

**ANALISIS DEBIT BANJIR RENCANA EMBUNG KELARA
KAB. JENEPONTO**



SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
guna memperoleh Gelar Strata 1

OLEH :
ANDI SYAHRUL HIDAYAT
45 12 041 266

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

2019



DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No. 333 / SK / FT / UNIBOS / III / 2019, Tanggal 15 Maret 2019, perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Jum'at / 15 Maret 2019
Nama : **ANDI SYAHRUL HIDAYAT**
Nomor Stambuk : **45 12 041 266**
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : **“ANALISIS DEBIT BANJIR RENCANA EMBUNG
KELARA KAB. JENEPONTO“**

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan di depan Tim penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Tim Penguji Tugas Akhir

Ketua/ Ex Officio : Ir. Burhanuddin Badrun, MSP (.....)
Sekertaris/Ex Officio : Ir. Hj. Satriawati Cangara, M.Sp (.....)
Anggota : Eka Yuniarto, ST., MT. (.....)
Hijriah, ST., MT. (.....)

Makassar, 2019
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Bosowa

(Dr. Ridwan, ST., M.Si)
NIDN. 09 101271 01

Ketua Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Jurusan Sipil

(Nurhadijah Yunianti, ST., MT)
NIDN : 09 160682 01

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Andi Syahrul Hidayat
Nomor Stambuk : 45 12 041 266
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Analisis Debit Banjir Rencana Embung Kelara
Kab. Jeneponto

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tugas akhir yang saya tulis merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar Pustaka.
2. Demi pengembangan pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalih mediakan / mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, Maret 2019
Yang Menyatakan



Andi Syahrul Hidayat

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kepada kehadiran Allah SWT karena dengan rahmat dan karunia-Nya maka kami dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini yang berjudul:

**“ANALISIS DEBIT BANJIR RENCANA EMBUNG KELARA
KAB. JENEPONTO”**

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata 1 Jurusan Teknik Sipil di Universitas Bosowa Makassar. Kami menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati kami sangat mengharapkan saran dan kritikan yang bersifat membangun demi penyempurnaan penulisan tugas akhir ini

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tak lupa kami mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H.M.Saleh Pallu, M.Eng selaku Rektor Universitas Bosowa Makassar.
2. Ibu Nurhadijah Yuniati, ST. MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar.
3. Bapak Ir. Burhanuddin Badrun, MSP sebagai Pembimbing I saya dalam menyelesaikan penulisan ini.

4. Bapak Ir. Hj. Satriawati Cangara, M.Sp sebagai Pembimbing II saya dalam menyelesaikan penulisan ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh staf dan karyawan Universitas Bosowa Makassar
6. Orang tua, istri dan juga saudara – saudara kami atas semua doa dan dorongan baik berupa moril dan materil selama perkuliahan.
7. Teman-teman kami yang telah banyak memberikan bantuan kepada kami berupa semangat dan motivasi.

Akhir kata semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan selanjutnya kami menyerahkan semuanya kepada Allah SWT yang Maha Sempurna.

Makassar , April 2019



Penyusun

ANALISIS DEBIT BANJIR RENCANA EMBUNG KELARA KAB. JENEPONTO

Andi Syahrul Hidayat
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa Makassar
Email : andisyahrul_hidayat@yahoo.com

ABSTRAK

Saat ini, pengelolaan sungai menghadapi tantangan utama yaitu volume air yang berlebihan pada musim hujan dan menyebabkan banjir. Banjir disebabkan oleh meluapnya air sungai akibat tingginya curah hujan dan menghasilkan air permukaan (run off), air hujan yang jatuh hanya sebagian kecil yang meresap ke dalam tanah, dan sebagian besar mengalir di permukaan atau menuju sungai. Daya tampung sungai yang semakin kecil menyebabkan terjadinya luapan dan menggenangi wilayah sekitarnya. Banjir menyebabkan kerugian materil bagi manusia sehingga perlu dilakukan tindakan pengelolaan sungai khususnya sebagai upaya pengendalian banjir. Secara spesifik, upaya pengendalian banjir dilakukan dengan dua metode yaitu upaya dengan bangunan (structural method) dan dengan pengaturan yang sifatnya tidak membuat bangunan fisik (non structural method). Pengendalian banjir secara struktural pada prinsipnya dilakukan dengan cara membangun struktur atau bangunan air yang dapat meningkatkan kapasitas pengaliran penampang sungai atau mengurangi debit banjir yang mengalir.

Kata Kunci : Sugai, Debit Banjir.

Abstract : Currently, river management faces a major challenge, namely excessive water volume during the rainy season and causing flooding. Flooding is caused by overflow of river water due to rainfall and produces run off, only a small portion of the rainwater that falls into the ground, and most of it flows on the surface or into rivers. The smaller the capacity of the river causes overflow and inundates the surrounding area. Floods cause material losses for humans which need to be handled, especially as an effort to control floods. Specifically, flood control efforts are carried out using two methods, namely efforts with buildings (structural methods) and arrangements that do not make physical buildings (non-structural methods). Structural flood control is principally carried out by building structures or air structures that can increase the flow capacity of the river cross section or reduce the flowing flood discharge.

Keywords: Sugai, Flood Discharge.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUGAS AKHIR.....	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIHAN TUGAS AKHIR.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1. Latar belakang.....	I-1
1.2. Rumusan masalah.....	I-5
1.3. Maksud dan Tujuan.....	I-5
1.4. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah.....	I-5
1.5. Sistematika Penulisan.....	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1. Sungai	II-1
2.1.1 Pengertian Sungai	II-1
2.1.2 Morfologi Sungai	II-1
2.1.3 Karakteristik Sungai	II-2
2.1.4 Pembagian Aliran Sungai Menurut Topografi ..	II-4
2.1.5 Proses Meandering Pada Sungai	II-6
2.1.6 Catchment Area Sungai	II-8
2.2. Hidrologi	II-9
2.2.1 Pengertian Hidrologli.....	II-9

2.2.2	Curah Hujan	II-9
2.2.3	Frekuensi Curah Hujan	II-10
2.2.4	Menentukan Metode Terpilih dengan Chi Kuadrat	II-15
2.2.5	Evapotranspirasi	II-16
2.2.6	Pengertian Banjir	II-20
2.2.7	Frekuensi Banjir	II-22
2.2.8	Analisis Debit Banjir Berdasarkan Metode Hidrograf Sintetik	II-23

BAB III METODE PENELITIAN III-1

3.1.	Lokasi dan Waktu Pnelitian.....	III-1
3.1.1.	Lokasi Penelitian.....	III-2
3.1.2.	Waktu Penelitian.....	III-2
3.2.	Sumber Data.....	III-2
3.2.1.	Data Primer.....	III-2
3.2.2.	Data Sekunder.....	III-3
3.3.	Peralatan dan Bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian.....	III-3
3.4.	Prosedur Penelitian.....	III-3
3.4.1.	Metode Pengumpulan Data.....	III-3
3.4.2.	Metode Analisis / Pengkajian.....	III-6
3.5	Bagan Alir.....	III-7
3.6.	Kerangka Pikir Penelitian.....	III-10

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1. Data Hidrologi	IV-1
4.2. Analisa Curah Hujan Rencana	IV-3
4.3. Uji Distribusi Probabilitas	IV-5
4.4. Analisa Debit Banjir	IV-11
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	V-1
5.2. Saran	V-2

BOSOWA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Daerah Pengaliran Sungai dan pola susunan anak-anal sungainya	II-2
Gambar 2.2. Susunan anak-anak sungai (tipe cabang pohon).....	II-2
Gambar 2.3. Daerah pengaliran yang berbentuk Bulu burung	II-4
Gambar 2.4. Daerah pengaliran yang melebar	II-4
Gambar 2.5. Daerah yang sejajar pengaliran	II-4
Gambar 2.6. Pengaliran laminar	II-8
Gambar 2.7. Sistem hidrologi satuan	II-26
Gambar 2.8. Pemisahan hidrograf satuan dari hidrograf aliran	II-28
Gambar 2.9. Hidrograf satuan sintetis Metode Nakayasu	II-33
Gambar 3.1. Peta Lokasi Penelitian	III-1
Gambar 4.1. Hidrograf satuan sintetis nakayasu	IV-19
Gambar 4.2. Sketsa tinggi muka air (hw).....	IV-34

