	8	0	5	24	0	0	0	0	0	6	0	0
7	22	0	0	0	0	37	0	0	0	3	0	60
8	0	2	0	43	0	6	0	0	0	24	0	0
9	0	0	17	0	0	26	0	0	0	0	0	8
10	0	0	43	16	0	7	16	0	0	0	0	0
11	0	35	10	0	0	0	36	0	0	0	0	16
12	14	0	16	0	5	6	8	0	0	0	0	115
13	0	0	10	30	15	9	11	0	0	0	37	0
14	15	18	37	0	16	5	0	0	0	0	0	25
15	15	25	47	0	0	0	52	0	0	0	0	25
16	15	32	27	11	0	5	0	0	0	0	4	45
17	0	17	27	0	32	15	0	0	0	0	0	15
18	0	3	47	0	0	5	0	0	0	0	31	34
19	23	0	20	23	2	55	0	0	0	0	35	45
20	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	37	13
21	10	0	0	0	0	36	0	0	0	0	0	5
22	5	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	15
23	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
24	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	4
25	0	35	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0
27	0	0	22	0	88	0	0	0	0	0	6	0
28	5	0	5	0	14	10	0	0	0	0	47	0
29	10		0	0	0	45	0	0	0	0	19	0
30	15		27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	15		72		0		0	0		0		18
BULANAN	264	332	483	226	192	432	154	0	3	33	301	553
Periode 1	105	118	116	152	0	241	31	0	3	33	23	148
Periode 2	82	130	241	64	90	100	107	0	0	0	144	333
Periode 3	77	84	126	10	102	91	16	0	0	0	134	72
Maksimum	35	77	72	43	88	55	52	0	3	24	47	115
Hari Hujan	17	12	19	10	8	19	7	0	1	3	11	18

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2014

NAMA STASIUN	PURWOSARI
Kode stasiun	2A
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi :	285 m dpl

Wilayah Sungai	K.SURAK	Kode Database	
Desa	0	Tahun pendirian	
Kecamatan	PURWOSARI	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	PASURUAN	Pengelola	Pengairan

TANGGAL	BULAN											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	6	23	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	48
4	80	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	4
5	61	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	59
6	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
7	0	0	0	40	63	0	3	0	0	0	0	26
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	13	26	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	13	0
11	4	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	8
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
13	8	0	0	0	25	0	2	0	0	0	0	10
14	22	25	31	54	16	0	2	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	35	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
18	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	16	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
21	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0
22	0	58	18	3	0	6	0	0	0	0	0	0
23	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	8	0	45	1	0	0	0	0	0	0	0	0
25	15	41	0	34	0	0	0	0	0	0	3	0
26	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	2	0
27	0	15	0	0	25	3	0	0	0	0	0	0
28	41	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
29	51		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	48		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	16		0		0		0	0		0		0
BULANAN	398	305	197	218	148	23	7	0	0	0	22	213
Periode 1	183	57	74	113	80	0	3	0	0	0	13	172
Periode 2	36	113	60	62	41	0	4	0	0	0	4	41
Periode 3	179	135	63	43	27	23	0	0	0	0	5	0
Maksimum	80	58	49	60	63	14	3	0	0	0	13	59
Hari Hujan	15	12	8	10	6	3	3	0	0	0	4	8

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2005

NAMA STASIUN	SENGON
Kode stasiun	29
Lintang Selatan	
Bujur Timur	
Elevasi	330 m dpi

Wilayah Sungai	K. JUNGPINANG
Desa	SENGON AGUNG
Kecamatan	PURWOSARI
Kabupaten	PASURUAN
Kode Database	Tahun pendirian
Tipe Alat	Pengelola
Biasa (MRG)	Pengaliran