DAFTAR TABEL

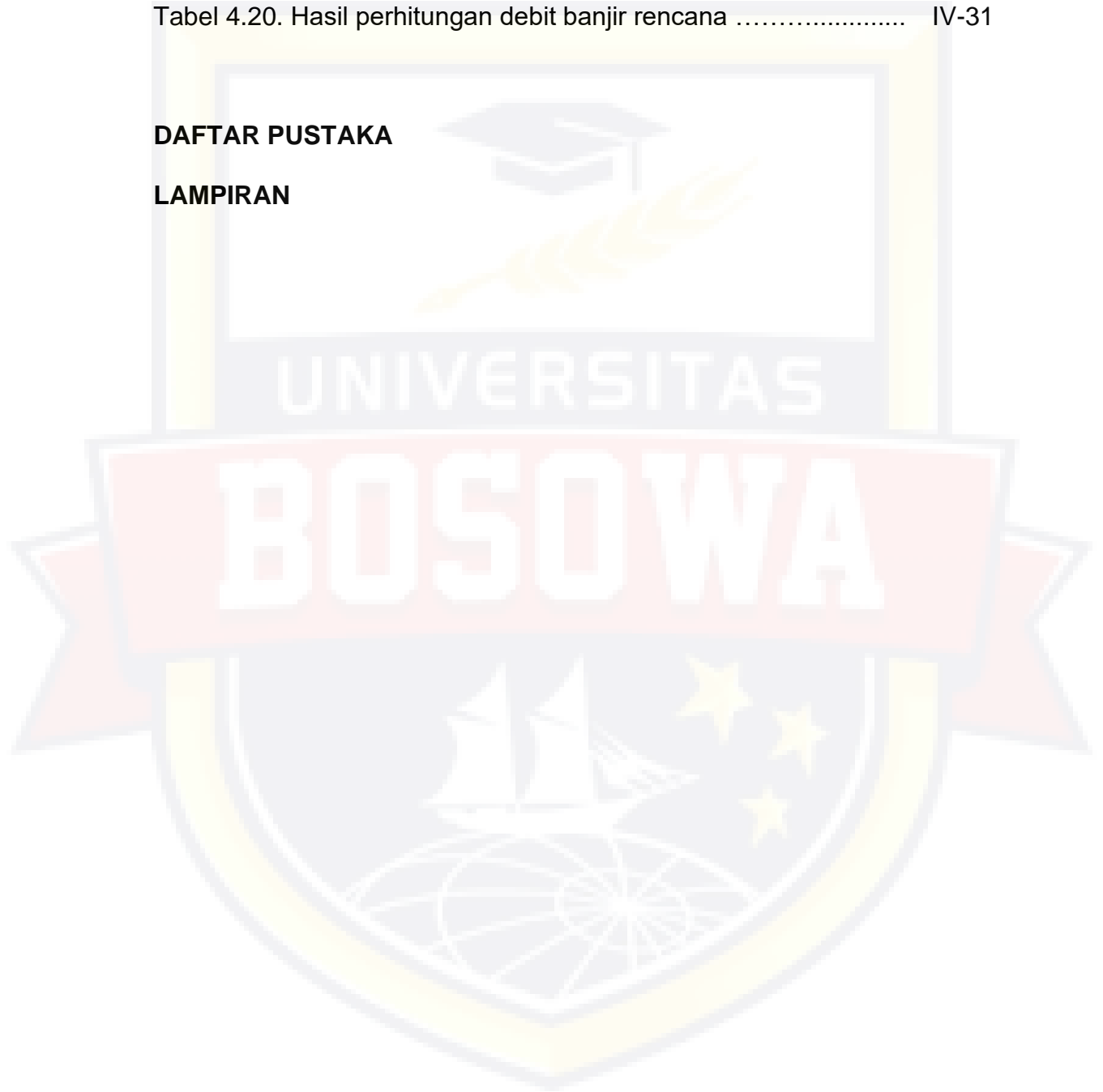
Tabel 2.1. Reduced Standar Deviation (S_n)	II-12
Tabel 2.2. Reduced Mean (Y_n)	II-13
Tabel 2.3. Reduce Variate (Y_t)	II-13
Tabel 4 1. Curah Hujan Maksimum	IV-1
Tabel 4 2. Perhitungan koefisien Thiessen	IV-2
Tabel 4.3. Curah hujan maksimum wilayah rerata poligon thiessen..	IV-3
Tabel 4.4. Perhitungan curah hujan dengan metode Gumbel	IV-5
Tabel 4.5. Probabilitas Hujan Harian Maksimum	IV-9
Tabel 4.6. Curah hujan metode Log Pearson III	IV-11
Tabel 4.7. Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana	IV-11
Tabel 4.8. Harga χ^2 Kritis Untuk Chi-Kuadrat	IV-13
Tabel 4.9. Nilai Kritis χ_{cr} Untuk Uji Smirnov-Kolmogorov	IV-16
Tabel 4.10. Hasil Perhitungan Uji Kesesuaian Distribusi	IV-17
Tabel 4.11. Debit Banjir Kala Ulang 2 Tahun DAS Kelara	IV-22
Tabel 4.12. Debit Banjir Kala Ulang 5 Tahun DAS Kelara	IV-23
Tabel 4.13. Debit Banjir Kala Ulang 10 Tahun DAS Kelara	IV-24
Tabel 4.14. Debit Banjir Kala Ulang 20 Tahun DAS Kelara	IV-25
Tabel 4.15. Debit Banjir Kala Ulang 25 Tahun DAS Kelara	IV-26
Tabel 4.16. Debit Banjir Kala Ulang 50 Tahun DAS Kelara	IV-27
Tabel 4.17. Debit Banjir Kala Ulang 100 Tahun DAS Kelara	IV-28
Tabel 4.18. Debit Banjir Kala Ulang 200 Tahun DAS Kelara	IV-29

Tabel 4.19. Rekap hasil perhitungan debir banjir dengan
metode Nakayasu IV-30

Tabel 4.20. Hasil perhitungan debit banjir rencana IV-31

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kepada kehadiran Allah SWT karena dengan rahmat dan karunia-Nya maka kami dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini yang berjudul:

**“ANALISIS DEBIT BANJIR RENCANA EMBUNG KELARA
KAB. JENEPONTO”**

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata 1 Jurusan Teknik Sipil di Universitas Bosowa Makassar. Kami menyadari dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati kami sangat mengharapkan saran dan kritikan yang bersifat membangun demi penyempurnaan penulisan tugas akhir ini

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini tak lupa kami mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H.M.Saleh Pallu, M.Eng selaku Rektor Universitas Bosowa Makassar.
2. Ibu Nurhadijah Yuniati, ST. MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar.
3. Bapak Ir. Burhanuddin Badrun, MSP sebagai Pembimbing I saya dalam menyelesaikan penulisan ini.

4. Bapak Ir. Hj. Satriawati Cangara, M.Sp sebagai Pembimbing II saya dalam menyelesaikan penulisan ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta seluruh staf dan karyawan Universitas Bosowa Makassar
6. Orang tua, istri dan juga saudara – saudara kami atas semua doa dan dorongan baik berupa moril dan materil selama perkuliahan.
7. Teman-teman kami yang telah banyak memberikan bantuan kepada kami berupa semangat dan motivasi.

Akhir kata semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan selanjutnya kami menyerahkan semuanya kepada Allah SWT yang Maha Sempurna.

Makassar , April 2019

Penyusun

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan salah satu sumber daya alam yang sangat besar dimanfaatkan manusia untuk keperluan rumah tangga seperti air bersih/ air minum, irigasi untuk mendukung produktivitas pertanian dan perikanan. Aliran sungai ini juga dimanfaatkan sebagai sumber air bagi pembangkit energi listrik ataupun sebagai kawasan wisata.

Sungai jalan air alami di permukaan bumi yang merupakan penampung dan penyalur alamiah aliran air dan material yang dibawahnya dari bagian hulu ke bagian hilir suatu daerah pengaliran ketempat lebih rendah dan akhirnya bermula ke laut **(Soewarno,1990)**. Daerah dimana sungai memperoleh air merupakan daerah tangkapan hujan yang biasanya disebut dengan daerah pengaliran sungai (DPS). Dengan demikian daerah pengaliran sungai dapat dipandang sebagai suatu unit kesatuan wilayah tempat air hujan menjadi aliran permukaan dan mengumpul kesungai menjadi aliran sungai.

Secara fisik, sungai berperan mengangkut sedimen hasil erosi yang berlangsung secara terus menerus. Dari sudut pandang ekologi, pada suatu sistem sungai terjadi lalu lintas rantai makanan dari bagian hulu ke hilir. Fungsi tersebut menunjukkan bahwa faktor dominan yang terdapat dalam ekosistem sungai yaitu aliran air. Olehnya itu pengelolaan sungai

harus dilakukan secara integral mulai dari wilayah hulu hingga wilayah hilir.

Saat ini, pengelolaan sungai menghadapi tantangan utama yaitu volume air yang berlebihan pada musim hujan dan menyebabkan banjir. Banjir disebabkan oleh meluapnya air sungai akibat tingginya curah hujan dan menghasilkan air permukaan (*run off*), air hujan yang jatuh hanya sebagian kecil yang meresap ke dalam tanah, dan sebagian besar mengalir di permukaan atau menuju sungai. Daya tampung sungai yang semakin kecil menyebabkan terjadinya luapan dan menggenangi wilayah sekitarnya.

Banjir menyebabkan kerugian materil bagi manusia sehingga perlu dilakukan tindakan pengelolaan sungai khususnya sebagai upaya pengendalian banjir. Secara spesifik, upaya pengendalian banjir dilakukan dengan dua metode yaitu upaya dengan bangunan (*structural method*) dan dengan pengaturan yang sifatnya tidak membuat bangunan fisik (*non structural method*). Pengendalian banjir secara struktural pada prinsipnya dilakukan dengan cara membangun struktur atau bangunan air yang dapat meningkatkan kapasitas pengaliran penampang sungai atau mengurangi debit banjir yang mengalir.

Pengelolaan sungai secara ekologis didukung oleh kebijakan pemerintah. Dalam Peraturan Pemerintah RI No.38 tahun 2011 tentang sungai, daerah aliran sungai, pengelolaan sumber daya air diungkapkan bahwa upaya merencanakan , melaksanakan, memantau dan

mengevaluasi penyelenggaraan konservasi sumber daya air, pendayagunaan dan pengendalian sumber daya air. Olehnya itu, pengelolaan sungai mensyaratkan adanya penataan bantaran sungai sebagai dataran banjir. Pada pasal 18 kebijakan tersebut diuraikan pula bahwa batas daerah penguasaan sungai yang berupa daerah retensi ditetapkan 100 (seratus) meter dari elevasi banjir rencana di sekeliling daerah genangan, sedangkan yang berupa daerah banjir ditetapkan berdasarkan debit banjir rencana sekurang-kurangnya periode ulang 50 (lima puluh) tahunan.

Alur utama Sungai Kelara membentang dari Utara ke Selatan dimulai pada daerah pegunungan yang mempunyai ketinggian mencapai ± 1.871 m di atas permukaan laut menuju Laut Flores.

Kondisi sungai di daerah hulu yaitu mulai dari Gunung Lompobattang ke arah hilir mempunyai kemiringan agak curam sampai terjal sehingga berpotensi menjadikan aliran cukup deras dan membawa sedimen yang cukup besar pula, sedang kondisi sungai di bagian hilir yaitu mulai dari pertemuan Sungai Karalloe dan Sungai Kelara ke arah hilir sampai ke muara Sungai Kelara mempunyai kemiringan yang datar sampai landai sehingga daerah ini alur sungai utamanya mengalami sedimentasi, menyebabkan aliran air mencari daerah yang lebih rendah sehingga kondisi alur sungai berbelok – belok dan mempunyai beberapa percabangan sungai yang dapat mengalirkan air menuju laut (Laut Flores)

Selain itu, pada tepi sungai juga terjadi kelongsoran tebing sungai (*river bank erosion*) di beberapa tempat yang menyebabkan lahan perkebunan dan pemukiman penduduk pada bantaran sungai berkurang. Masyarakat mengalami kerugian yang sangat besar. Dari uraian permasalahan di atas mendorong kami untuk melakukan penelitian dengan mengangkat judul skripsi **ANALISIS DEBIT BANJIR RENCANA EMBUNG KELARA KAB. JENEPONTO**". Penelitian ini diharapkan dapat menjadi solusi alternatif penanggulangan dan penanganan banjir pada Embung Kelara Kabupaten Jeneponto.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian di atas, dapat dirumuskan rumusan masalah sebagai berikut :

- Bagaimanakah menganalisa intensitas hujan berdasarkan hasil perhitungan matematis dari data curah hujan untuk memperoleh debit banjir.

1.3 Maksud dan Tujuan

1.3.1. Maksud Penelitian

Maksud dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengkaji keadaan Banjir Sungai Kelara terhadap pembangunan Embung dengan metode analitis.

1.3.2. Tujuan penelitian ini

Menganalisa debit banjir pada embung kelara.

1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

Sebagai pokok bahasan dalam penelitian ini adalah menghitung debit banjir rencana embung kelara Kab. Jeneponto.

Adapun batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Lokasi Penelitian di lakukan di Desa Tompobulu Kecamatan Rumbia Kabupaten Jeneponto.

2. Perhitungan debit banjir rencana dengan menggunakan metode hidrograf Nakayashu.

1.5. Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pembahasan dalam penelitian ini, maka sistematika penulisan penelitian disusun dalam lima bab. Adapun sistematika penulisan penelitian adalah sebagai berikut

BAB I : Pendahuluan

Menguraikan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, ruang lingkup, serta sistematika penulisan.

BAB II : Tinjauan Pustaka

Menyajikan teori – teori yang digunakan sebagai landasan untuk menganalisis dan membahas permasalahan penelitian.

BAB III : Metode Penelitian

Menjelaskan mengenai langkah - langkah atau prosedur pengambilan dan pengolahan data hasil penelitian meliputi jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, langkah - langkah penelitian, prosedur penelitian, dan variabel penelitian.

BAB IV : Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini akan dibahas, analisa curah hujan untuk memperoleh debit banjir, tinggi muka air banjir Sungai Kelara.

BAB V : Penutup

Berisikan kesimpulan dari rangkaian penelitian dan saran – saran terkait hasil penelitian.

UNIVERSITAS

BOSOWA

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sungai

2.1.1 Pengertian Sungai

Sungai adalah bagian dari muka bumi yang paling rendah dibandingkan dengan permukaan sekitarnya dan menjadi tempat air mengalir (sumber : Suyono Sosrodarsono, 1984)

Definisi tersebut merupakan definisi sungai yang alami, Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 35 Tahun 1991 tentang Sungai diuraikan bahwa : “sungai adalah tempat – tempat dan wadah – wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan.

2.1.2 Morfologi Sungai

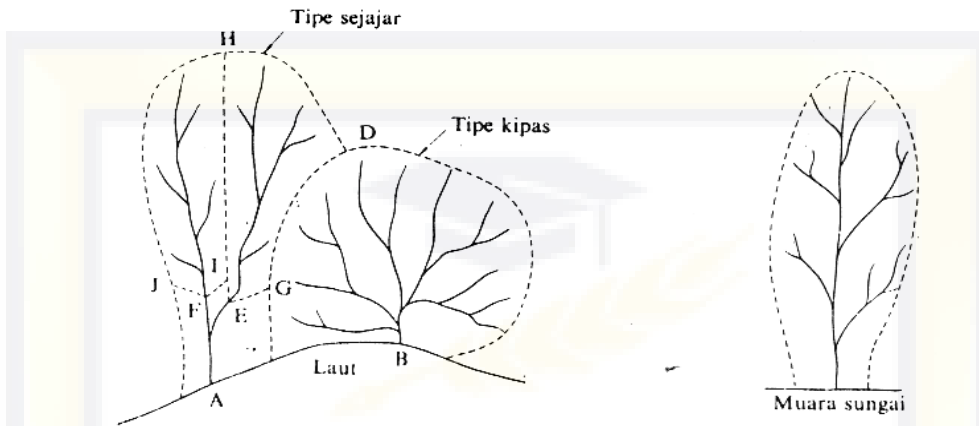
Sifat-sifat sungai dipengaruhi oleh luas dan bentuk daerah pengalirannya serta kemiringannya. Menurut **Neuman (1991)** untuk mengetahui banyaknya anak-anak sungai suatu daerah dan dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kerapatan sungai} = \frac{\text{Total panjang sungai dan anak sungainya (Km)}}{\text{Luas daerah pengaliran (Km}^2\text{)}} \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

- a. Kerapatan sungai adalah suatu indeks yang menunjukkan banyaknya anak sungai dalam suatu daerah pengaliran.

b. Luas daerah pengaliran = Luas Catchment area.



Gambar 2.1 Daerah pengaliran sungai dan pola Susunan anak-anak sungainya
Gambar 2.2 Susunan anak-anak sungai (Tipe cabang pohon)

(Sumber : Suyono Sosrodarsono, 1984)

2.1.3 Karakteristik Sungai

Sungai mempunyai fungsi mengumpulkan curah hujan dalam suatu daerah tertentu dan mengalirkan kelaut. Sungai itu dapat digunakan juga untuk berjenis-jenis aspek seperti pembangkit tenaga listrik, pelayaran, pariwisata, perikanan dan lain-lain. Dalam bidang pertanian sungai itu berfungsi sebagai sumber air yang penting untuk irigasi (sumber : Sumarto, 1986)

1. Daerah Pengaliran

Daerah pengaliran sebuah sungai adalah daerah tempat presipitasi itu mengkonsentrasi ke sungai. Garis batas daerah-daerah aliran yang berdampingan disebut batas daerah pengaliran. Daerah pengaliran,

topografi, tumbuh-tumbuhan dan geologi mempunyai pengaruh terhadap debit banjir, corak banjir, debit pengaliran, dasar dan seterusnya.

2. Corak dan karakteristik daerah pengaliran

a) Daerah pengaliran berbentuk bulu burung

Jalur daerah di kiri kanan sungai utama dimana anak sungai mengalir ke sungai utama disebut daerah pengaliran bulu burung. Daerah pengaliran sedemikian mempunyai debit banjir yang kecil, oleh karena waktu tiba banjir dari anak-anak sungai itu berbedabeda sebaliknya banjirnya berlangsung agak lama.

b) Daerah pengaliran radial

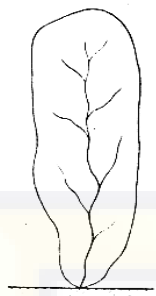
Daerah pengaliran yang berbentuk kipas atau lingkaran dan dimana anak sungainya mengkonsentrasi kesuatu titik secara radial disebut daerah pengaliran radial. Daerah pengaliran dengan corak sedemikian mempunyai banjir yang besar di dekat titik pertemuan anak-anak sungai.

c) Daerah pengaliran paralel

Bentuk ini mempunyai corak dimana dua jalur daerah pengaliran yang bersatu dibagian pengaliran yang bersatu dibagian hilir, banjir itu terjadi disebelah hilir titik pertemuan sungai-sungai.

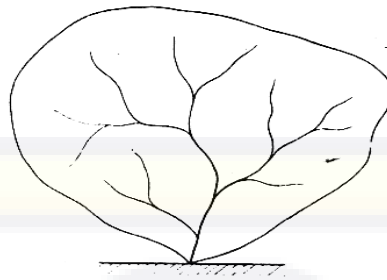
d) Daerah pengaliran yang kompleks

Hanya beberapa buah daerah aliran yang mempunyai bentuk-bentuk ini dan disebut daerah pengaliran yang kompleks.



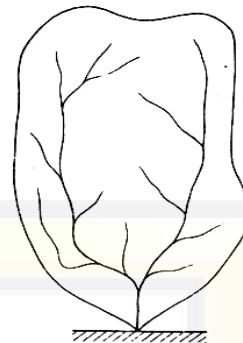
Laut

Gambar 2.3 Daerah pengaliran Yang berbentuk bulu burung



laut

Gambar 2.4 Daerah pengaliran yang melebar



laut

Gambar 2.5 Daerah yang sejajar pengaliran

Sumber : Suyono Sosrodarsono, 1993

2.1.4 Pembagian Aliran Sungai Menurut Topografi

Sungai menurut kemiringan/landai dasarnya dapat dibagi atas tiga

bagian yaitu :

1. Bagian atas atau hulu sungai (*up stream*)

Bagian atas atau hulu sungai biasa juga disebut dengan *up stream*, letaknya adalah di lereng-lereng gunung sehingga kecepatan aliran masih tinggi atau deras. Pada daerah ini kecepatan aliran air dapat mencapai puluhan meter perdetik (ada yang mencapai 40 m/detik).