TANGGAL	BULAN (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	0	0	15	35	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	15	43	2	0	0	0	0	0	0	0
3	0	9	10	0	0	0	0	68	0	0	0	0
4	1	14	41	50	0	30	0	0	0	0	0	4
5	28	3	40	15	1	3	0	0	0	0	0	0
6	15	7	27	15	0	26	0	0	0	0	0	0
7	9	0	10	10	4	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	56	20	0	0	0	0	0	0	0	20
9	0	0	14	2	5	0	0	0	0	0	0	18
10	41	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
11	0	2	0	49	0	0	0	0	0	0	6	3
12	0	8	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0
13	7	4	104	19	0	0	0	0	0	0	0	0
14	18	54	30	45	0	0	0	0	0	0	0	10
15	0	1	7	4	0	0	0	0	0	0	0	15
16	0	0	0	7	0	11	0	0	0	0	0	33
17	17	2	3	6	0	0	0	0	0	9	0	69
18	0	2	8	5	0	1	0	3	0	5	0	17
19	25	0	2	12	0	15	0	0	0	3	8	17
20	6	0	0	0	0	1	0	0	0	7	0	2
21	40	0	0	12	0	66	0	0	0	4	35	2
22	0	34	41	2	0	3	0	3	0	0	0	20
23	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
24	0	2	6	0	0	21	0	0	0	0	53	0
25	0	3	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	6	13
27	40	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	53
28	38	0	5	0	0	26	0	0	0	0	0	20
29	6	4	1	0	0	0	0	0	0	5	70	0
30	37	5	37	0	0	0	0	0	2	0	55	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BULANAN	328	189	461	392	42	203	0	93	2	24	85	519
Periode 1	94	49	201	173	42	59	0	68	0	0	0	78
Periode 2	73	154	167	167	0	28	0	22	0	24	14	166
Periode 3	161	67	106	52	0	116	0	3	2	0	71	275
Maksimum	41	54	104	50	35	66	0	68	2	9	53	70
Hari Hujan	15	19	21	21	4	11	0	4	1	4	7	23

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2006

NAMA STASIUN	SENGON
Kode stasiun	29
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	330 m dpl

Wilayah Sungai	K.JUNGPINANG	Kode Database	
Desa	SENGON AGUNG	Tahun pendirian	
Kecamatan	PURWOSARI	Tipe Alat	Biasa(MRG)
Kabupaten	PASURUAN	Pengelola	Pengairan

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	18	15	6	24	0	0	0	0	0	0	0	0
2	9	4	2	2	3	0	0	0	0	0	0	0
3	83	1	33	0	31	0	0	0	0	0	0	0
4	35	0	1	0	12	0	0	0	0	5	0	0
5	4	36	17	10	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	23	1	0	39	0	0	0	0	0	0	0
7	16	3	75	41	5	0	0	0	0	0	0	0
8	25	0	27	21	14	0	0	0	0	0	6	0
9	53	8	0	4	20	0	0	0	0	0	0	0
10	71	1	13	30	40	0	0	0	0	0	0	45
11	18	10	0	8	6	0	0	0	0	0	0	39
12	5	0	5	0	44	0	0	0	0	0	0	0
13	36	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
14	27	0	65	7	0	0	0	0	0	0	0	0
15	6	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	5	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0
17	26	4	33	7	0	0	0	0	0	0	0	0
18	33	7	26	2	0	0	0	0	0	0	0	51
19	0	14	4	0	0	0	0	0	0	0	0	3
20	6	34	28	4	4	0	0	0	0	0	0	0
21	0	3	38	0	53	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	39	0	6	0	0	0	0	0	0	32
23	3	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	13
24	10	53	13	24	0	0	0	0	0	0	0	0
25	14	34	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
26	35	4	0	0	33	0	0	0	0	0	0	71
27	71	8	0	0	11	0	0	0	0	0	0	55
28	3	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	14
29	1		40	5	0	0	0	0	0	0	0	110
30	7		0	9	0	0	0	0	0	0	0	26
31	16		0		0		0		0		0	0
BULANAN	636	276	493	209	321	0	0	0	0	5	6	488
Periode 1	314	91	175	132	164	0	0	0	0	5	6	45
Periode 2	162	74	177	34	54	0	0	0	0	0	0	122
Periode 3	160	111	141	43	103	0	0	0	0	0	0	321
Maksimum	83	53	75	41	53	0	0	0	0	5	6	110
Hari Hujan	27	20	23	17	15	0	0	0	0	1	1	12