Penampang memanjang sungai sangat tidak beraturan, akibat dari adanya bermacam-macam saling bergantian terjadi pengikisan yang besar yaitu material halus, kerikil batuan sehingga pada bagian ini disebut zona pengikisan.

2. Bagian tengah sungai (*middle stream*)

Pada bagian ini kemiringan rata-rata dasar sungai agak curam, namun aliran air sudah agak tenang, kecepatan aliran banjir masih dapat mencapai 4 atau 5 m/detik. Benda-benda kikisan dari bagian atas

yang besar sudah mulai mengendap, sedangkan yang halus masih terus terbawa arus. Pada bagian ini terjadi pengendapan sedimen, tetapi pengikisanpun senantiasa mengimbangi sedimentasi tersebut sehingga bagian ini disebut juga zona keseimbangan.

Daerah di sekitar sungai adalah daratan, jadi tinggi permukaan air sungai tidak banyak berbeda dengan permukaan tanah disekelilingnya. Pada musim penghujan yang lama seringkali terjadi banjir dan air meluap ke daerah dataran.

Pada bagian ini air mulai membentuk sendiri arah arusnya/ alirannya, dimana sungai kelihatan berkelok-kelok yang lazim disebut meandering

3. Bagian bawah atau hilir sungai (*down stream*)

Pada bagian hilir ini pengendapan akan sering melebihi pengikisan, terutama jika pada bagian hulu dan bagian tengah terjadi proses erosi yang cukup besar. Jika hal ini terjadi, maka muka air akan naik (bertambah besar) seiring dengan pengikisan tebing sungai sehingga sungai tidak mampu menampung debit sungai.

Jadi jika ditinjau dari kondisi topografi, maka jelas bahwa pada umumnya masalah banjir, perbaikan sungai, pengerukan sedimentasi serta masalah-masalah pengendalian banjir terdapat pada daerah bawah atau hilir sungai, dan sebagian lagi di daerah tengah, sedangkan pada bagian atas, diperlukan tindakan pengendalian aliran sungai untuk mencegah penggerusan.

Kecepatan pengaliran pada bagian hilir sungai akan lebih kecil dari bagian tengah dan bagian hulu lebih kurang 2 m/detik.

Pada bagian hilir sungai digolongkan sebagai sungai alluvial, yaitu sungai yang mengalir diatas alluvium yang dibentuk oleh sungai itu sendiri. Secara garis besar sungai dataran alluvium dapat diklasifikasikan dalam tiga jenis yaitu:

- a) Jenis yang berkelok-kelok
- b) Jenis yang dasarnya meningkat akibat pengendapan
- c) Jenis yang dasarnya turun akibat penggerusan

2.1.5 Proses Meandering Pada Sungai

Proses meandering suatu sungai adalah proses penggerusan tebing luar dari belokan-belokan sungai itu, sedang pada belokan bagian dalam terjadi pengendapan. Proses ini merupakan hukum alam atau suatu proses yang terjadi secara alami, yaitu proses yang terjadi pada belokan sungai akibat gaya sentrifugal sehingga arus terdesak kebagian luar belokan dan aliran terkonsentrasi hanya pada bagian luar belokan pada bagian ini selain desakan keluar, arus juga membelok ke bawah/ kearah dasar, maka kesimpulannya tebing terkikis arus sekaligus menggerus dasar sungai.

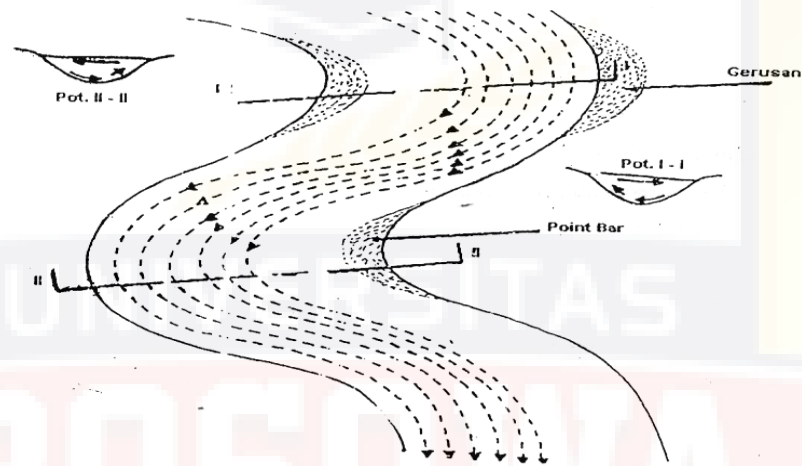
Pengendapan yang terjadi pada bagian dalam belokan disebut juga "*point bar*", sedang pada bagian yang lurus yaitu antara dua belokan arus air menyebar cukup merata keseluruh penampang sungai, kekuatan

arus berkurang dan terjadilah pengendapan, sehingga sungai menjadi dangkal (*crossing* = penyeberangan) point bar yang belum muncul.

Jadi proses meandering ini terjadi disebabkan oleh aliran sungai yang selalu berusaha menuju ke keadaan yang seimbang antara kemiringan dengan keadaan sedimen yang terangkut. Sehubungan dengan hal tersebut di atas serta pengamatan yang telah diadakan, di tarik suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. Sungai mengalir melalui dataran alluvium, akan membuat suatu “jalan” yang membelok-belok dimana arah belokan akan silih berganti. Diantara dua belokan tersebut terdapat bagian yang lurus, pada bagian tepi belokan bagian luar atau didekatnya, terjadi kedalaman air yang maksimum, sedang pada bagian lurus terjadi pendangkalan oleh pengendapan.
2. Akibat perubahan debit, kemiringan sungai dan bahan sedimen yang terangkut terjadi perubahan dari pada belokan-belokan.
3. Jadi dapat dikatakan bahwa setiap proses meandering adalah tergantung pada kombinasi tiga faktor yang sangat erat hubungannya yaitu :
 - a) Besarnya debit dan jari-jari hidrolis dari pada sungai.
 - b) Banyaknya sedimen yang diangkut.
 - c) Mudah tidaknya pengikisan pada dasarnya dan tebing-tebing sungai.

Hubungan antara ketiga faktor ini adalah sangat kompleks karena tidak adanya faktor yang dapat ditinjau tersendiri, atau dapat dikatakan bahwa pengaruh ketiga faktor ini tidak dapat dipisah-pisahkan (sumber : Suyono Sosrodarsono, 1993)



Gambar.2.6. Pengaliran laminar

2.1.6. Catchment Area Sungai

Catchment area (daerah tangkapan air sungai), adalah daerah tangkapan air yang terdiri dari stasiun-stasiun curah hujan yang dapat mewakili daerah-daerah tertentu. Catchment area dibatasi oleh garis-garis batas daerah pengaliran. Daerah pengaliran sebuah sungai adalah daerah tempat presipitasi itu mengkonsentrasi ke sungai atau daerah yang memberi air kepada sungai tersebut.

Luas daerah pengaliran (*Catchment area*) dapat diperkirakan dengan pengukuran daerah itu pada peta topografi, daerah pengaliran,

topografi, tumbuh-tumbuhan dan geologi mempunyai pengaruh terhadap debit banjir, corak banjir, debit pengaliran dasar dan seterusnya.

2.2 Hidrologi

2.2.1 Pengertian Hidrologi

Hidrologi menurut linsley adalah ilmu yang membahas atau mempelajari tentang air yang ada di bumi yaitu kejadian, sirkulasi dan penyebaran, sifat-sifat fisis dan kimiawi serta reaksinya terhadap lingkungan termasuk hubungannya dengan kehidupan.

Sedangkan pengertian hidrologi menurut Wilson, 1950 adalah sebagai ilmu yang mempelajari kejadian dan gerakan air dipermukaan bumi dan diatas permukaan bumi (atmosfir), yaitu berbagai bentuk air yang terjadi perubahan dari keadaan cair, padat dan gas di atmosfer dan dilapisan kulit bumi.

2.2.2 Curah Hujan

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan rancangan sistem Drainase adalah curah hujan rata-rata Maksimum di seluruh daerah yang bersangkutan. Stasiun-stasiun pengamat hujan yang tersebar pada suatu daerah aliran dapat dianggap sebagai titik (*point*). Tujuan mencari hujan rata-rata maksimm adalah mengubah hujan titik (*point rainfall*) menjadi hujan wilayah (*regional rainfall*) atau mencari suatu nilai yang dapat mewakili pada suatu daerah aliran, yaitu :

- **Cara Poligon Thiessen**

Jika titik-titik di daerah pengamatan di dalam daerah itu tidak tersebar merata, maka cara perhitungan curah hujan dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap pengamatan.

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + A_3R_3 + \dots + A_NR_N}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_N} \dots\dots\dots(2.2)$$

dimana :

A_i adalah luas pengaruh dari stasiun i.

2.2.3 Frekuensi curah hujan

Cara perkiraan untuk mendapatkan frekuensi kejadian curah hujan dengan intensitas tertentu yang digunakan dalam perhitungan pengendalian banjir, rancangan drainase dan lain-lain adalah hanya dengan menggunakan data pengamatan yang lalu. Jika data pada sebuah titik pengamatan itu lebih dari 20 tahun, maka frekuensi atau perkiraan data hidrologi itu dapat diperoleh dengan cara perhitungan kemungkinan tersebut dibawah ini.

Perhitungan frekuensi ini adalah cara seperti yang digunakan di Amerika Serikat, yakni cara tahun stasiun (*station-year method*) yang menjumlahkan banyaknya titik pengamatan dengan banyaknya tahun-tahun pengamatan. Cara ini memperkirakan frekuensi dengan menjumlahkan banyaknya tahun pengamatan pada titik –titik pengamatan dalam daerah itu. Misalnya, jika terdapat data selama 20 tahun pada

setiap 10 titik pengamatan, maka dianggap bahwa harga maksimum dari data-data ini mempunyai frekuensi sekali dalam $10 \times 20 = 200$ tahun, yang kedua (maksimum) sekali dalam $200 \times \frac{1}{2} = 100$ tahun dan yang ketiga (maksimum) sekali dalam $200 \times \frac{1}{3} = 67$ tahun.

Cara ini adalah cara yang paling sederhana tanpa penyelesaian secara statistik. Penerapan cara ini dapat diadakan untuk daerah yang mempunyai kondisi meteorologi yang sama, bukan seperti daerah pegunungan.

Metode perhitungan frekuensi curah hujan terdiri dari beberapa metode, dalam tulisan ini hanya digunakan dua metode yaitu :

a. Metode Gumbel

Metode Gumbel adalah metode distribusi eksponensial yang sekaligus telah menggunakan kurva asimetris kerapatan dan dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\bar{X}_t = X + S \cdot K \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

X = Curah hujan harian maksimum tiap tahun pengamatan (mm/jam)

n = Lamanya pengamatan atau periode data yang tercatat.

Xt = Besarnya curah hujan dalam periode ulang (tahun)

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

K = Faktor frekuensi

$$S = \text{Simpangan baku} = \frac{\sqrt{\sum(X-\bar{X})^2}}{n-1} \dots\dots\dots (2.4)$$

E.J. Gumbel biasanya menggunakan distribusi dari nilai extreme dengan distribusikan dobel exponential. Besarnya faktor frekuensi dalam metode ini :

$$K = (Y_t - Y_n)/S_n \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana :

S_n = Standar deviasi pada n (Reduced standar deviasi, lihat table III-1)

Y_n = Variasi rata-rata (Reduced mean, lihat table III-2)

Y_t = Variasi berkurang (Reduced variated, lihat table III-3)

Ini merupakan fungsi dari besarnya sample atau data, dimana Y_t didapat dari rumus :

$$Y_t = -\text{Ln} \left\{ \text{Ln} \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right\} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

T_r = Periode ulang (tahun)

Tabel II - 1. Reduced Standar Deviation (S_n)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9497	0,9697	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0961	1,0961	1,1044	1,1044	1,1086
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1363	1,1383
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1639	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1903	1,1915	1,1915	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060

Bahan Ajar Hidrologi

Tabel II - 2. Reduced Mean (Y_n)

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5070	0,5070	0,5100	0,5228	0,5157	0,5158	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5320	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5371	0,5380	0,5396	0,5402	0,5410	0,5418	0,5424	0,5430
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5529	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5563	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599

*Bahan Ajar Hidrologi***Tabel II - 3 Reduce Variate (Y_t)**

Periode Ulang T_r (tahun)	Reduced Variate, Y_{tr}	Periode Ulang T_r (tahun)	Reduced Variate, Y_{tr}
2	0.3668	100	4.6012
5	1.5004	200	5.2969
10	2.2510	250	5.5206
20	2.9709	500	6.2149
25	3.1993	1000	6.9087
50	3.9028	5000	8.5188
75	4.3117	10000	9.2121

*Bahan Ajar Hidrologi***b. Metode Log Pearson Tipe – III**

Distribusi log pearson tipe III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai extrem. Cara yang dianjurkan dalam pemakaian distribusi log pearson adalah dengan mengkonversihkan rangkaian datanya menjadi logaritmis. Terdapat 12 buah cara pearson, namun hanya cara log pearson tipe III yang sering digunakan dalam analisis hidrologi persamaan fungsi kerapatan peluangnya adalah :

$$P(x) = \frac{1}{(a)^r} (b) \left(x - \frac{c}{a}\right)^{b-1} e^{-\left(\frac{x-c}{a}\right)} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

P(x) = Peluang dari variabel x

x = Nilai variabel x

a, b, c = Parameter

Bentuk komulatif dari distribusi log-pearson tipe III dengan nilai variabelnya x apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmis (*logarithmic probability paper*) akan merupakan model matematik persamaan garis lurus :

$$X = \bar{X} + K S \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

X = Banjir dengan suatu nilai probabilitas tertentu

\bar{X} = Nilai rata-rata dari rangkaian banjirnya

S = Deviasi standar dari x

K = Faktor frekuensi yang ditentukan oleh suatu distribusi tertentu, merupakan fungsi dari tingkat probabilitas x atau merupakan karakteristik dari distribusi log pearson tipe-III.

Prosedur untuk menentukan kurva distribusi Log Pearson Tipe-III adalah sebagai berikut :

- Transformasi data aslinya kedalam harga-harga logaritma
- Hitung nilai rata-ratanya.
- $\overline{\text{Log } X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (\text{Log } X_i) \dots\dots\dots(2.9)$

n = Jumlah data

- Hitung nilai deviasi standar dari log x

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1} \dots\dots\dots (2.10)$$

- Hitung nilai koefisien kemencengan :

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3} \dots\dots\dots (2.11)$$

Sehingga nilai x untuk setiap tingkat probabilitas dihitung dari persamaan : $X = \bar{X} + K S$, yang dimodifikasi menjadi :

$$\text{Log } X = \overline{\text{Log } X} + K S \dots\dots\dots (2.12)$$

- a) Tentukan anti log dari log X untuk mendapatkan nilai x yang diharapkan terjadi pada tingkat peluang atau periode tertentu sesuai dengan nilai (G) dapat dilihat pada tabel 4. Apabila nilai $G = 0$, maka distribusi kumulatifnya akan tergambar sebagai garis lurus pada kertas grafik log normal.

2.2.4 Menentukan Metode Terpilih Dengan Chi Kuadrat

Perhitungan menggunakan Chi kuadrat dilakukan guna menentukan curah hujan maksimum yang paling sesuai untuk digunakan. Untuk menentukan metode yang digunakan dilakukan uji kecocokan dengan metode Chi kuadrat. Selanjutnya hasil kecocokan ini dibandingkan diantara dua metode yang digunakan sebagai bahan analisa penentuan curah hujan harian maksimum.

Uji chi kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah metode yang digunakan dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang

dianalisa. Pengambilan keputusan ini menggunakan parameter X^2 karena itu disebut uji chi kuadrat. Nilai dari parameter X^2 itu dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana :

X_h^2 = Parameter Chi kuadrat terhitung

O_i = Jumlah nilai pengamatan pada kelas interval ke 1

E_i = Jumlah nilai teoritis pada kelas interval ke 1

Persamaan yang digunakan untuk menentukan besarnya peluang

suatu data curah hujan (X) ada lah persamaan Weibull, sebagai berikut :

$$P = \frac{m}{n-1} \dots\dots\dots (2.14)$$

$$T = \frac{n-1}{m} \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana :

P = Peluang terjadinya kumpulan nilai yang diharapkan selama periode pengamatan.

T = Periode ulang dari kejadian.

n = Jumlah pengamatan dari variasi X

m = Nomor urut kejadian

Data curah hujan yang telah dihitung besarnya peluang atau periode ulangnya, selanjutnya apabila digambarkan pada kertas grafik peluang atau periode ulangnya, umumnya akan membentuk persamaan garis lurus.

2.2.5 Evapotranspirasi

Peristiwa berubahnya air menjadi uap dan bergerak dari permukaan tanah dan permukaan air ke udara disebut evaporasi. Peristiwa penguapan tanaman disebut transpirasi. Dengan kata lain evapotranspirasi bisa juga diartikan sebagai kehilangan air dari lahan dan permukaan air dari suatu daerah pengaliran sungai akibat kombinasi proses evaporasi dan transpirasi. Evaporasi adalah pemindahan air dari keadaan cair ke kondisi menguap (menjadi uap). Transpirasi adalah proses dimana tanaman mengisap air dari profil tanah kemudian melepaskannya ke udara sebagai uap melalui metabolisme tanaman. Semua jenis tanaman memerlukan air untuk kelangsungan hidupnya. Masing-masing tanaman berbeda-beda kebutuhan airnya. Hanya sebagian kecil air saja yang tertinggal di dalam tumbuh-tumbuhan, sebagian besar air setelah diserap lewat akar-akar dan dahan-dahan ditranspirasikan lewat daun. Dalam kondisi di lapangan tidak mudah untuk membedakan antara evaporasi dengan transpirasi jika tanahnya tertutup oleh tumbuh-tumbuhan. Kedua proses tersebut evaporasi dan transpirasi, saling berkaitan, sehingga dinamakan evapotranspirasi.

Faktor-faktor meteorologi yang mempengaruhi besarnya evaporasi adalah sebagai berikut :

- a. **Radiasi matahari.** Evaporasi merupakan konversi air kedalam uap air. Proses ini berjalan terus hampir tanpa berhenti di siang hari. Perubahan dari keadaan cair menjadi gas ini memerlukan energi

berupa panas untuk evaporasi. Proses tersebut akan sangat aktif jika ada penyinaran matahari langsung. Awan merupakan penghalang radiasi matahari dan menghambat proses evaporasi.