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	0	4	5	0	21	0	0	0	0	0	0
2	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	2	0
3	10	9	3	7	0	0	0	0	0	0	6	0
4	0	5	0	2	0	0	0	0	0	0	9	82
5	0	29	11	32	0	48	0	0	0	0	5	0
6	0	7	3	21	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	8	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	6	0	0	8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	19	10	5	0	0	0	0	0	0	0	3
11	0	21	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	38	0	2	0	0	0	0	0	0	0	5
13	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	17
14	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	40	7	0	0	0	0	0	0	10	0
16	0	18	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	4	20	65	0	0	0	0	0	0	0
18	5	0	10	9	0	0	0	0	0	0	0	35
19	0	0	9	11	0	0	0	0	0	0	0	6
20	0	5	30	4	0	18	0	0	0	0	0	8
21	11	21	0	2	0	2	0	0	0	0	0	9
22	0	51	0	12	20	0	0	0	0	0	0	24
23	5	0	32	5	0	0	0	0	0	0	7	0
24	0	0	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
26	0	47	95	0	0	0	0	0	0	0	0	32
27	4	20	0	0	0	0	0	0	0	0	6	39
28	19	3	13	0	0	0	0	0	0	0	17	6
29	26		0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
30	15		16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0		18		0	0	0	0	0	0		12
BULANAN	132	364	401	165	94	100	0	0	0	0	67	301
Periode 1	10	80	83	72	0	77	0	0	0	0	22	85
Periode 2	42	82	114	72	74	18	0	0	0	0	15	71
Periode 3	80	202	204	21	20	5	0	0	0	0	30	145
Maksimum	37	60	95	32	65	48	0	0	0	0	17	82
Hari Hujan	9	17	22	18	3	6	0	0	0	0	9	14

NAMA STASIUN	SENGON
Kode stasiun	29
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	330 m dpi

Wilayah Sungai	K. JUNGPIANG
Desa	SENGON AGUNG
Kecamatan	PURWOSARI
Kabupaten	PASURUAN
Kode Database	Tahun pendirian
Tipe Alat	Pengelola
Biasa(MRG)	Pengaliran

DATA CURAH HUJAN HARIAN
Tahun 2007

DATA CURAH HUJAN HARIAN
Tahun 2008

NAMA STASIUN	SENGON
Kode stasiun	29
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	330 m dpl

Wilayah Sungai	KUNGPINANG
Desa	SENGON AGUNG
Kecamatan	PURWOSARI
Kabupaten	PASURUAN
Kode Database	Tahun pendirian
Type Alat	Pengelola
Biasa(MRG)	Pengaliran

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	15	0	7	0	0	0	0	0	0	0	10	0
2	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0
3	0	60	10	4	0	0	0	0	0	0	0	12
4	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	50	26	4	80	0	0	0	0	0	0	50	23
6	0	6	41	52	0	0	0	0	0	0	8	0
7	16	3	0	23	4	4	0	0	0	0	7	4
8	97	21	7	4	0	0	0	0	0	0	0	55
9	0	8	17	0	0	0	0	0	0	15	25	10
10	0	6	30	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11	0	31	80	0	0	0	0	0	0	0	0	6
12	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	10
14	0	0	6	0	0	0	0	5	0	0	0	31
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	25	0
18	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	26
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
20	95	0	18	0	0	0	0	0	0	0	34	3
21	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	20	23
22	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	55	27
23	0	12	24	0	0	0	0	0	0	0	0	2
24	60	0	51	0	0	0	0	0	0	0	5	0
25	0	37	0	18	0	0	0	0	0	45	11	0
26	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0
27	6	39	0	0	0	0	0	0	0	20	0	15
28	7	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	5
29	6	15	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
31	126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BULANAN	506	312	338	186	8	0	0	5	0	92	302	324
Periode 1	194	134	120	163	8	0	0	0	0	15	104	107
Periode 2	95	40	122	0	0	0	0	5	0	0	82	115
Periode 3	217	138	96	23	0	0	0	0	0	77	116	102
Maksimum	126	60	80	80	4	0	0	5	0	45	55	55
Hari Hujan	13	16	16	7	2	0	0	1	0	4	16	21

DATA CURAH HUJAN HARIAN
 Tahun 2009

NAMA STASIUN	SENGON
Kode stasiun	29
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	330 m dpl

Wilayah Sungai	KUNGPINANG
Desa	SENGON AGUNG
Kecamatan	PURWOSARI
Kabupaten	PASURUAN
Kode Database	Tahun pendirian
Tipe Alat	Pengelola
Biasa(MRG)	Pengaliran