- b. **Angin.** Jika air menguap ke atmosfer maka lapisan batas antara permukaan tanah dan udara menjadi jenuh oleh uap air sehingga proses penguapan berhenti. Agar proses tersebut dapat berjalan terus, lapisan jenuh harus diganti dengan udara kering. Pergantian itu hanya mungkin kalau ada angin. Yang akan menggeser komponen uap air. Jadi kecepatan angin memegang peranan penting dalam proses evaporasi.
- c. **Kelembaban relatif.** Faktor lain yang mempengaruhi evaporasi adalah kelembaban relatif udara. Jika kelembaban relatif ini naik, maka kemampuan udara untuk menyerap air akan berkurang sehingga laju evaporasinya menurun. Penggantian lapisan udara pada batas tanah dan udara dengan udara yang sama kelembaban relatifnya tidak akan menolong dalam memperbesar laju evaporasinya.
- d. **Suhu.** Seperti telah disebutkan di atas energi sangat diperlukan agar evaporasi berjalan terus. Jika suhu udara dan tanah cukup tinggi, proses evaporasi berjalan lebih cepat dibandingkan dengan jika suhu udara dan tanah rendah dengan adanya energi panas yang tersedia. Kemampuan udara untuk menyerap uap air akan naik jika suhunya naik, maka suhu udara mempunyai efek ganda terhadap besarnya evaporasi dengan mempengaruhi kemampuan udara menyerap uap

air dan mempengaruhi suhu tanah yang akan mempercepat penguapan.

Faktor lain yang penting adalah jumlah air yang tersedia cukup banyak, jika jumlah air selalu tersedia secara berlebihan dari yang diperlukan oleh tanaman selama proses transpirasi, maka jumlah air yang ditranspirasikan akan lebih besar dibandingkan apabila tersedianya air di bawah keperluan. Evapotranspirasi yang mungkin terjadi pada kondisi air yang tersedia berlebihan disebut evapotranspirasi potensial. Meskipun demikian kondisi air berlebih sering tidak terjadi, evapotranspirasi tetap terjadi dalam kondisi air tidak berlebihan meskipun tidak sebesar evapotranspirasi potensial. Evapotranspirasi ini disebut evapotranspirasi aktual.

Evapotranspirasi sangat mempengaruhi debit sungai, besarnya kapasitas waduk, besarnya kapasitas pompa untuk irigasi, penggunaan konsumtif untuk tanaman dan lain-lain. Dalam penulisan tugas akhir ini hanya dibatasi evapotranspirasi yang mempengaruhi debit sungai. Proses evapotranspirasi dapat terjadi pada permukaan air atau pada permukaan dimana persediaan air terbatas. Laju evapotranspirasi dari permukaan tersebut sebanding dengan tekanan uap pada permukaan tersebut dan tekanan uap pada udara di atasnya. Selama periode evaporasi rendah, yang kemudian dihabiskan pada waktu evaporasi tinggi. Selain evaporasi langsung dari kelembaban tanah, juga kelembaban dipindahkan oleh tanaman dan vegetasi melalui proses transpirasi.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung besarnya evapotranspirasi metode Penman Modifikasi adalah :

$$E = C * (W * R_n + (1 - W) * f(u) * (e_a - e_d)) \dots\dots\dots(2.16)$$

dimana :

E = evapotranspirasi potensial harian (mm/hari)

C = faktor pengatur

W = faktor bobot yang dipengaruhi temperatur dan ketinggian lokasi sta.

R_n = Radiasi netto = R_{nl} - R_{ns} dimana :

R_{ns} = Radiasi gelombang pendek yang diserap (mm/hari)

R_{ns} = (1 - w) * R_s

R_s = Radiasi gelombang pendek yang diterima (mm/hari)

R_s = (0,25 + $\frac{u}{N}$) * R_a

R_a = Extra terrestrial radiation

R_{nl} = Radiasi gelombang pendek yang dipancarkan (mm/hari)

= f(T)*f(n/N)*f(ed)

f(T) = τTK^4

τ = konstanta Stefan-Boltzman = 2.01 x 10⁻⁹ mm/hari

TK = temperatur (*kelvin*)

F(n/N) = 0,1 + 0,9 (n/N)

n/N = perbandingan penyinaran matahari aktual dan maksimal

f(ed) = 0,34 - 0,044 \sqrt{ed}

$$f(u) = \text{Fungsi dari kecepatan angin}$$

$$= 0,27 \left(\frac{1+u}{100} \right) \text{ dimana } u = \text{kecepatan angin (km/hari)}$$

e_a = Tekanan uap jenuh (*lampiran B1*)

e_d = Tekanan uap aktual

$$= e_a \times \frac{Rh}{100}$$

2.2.6 Pengertian Banjir

Ditinjau dari kondisi tampang ada dua pengertian banjir yaitu :

- a) Banjir yang melampaui kapasitas saluran drainase.
- b) Banjir yang berupa penggenangan air disuatu daerah tertentu yang melebihi suatu batas tinggi tertentu.

Sedangkan ditinjau dari kondisi siklusnya juga ada dua pengertian banjir yaitu :

- a) Banjir genangan adalah debit air hujan yang melimpah terkumpul pada suatu daerah atau tempat dan tidak dapat dialirkan karena saluran drainasenya mengalami penyempitan atau tidak ada.
- b) Banjir limpasan adalah debit air hujan yang melimpah melebihi kapasitas tampung sebuah saluran drainase atau sebuah sungai.

Dilihat dari tujuannya,banjir dapat diukur dengan 4 cara yaitu sebagai berikut :

- a) Untuk keperluan suatu perencanaan bangunan didalam sungai baik memanjang maupun melintang, banjir dapat diukur menurut tinggi muka airnya.
- b) Untuk keperluan suatu rencana pemanfaatan tanah disekitar sungai, banjir dapat diukur menurut luas daerah yang tergenang air banjir.
- c) Untuk keperluan suatu rencana gorong-gorong, jembatan, saluran dan sebagainya, banjir dapat diukur menurut luas daerah dan besarnya maksimum yang dinyatakan dalam m^3 .
- d) Untuk perencanaan bangunan penampung keperluan irigasi, penyediaan air, pengendalian banjir dan sebagainya, banjir dapat diukur menurut volumenya.

2.2.7 Frekuensi Banjir

Frekuensi banjir adalah suatu banjir yang diharapkan atau diperlukan akan terjadi rata-rata sekali setiap n tahun atau dengan diperkirakan lain tahunan berulangnya n tahun. Kejadian pada suatu kurun waktu tertentu tidak berarti akan terjadi sekali selama setiap 10 tahun akan tetapi terdapat suatu kemungkinan dalam 1000 tahun akan terjadi 100 kali kejadian 10 tahunan.

Analisa frekuensi banjir digunakan untuk hal-hal tertentu antara lain:

- a) Sebagai pedoman untuk perhitungan kapasitas suatu bangunan, seperti jembatan, bendung, cofferdam dan sebagainya.

- b) Untuk memperkirakan banyaknya kerusakan akibat banjir agar dapat ditentukan langka-langka pemecahannya dengan suatu sistem pengendalian banjir untuk jangka waktu tertentu yang umumnya diambil sama dengan umur ekonomis bangunan.

Tujuan menganalisa frekuensi banjir adalah :

- a. Untuk memperkirakan besarnya debit banjir maksimum dalam jangka waktu tertentu.
- b. Untuk memperkirakan lamanya banjir serta interval waktu antara banjir dan bulan terjadi banjir.

Data yang diperlukan untuk menunjukkan teori kemungkinan ini adalah minimum 10 tahun besaran hujan/ debit harga tertinggi dalam setahun. Jelasnya diperlukan data minimum 10 tahun (dapat dilihat dari table koefisien "*reduced mean*"), misalnya data yang diperoleh dari pengamatan selama jangka waktu 50 tahun, maka banjir-banjir maksimum 10 tahun boleh dikatakan dapat dengan ketetapan yang cukup tinggi.

2.2.8. Analisa Debit Banjir Berdasarkan Metode Hidrograf Sintetik

Pada dasarnya hidrograf merupakan visualisasi perubahan besaran parameter hidrologi terhadap waktu kejadiannya. Parameter yang dimaksud anatara lain : tinggi hujan, tinggi muka air dan debit sungai.

2.2.8.1 Karakteristik Hidrograf Aliran

Hidrograf aliran dapat digunakan untuk mengetahui perubahan aliran di sungai/saluran sebagai akibat terjadinya hujan selama waktu

tertentu. Pada siklus hidrologi, terlihat dengan jelas bahwa aliran sungai tersebut terjadi akibat limpasan air hujan baik langsung maupun tak langsung. Bila pengaruh turunnya air hujan terhadap aliran sungai digambarkan terhadap waktu maka akan diperoleh hidrograf aliran yang mempunyai komponen kurva sebagai berikut :

1. Aliran dasar (*base flow*) :

Limpasan tak langsung bersumber dari air tanah yang mengalir keluar melalui mata air ataupun rembesan ke sungai dengan debit yang relatif konstan.

2. *Rissing Limb* :

Hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan mengalami proses kehilangan air akibat intersepsi, infiltrasi, dan kemudian sisanya menjadi limpasan air permukaan (*surface runoff*). Limpasan air menuju ke sungai dan tinggi muka air mulai bergerak naik sampai debit puncak (Q_p), disebut "*Rissing Limb*" atau kurva yang menggambarkan naiknya debit aliran permukaan sejak awal pengaruh hujan sampai dengan terjadinya debit puncak.

3. *Recession Limb* :

Setelah debit puncak tercapai, selanjutnya grafik debit mulai menurun, disebut "*Recession Limb*" atau kurva yang menggambarkan turunnya debit aliran permukaan sejak tercapainya puncak sampai dengan akhir pengaruh hujan.

4. Inflection Point :

Setelah debitnya menurun, mulailah penarikan tampungan dari tanah karena kontribusi “ *Surface runoff*” ke kontribusi “*Ground water runoff*”

5. Time Lag/Basin Lag :

Adalah waktu yang diukur dari pusat *hyetograf* (pertengahan terjadinya hujan) sampai dengan puncak hidrograf.

6. Time of Concentration :

Adalah waktu yang diukur dari *hyetograf* sampai dengan “*Inflection point*”. Atau waktu antara berakhirnya hujan sampai dengan terjadinya debit puncak.

7. Recession Time:

Adalah waktu antara terjadinya puncak aliran sampai dengan berakhirnya pengaruh hujan terhadap aliran.

8. Time Base :

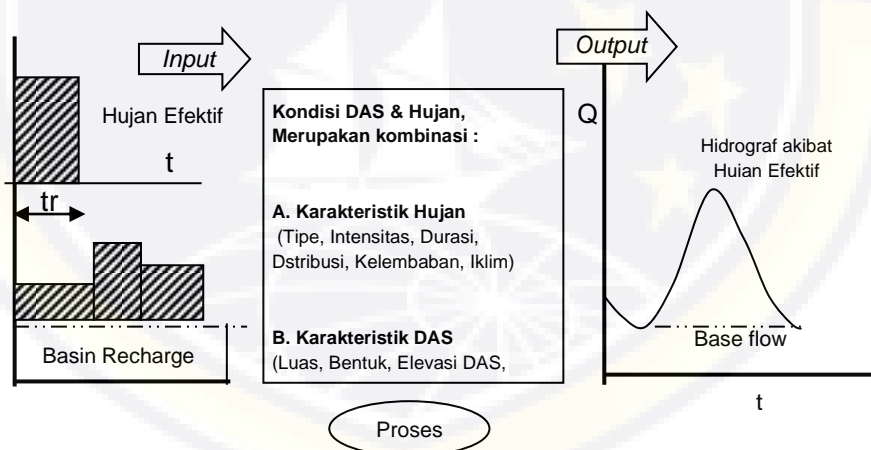
Adalah total waktu terjadinya pengaruh hujan terhadap aliran.

Besaran komponen dan bentuk dari kurva hidrograf menggambarkan proses terjadinya aliran di sungai sebagai akibat turunnya hujan di dalam daerah tangkapan air dari hidrograf yang bersangkutan. Karakteristik hujan biasanya dapat digambarkan melalui besaran, lama dan distribusi hujan dalam DTA, sedangkan karakteristik DTA dapat dideskripsikan melalui beberapa parameter yaitu : porositas tanah, kemiringan lahan, tata guna lahan, morfologi sungai.

DTA dipandang sebagai blok yang sistimnya ditandai oleh respon "Q" input tertentu, sebagai berikut :

- **Input** : Hujan efektif dan *Basin Recharge*
- **Proses** : Merupakan kombinasi dari karakteristik hujan seperti ; tipe, intensitas, durasi dan distribusi hujan, defisit kelembaban tanah, berlangsung arahnya hujan, kondisi iklim serta karakteristik DAS seperti ; ukuran DAS, bentuk DAS, Elevasi DAS, rerata kemiringan sungai, kerapatan sungai, kerapatan drainase, susunan sistim sungai, jenis tanah, jenis vegetasi penutup.
- **Response (Output)** : Setiap DAS mempunyai karakteristik hujan dan kondisi fisik yang berbeda, sehingga setiap hidrograf disetiap DAS, mempunyai komponen hidrograf yang berbeda.

Secara skematis digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2.7 Sistem hidrograf satuan

(Sumber : Modul Perhitungan Debit Banjir Rencana, Universitas Indonesia, 2000)

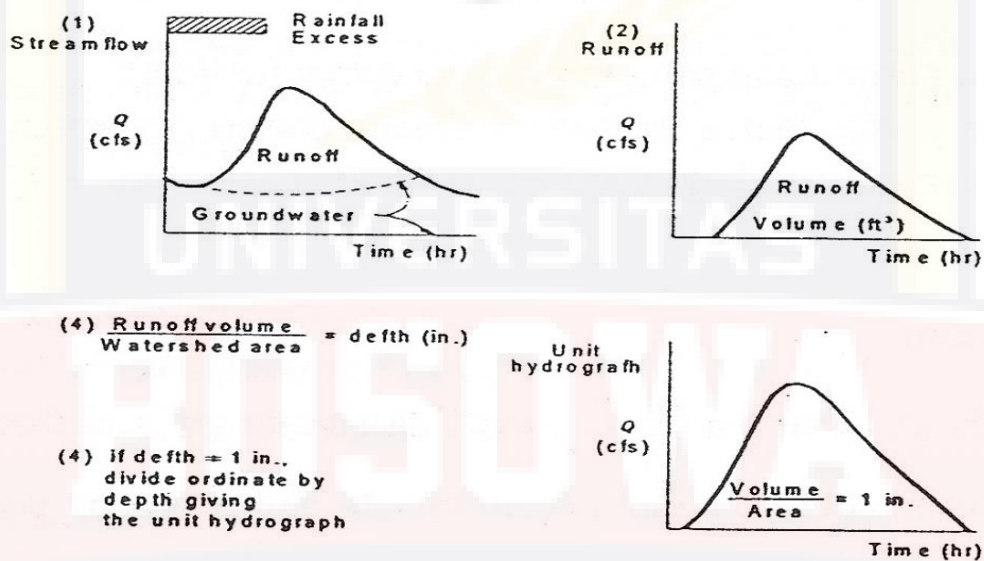
2.2.8.2 Hidrograf Satuan

Hidrograf satuan adalah besarnya suatu limpasan langsung (*direct runoff*) dari suatu daerah tangkapan air akibat hujan setinggi 1 mm (1 inch) yang turun selama 1 jam secara merata dan langgeng pada daerah tangkapan air tersebut.

Hidrograf satuan menggambarkan respon dari daerah tangkapan air dalam menghasilkan *direct runoff* akibat eksistensi hujan setinggi 1 mm selama 1 jam. Dalam konsep hidrograf satuan diasumsikan daerah tangkapan air berperilaku linier terhadap hujan yang turun. Dengan asumsi ini, aliran yang terjadi hanya dipengaruhi oleh karakteristik DAS, sehingga pengaruh distribusi hujan terhadap besaran dan distribusi aliran dapat ditentukan melalui konsep superposisi dari aliran tersebut akibat satuan hujan dalam mm/jam (inch/jam). Dengan demikian DAS yang mempunyai karakteristik yang sama akan memiliki hidrograf satuan yang sama. Berdasarkan konsep ini, hidrograf aliran yang ditimbulkan oleh setiap hujan yang turun di suatu DAS dapat ditentukan dengan menggunakan Hidrograf satuannya.

Berdasarkan konsep hidrograf satuan, besarnya total volume dari aliran permukaan adalah sama dengan luas areal di bawah kurva dari hidrograf satuan, artinya sama dengan volume air setebal 1 mm (inch) yang berada dipermukaan DAS.

Hidrograf satuan dari suatu DAS dapat ditentukan dengan menggunakan data pengukuran aliran sungai dari DAS bersangkutan dengan cara seperti gambar 2.8 :



Gambar 2.8 Pemisahan hidrograf satuan dari hidrograf aliran

Sumber : Catatan Kuliah Rekayasa Hidrologi dan Drainase, M. Syahril B.K

2.2.8.3 Konvolusi Hidrograf Satuan

Menghitung debit banjir sesungguhnya akan dipengaruhi oleh besarnya hujan dan lamanya durasi hujan yang terjadi. Besar debit banjir yang dimaksud adalah merupakan konvolusi dari hidrograf satuan yang telah dikalikan dengan besarnya hujan dan lamanya waktu jatuhnya hujan.

Persamaan konvolusi sebagai berikut :

$$Q_n = \sum_{i=1}^n P_i U_{n-i+1} \text{ atau} \dots\dots\dots (2.17)$$

$$Q_n = P_n U_1 + P_{n-1} U_2 + P_{n-2} U_3 + \dots + P_1 U_n$$

dimana :

- Q_n = Ordinat storm hidrograph,
- P_i = Kelebihan curah hujan dan
- U_j (j=n-i+1) = Ordinat unit hidrograph.

Prinsip hidrograf satuan dan konvolusi adalah sebagai berikut :

- Durasi hujan yang sama pada DAS yang sama akan menghasilkan waktu banjir yang sama/tetap
- Tinggi hujan "P", akan menghasilkan tinggi koordinat hidrograf yang proporsional
- Hujan dengan besar dan durasi tidak sama dengan satu satuan akan menghasilkan hidrograf yang proporsional. Dalam hal ini hasil hidrografnya adalah merupakan penggabungan/konvolusi dari hidrograf satuannya.

2.2.8.4 Hidrograf Satuan Sintetik

Hidrograf satuan sintetik merupakan formula yang dikembangkan untuk memprediksi unit hidrograf dari suatu DAS berdasarkan korelasi antara karakteristik fisik DAS yang terkait dengan sifat pengaliran (*direct runoff*), kemiringan, dengan karakteristik unit hidrograf DAS tersebut (besar debit puncak, waktu puncak).

Hal ini dilakukan karena tidak semua DAS mempunyai pos duga air otomatis yang dapat dengan mudah menentukan hidrograf aliran sungai yang bersangkutan dan kebanyakan hanya memiliki data pengukuran curah hujan harian.