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	21	40	2	14	0	0	0	0	0	0	0	0
2	23	42	0	10	0	16	0	0	0	0	0	0
3	0	34	15	0	0	2	0	0	0	0	0	0
4	0	2	13	0	0	0	0	0	0	0	3	0
5	8	18	35	30	0	50	0	0	0	0	0	0
6	5	16	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	3	0	20	2	0	0	0	0	0	0	0	0
8	25	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	11	7	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
10	0	2	0	0	35	5	0	0	0	0	0	25
11	0	0	0	0	10	20	0	0	0	0	0	28
12	13	6	5	0	20	40	0	0	0	0	0	0
13	20	5	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0
14	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	7
15	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
16	3	0	40	0	5	0	0	0	0	0	0	5
17	24	23	0	31	40	0	0	0	0	0	0	0
18	10	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	21	5	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0
20	17	52	15	20	2	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	3	0
22	11	2	0	0	21	0	0	0	0	0	30	0
23	0	6	70	0	19	0	0	0	0	0	0	0
24	27	5	0	0	25	0	0	0	0	0	0	40
25	100	21	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0
26	35	35	0	0	16	0	0	0	0	0	2	8
27	9	18	0	0	0	0	0	0	0	0	4	7
28	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	25
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
30	35	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45
31	75	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BUANAN	511	350	345	119	239	141	0	0	0	0	82	211
Periode 1	96	161	139	56	35	81	0	0	0	0	3	25
Periode 2	118	102	64	51	105	60	0	0	0	0	25	40
Periode 3	297	87	142	12	99	0	0	0	0	0	54	146
Maksimum	100	52	70	31	40	50	0	0	0	0	30	45
Hari Hujan	24	20	15	7	14	7	0	0	0	0	7	10

DATA CURAH HUJAN HARIAN
Tahun 2010

NAMA STASIUN	SENGON
Kode stasiun	29
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	330 m dpl

Wilayah Sungai	KUNGPINANG
Desa	SENGON AGUNG
Kecamatan	PURWOSARI
Kabupaten	PASURUAN
Kode Database	Tahun pendirian
	Type Alat
	Pengelola
	Biasa (MRG)
	Pengaliran

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	0	30	2	2	0	48	0	0	0	0	31	0
2	60	2	5	0	0	7	0	0	0	0	7	34
3	0	32	42	16	21	26	4	0	0	0	9	38
4	0	5	10	0	4	13	0	0	0	0	0	30
5	0	16	85	12	0	27	2	24	0	0	3	17
6	15	4	21	2	0	2	25	0	17	0	26	7
7	26	12	2	3	0	0	0	15	0	44	2	56
8	0	2	27	13	5	0	0	0	0	41	4	4
9	56	3	3	6	0	8	21	0	0	17	7	11
10	100	0	71	37	81	6	0	0	2	23	24	7
11	64	105	0	20	1	8	0	0	10	4	0	5
12	13	9	2	22	97	0	0	0	19	0	0	8
13	9	21	0	0	4	0	0	0	55	0	0	4
14	22	2	0	0	7	5	11	0	0	8	0	3
15	5	4	0	6	10	0	0	0	40	0	0	6
16	0	55	3	4	9	0	0	0	2	0	0	10
17	0	18	0	35	4	2	0	0	90	5	0	5
18	0	6	0	2	0	5	0	0	28	0	0	6
19	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0	0	2
20	11	2	7	3	2	0	0	0	2	5	0	80
21	4	17	0	0	0	0	0	0	0	0	2	48
22	23	0	0	5	0	0	0	0	0	24	25	0
23	0	14	48	0	0	0	0	0	5	23	21	20
24	18	0	14	35	10	0	0	0	3	35	0	23
25	5	27	31	2	3	0	32	4	0	0	0	0
26	8	76	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
27	5	10	6	28	8	0	95	0	0	0	6	0
28	18	6	28	17	0	0	0	0	0	0	24	0
29	0	8	8	48	0	0	0	0	0	0	0	0
30	8	5	0	0	0	0	0	0	0	2	0	6
31	25	3	31	297	157	158	65	236	302	11	4	439
BULANAN	495	483	423	295	297	157	158	236	302	230	439	439
Periode 1	257	106	268	91	111	137	52	24	119	150	204	204
Periode 2	124	227	12	97	134	20	11	178	90	0	129	129
Periode 3	114	150	143	107	52	0	41	12	93	80	106	106
Maksimum	100	105	85	48	97	48	95	32	44	41	80	80
Hari Hujan	20	25	21	21	16	12	6	3	13	14	15	25

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	27	11	21	0	0	15	0	0	0	0	0	0
2	6	52	13	25	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	56	0	11	0	0	0	0	0	0	0	6
5	0	11	11	3	4	0	0	0	0	0	3	57
6	0	0	31	2	0	0	0	0	0	0	72	15
7	5	0	6	24	2	0	0	0	0	0	3	3
8	16	0	0	0	8	0	0	0	0	0	46	0
9	15	0	11	5	15	0	0	0	0	0	37	0
10	3	8	4	27	7	0	0	0	0	0	11	8
11	2	6	0	63	0	0	0	0	0	0	0	6
12	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	16
13	0	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0	5
14	0	21	0	41	15	0	0	0	0	0	13	3
15	0	41	0	19	30	0	0	0	10	0	16	7
16	8	8	0	11	11	4	4	0	0	0	9	2
17	0	0	3	10	21	0	0	0	0	0	0	8
18	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	12
19	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	17	21
20	4	0	47	16	0	0	0	0	0	0	0	26
21	12	2	8	0	0	0	0	0	0	0	41	11
22	6	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	11
23	0	13	3	81	0	0	0	0	0	0	6	19
24	11	46	41	11	0	0	0	0	0	0	26	2
25	78	4	26	5	0	0	0	0	0	0	5	20
26	0	12	0	7	0	0	0	0	0	0	0	48
27	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	82	32	42	0	0	0	0	0	0	0	25	0
29	0	0	45	0	0	60	0	0	0	0	0	0
30	35	21	0	0	51	0	0	0	0	5	0	0
31	5	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0
BULANAN	337	339	495	350	127	115	19	0	10	55	341	395
Periode 1	77	138	121	78	50	0	15	0	0	0	178	89
Periode 2	31	90	174	163	77	4	4	0	10	0	55	106
Periode 3	229	111	200	109	0	111	0	0	0	55	108	200
Maksimum	82	56	90	81	30	60	15	0	10	55	72	100
Hari Hujan	19	20	21	20	9	3	2	0	1	1	17	21

NAMA STASIUN	SENGON
Kode stasiun	29
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	330 m dpl
Wilayah Sungai	K. JUNGPINANG
Kecamatan	SENCON AGUNG
Kabupaten	PURWOSARI
	PASURUAN
Kode Database	Tahun pendirian
	Tipe Alat
	Pengelola
	Biasa(MRG)
	Pengaturan

DATA CURAH HUJAN HARIAN Tahun 2011

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	15	67	3	0	2	0	3	0	0	0	0	0
2	77	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	25	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	21	23	8	0	0	0	0	0	0	0	0	23
5	12	28	26	67	45	0	0	0	0	0	0	18
6	18	5	7	0	63	2	0	0	0	0	8	0
7	22	37	11	7	6	0	0	0	0	0	0	0
8	4	45	15	0	12	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
10	16	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0
11	0	0	2	0	0	5	0	0	0	0	0	6
12	6	0	3	0	0	0	0	0	0	41	0	35
13	29	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	16	41	6	0	6	0	0	0	0	0	0	0
15	11	5	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	5	0	1	14	0	0	0	0	0	3	41	0
17	6	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	12
18	0	11	14	0	0	0	0	0	10	0	0	5
19	6	3	3	0	5	0	0	0	0	0	0	0
20	61	25	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	38	2	5	41	0	0	0	0	0	0	0	2
23	11	6	12	0	0	0	0	0	0	9	3	4
24	9	24	2	0	0	0	0	0	0	0	0	20
25	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	11	12	64	0	0	0	0	0	0	0	0	28
28	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
30	21	0	0	25	0	0	0	0	0	7	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BULANAN	431	438	283	151	156	18	0	0	0	37	79	247
Periode 1	185	253	113	84	131	13	0	0	0	27	8	68
Periode 2	140	98	75	1	25	5	0	0	0	10	55	99
Periode 3	106	87	95	66	0	0	0	0	0	0	16	80
Maksimum	77	67	64	67	63	8	0	0	0	27	41	41
Hari Hujan	24	21	20	7	8	4	0	0	0	2	6	17

NAMA STASIUN	SENGON
Kode stasiun	29
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	330 m dpl
Wilayah Sungai	KJUNGPINANG
Desa	SENGON AGUNG
Kecamatan	PURWOSARI
Kabupaten	PASURUAN
Kode Database	Tahun pendirian
Tipe Alat	Pengelola
Biasa(MRG)	Pengaliran

DATA CURAH HUJAN HARIAN
 Tahun 2012

DATA CURAH HUJAN HARIAN
 Tahun 2013

NAMA STASIUN	SENGON
Kode stasiun	29
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi	330 m dpi

Wilayah Sungai	KJUNGPINANG
Desa	SENGON AGUNG
Kecamatan	PURWOSARI
Kabupaten	PASURUAN
Kode Database	Tahun pendirian
Type Alat	Pengelola
Biasa(MRG)	Pengaturan

TANGGAL	B U L A N (mm)											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
1	11	64	0	11	23	0	0	0	0	0	6	0
2	2	23	12	63	8	0	0	0	0	0	0	6
3	27	5	0	14	25	7	0	0	0	0	0	12
4	0	7	15	21	0	2	0	0	0	0	0	2
5	2	0	7	0	39	0	0	0	0	0	0	19
6	9	0	0	29	17	0	0	0	0	0	0	0
7	81	0	0	2	12	0	0	0	0	3	0	30
8	0	0	0	19	6	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	11	8	18	0	0	0	0	0	0	32
11	0	31	3	0	10	0	0	0	0	0	0	0
12	6	0	16	17	8	6	0	0	0	0	0	73
13	45	3	8	0	0	26	0	0	0	0	25	2
14	21	26	47	0	12	0	0	0	0	0	0	7
15	16	65	58	5	0	0	0	0	0	45	0	43
16	11	58	34	3	5	52	0	0	0	4	41	0
17	13	3	40	2	37	0	0	0	0	3	9	0
18	0	2	28	16	8	0	0	0	0	0	31	87
19	0	0	13	18	23	67	0	0	0	0	37	11
20	28	1	0	2	3	2	0	0	0	0	5	23
21	12	0	0	0	18	0	0	0	0	0	4	0
22	61	2	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
23	31	42	0	13	0	0	0	0	0	0	3	6
24	8	2	0	8	0	3	0	0	0	0	2	3
25	6	21	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
26	3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	24	0
27	5	0	46	5	0	0	0	0	0	0	10	0
28	0	5	15	0	20	25	0	0	0	0	41	0
29	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	31	0
30	28	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	3	78	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0
BUANAN	429	360	445	256	185	399	111	0	5	3	271	487
Periode 1	132	99	54	167	0	206	9	0	3	3	6	108
Periode 2	140	189	247	63	113	139	94	0	2	0	150	296
Periode 3	157	72	144	26	72	54	8	0	0	0	115	83
Maksimum	81	65	78	63	47	67	52	0	3	3	45	87
Hari Hujan	22	17	18	18	10	21	7	0	2	1	15	20

DATA CURAH HUJAN HARIAN

Tahun 2014

NAMA STASIUN	SENGON
Kode stasiun	29
Lintang Selatan	0
Bujur Timur	0
Elevasi :	330 m dpl

Wilayah Sungai	KUNGPINANG
Desa	SENGON AGUNG
Kecamatan	PURWOSARI
Kabupaten	PASURUAN
Kode Database	Tahun pendirian
Tipe Alat	Pengelola
Biasa(MRG)	Pengaliran

TANGGAL	BULAN											
	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES
1	1	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
4	102	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	11
5	46	0	46	21	0	0	0	0	0	0	0	35
6	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61
7	17	0	0	2	25	0	0	0	0	0	0	17
8	2	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	38
9	0	21	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	14	0
11	0	0	15	31	0	0	0	0	0	0	9	0
12	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	6
13	0	0	4	23	0	0	0	0	0	0	0	15
14	31	26	83	29	21	0	0	0	0	0	0	19
15	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	3	25	5	0	23	0	0	0	0	0	0
17	0	41	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0
18	0	7	11	0	3	0	0	0	0	0	0	0
19	4	31	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	2	68	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3	0
22	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0
23	7	23	2	8	0	11	0	0	0	0	0	0
24	5	2	15	19	0	0	0	0	0	0	0	0
25	2	72	0	32	0	4	0	0	0	0	4	0
26	28	6	0	61	0	0	0	0	0	0	1	0
27	12	11	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0
28	6	23	0	3	0	0	5	0	0	0	0	0
29	25	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
30	21	0	0	0	0	2	0	0	0	0	13	0
31	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BULANAN	352	361	223	304	86	61	20	0	0	0	44	207
Periode 1	198	23	22	90	49	0	13	0	0	0	14	167
Periode 2	37	176	163	94	21	44	0	0	0	0	9	40
Periode 3	117	162	38	120	16	17	7	0	0	0	21	0
Maksimum	102	72	83	61	25	23	13	0	0	0	14	61
Hari Hujan	19	15	16	13	6	6	3	0	0	0	6	10