Dengan hidrograf satuan sintetis dapat diketahui debit banjir rencana dari data hujan dengan mentransformasikan hyetograph menjadi hidrograf aliran sungai.

Beberapa metode untuk perhitungan hidrograf sintetis dan unit hidrograf sintetis telah dikembangkan antara lain : *Nakayasu unit hydrograph* dan *Snyder unit hydrograph*.

2.2.8.5. Nakayasu Unit Hydrograph

Nakayasu telah menyelidiki hidrograf satuan pada beberapa sungai di Jepang. Hasil penelitian dirumuskan dengan persamaan dan tahapan perhitungan sebagai berikut :

1. Data yang ada untuk diproses R_{24} dalam mm, panjang sungai (L) dalam km, *Catcment* area (A) dalam km^2
2. Curah hujan efektif tiap jam (*hourly of distribution of effective rainfall*)

a. Rata-rata hujan dari awal hingga jam ke-T

$$R_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (2.18)$$

Keterangan :

R_t = Rerata hujan dari awal sampai jam ke t (mm/jam)

T = Waktu hujan sampai jam ke t

R₂₄ = Curah hujan maksimum dalam 24 jam

b. Distribusi hujan pada jam ke-T

$$R_T = t.R_t - (t-1).R_{(t-1)} \dots\dots\dots (2.19)$$

Keterangan :

R_T = Intensitas curah hujan pada jam t (mm/jam)

t = Waktu (jam)

R_t = Rerata hujan dari awal sampai jam ke t (mm/jam)

R_(t-1) = Rerata curah hujan dari awal sampai jam ke (t – 1)

c. Hujan Efektif

$$R_e = c . R_T \quad (2.29) \dots\dots\dots (2.20)$$

Keterangan :

R_e = Hujan efektif

c = Koef. pengaliran sungai

R_T = Intensitas curah hujan (mm/jam)

Nilai koefisien pengaliran dicantumkan pada Tabel 2.5 (diadopsi dari Tabel Mononobe). Harga "c" yang berbeda-beda umumnya disebabkan oleh topografi DAS dan perbedaan penggunaan tanah.

3. Menentukan T_p, T_{0.3} dan Q_p

$$T_p = T_g + 0,8 . T_r \dots\dots\dots (2.21)$$

$$T_r = 0,5 T_g \text{ s/d } T_g \dots\dots\dots (2.22)$$

$$T_g = 0,4 + 0,058.L, \text{ untuk } L > 15 \text{ km} \dots\dots\dots (2.23)$$

$$T_g = 0,21.L^{0,7}, \text{ untuk } L < 15 \text{ km} \dots\dots\dots (2.24)$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot T_g, \quad \alpha = 1,5 - 3 \dots\dots\dots (2.25)$$

$$Q_p = \frac{C.A.R_o}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})} \dots\dots\dots (2.26)$$

$$T_b = T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3} + 2 T_{0,3} \dots\dots\dots (2.27)$$

Keterangan :

Q_p = Debit puncak banjir (m^3/dt)

C = Koefisien pengaliran

A = Luas daerah aliran sungai (km^2)

R_o = Hujan satuan, 1 mm

T_p = Waktu puncak (jam)

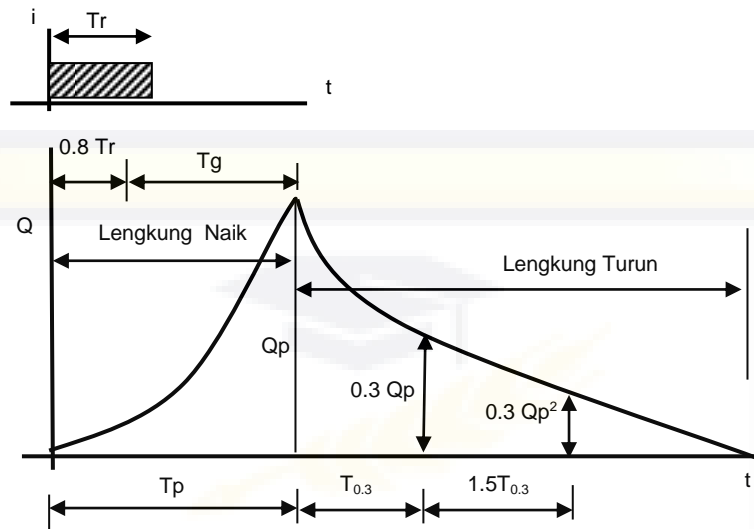
$T_{0,3}$ = Waktu yang diperlukan untuk penurunan debit, dari debit puncak menjadi 30 % dari debit puncak (jam)

T_r = Satuan waktu hujan

T_g = Waktu konsentrasi (jam), ditentukan berdasarkan L

T_b = *Time Base*

4. Menentukan keadaan kurva sebagai berikut.



Gambar 2.9 Hidrograf satuan sintetis Metode Nakayasu

(Sumber : Soemarto. C.D. 1996)

$$Q = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2.5} \dots\dots\dots (2.28)$$

b) Keadaan kurva turun dengan $Q > 0,3 Q_p$

$$Q = Q_p \cdot 0,3 \left(\frac{t - T_p}{T_{0,3}} \right)^{2.5} \dots\dots\dots (2.29)$$

c) Keadaan Kurva Turun $0,3^2 \cdot Q_p < Q < 0,3 Q_p$

$$Q = Q_p \cdot 0,3 \left(\frac{t - T_p + 0,5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}} \right)^{2.5} \dots\dots\dots (2.30)$$

d) Keadaan Kurva Turun $Q < 0,3^2 Q_p$

$$Q = Q_p \cdot 0,3 \left(\frac{t - T_p + 1,5T_{0,3}}{2T_{0,3}} \right)^{2.5} \dots\dots\dots (2.31)$$

Selanjutnya hubungan antara "t" dan Q/Ro untuk setiap kondisi kurva dapat digambarkan melalui grafik.

6. Aliran Dasar (*Base flow*)

Aliran dasar dapat didekati sebagai fungsi luas DAS dan kerapatan jaringan sungai (D_d).

$$D_d = \frac{L}{A} \dots\dots\dots (2.32)$$

$$Q_b = 0.475 A^{0.6444} \cdot D_d^{0.9435} \dots\dots\dots (2.33)$$

Keterangan :

D_d = Kerapatan jaringan sungai (km/km^2)

L = Panjang tebal sungai (km)

A = Luas DAS (km^2)

Q_b = Aliran dasar (m^3/dtk)

2.3 Embung

2.3.1. Pengertian

Embung adalah sebutan lain untuk bendungan kecil. Bendungan kecil adalah bendungan yang tidak memenuhi syarat-syarat sebagai bendungan besar.

Menurut ICOLD definisi bendungan besar adalah

1. Bendungan besar yang tingginya lebih dari 15 m, diukur dari bagian terbawah pondasi sampai ke puncak bendungan
2. Bendungan yang tingginya antara 10-15 m dapat pula disebut bendungan besar apabila memenuhi salah satu atau lebih kriteria sebagai berikut:
 - panjang puncak bendungan tidak kurang dari 500 m
 - Kapasitas waduk yang terbentuk tidak kurang dari 1 juta m³
 - Debit banjir maksimal yang diperhitungkan tidak kurang dari 2000 m³/detik
 - Bendungan menghadapi kesulitan-kesulitan khusus pada pondasinya
 - Bendungan didesain tidak seperti biasanya

(soedibyo, 1993)

2.3.2. Jenis Embung

Jenis embung dapat dikelompokkan menjadi 4 keadaan (Soedibyo, 1993), yaitu :

- Embung berdasarkan tujuan pembangunannya
- Embung berdasarkan penggunaannya
- Embung berdasarkan jalannya air
- Embung berdasarkan material pembentuknya

A. Embung Berdasarkan Tujuan Pembangunannya

Ada 2 tipe embung berdasarkan tujuan pembangunannya yaitu embung dengan tujuan tunggal dan embung serbaguna (Soedibyo, 1993).

- Embung dengan tujuan tunggal (single purpose dams) adalah embung yang dibangun untuk memenuhi satu tujuan saja, misalnya untuk pembangkit tenaga listrik atau irigasi (pengairan) atau pengendalian banjir atau perikanan darat atau tujuan lainnya tetapi hanya untuk satu tujuan saja.
- Embung serba guna (multipurpose dams) adalah embung yang dibangun untuk memenuhi beberapa tujuan misalnya : pembangkit tenaga listrik (PLTA) dan irigasi (pengairan), dan lain-lain.

B. Tipe Embung Berdasarkan Penggunaannya

Ada 3 tipe embung yang berbeda berdasarkan penggunaannya (Soedibyo, 1993), yaitu:

- Embung penampung air (storage dams) adalah embung yang digunakan untuk menyimpan air pada masa surplus dan dipergunakan pada masa kekurangan. Termasuk dalam embung penampung air adalah untuk tujuan rekreasi, perikanan, pengendalian banjir dan lain-lain.
- Embung pembelok (diversion dams) adalah embung yang digunakan untuk meninggikan muka air, biasanya untuk keperluan mengalirkan air kedalam sistem aliran menuju ke tempat yang memerlukan.
- Embung penahan (detention dams) adalah embung yang digunakan untuk memperlambat dan mengusahakan seminimal mungkin efek aliran banjir yang mendadak. Air ditampung secara berkala/sementara, dialirkan melalui pelepasan (outlet). Air ditahan selama mungkin dan dibiarkan meresap didaerah sekitarnya.

C. Tipe Embung Berdasarkan Jalannya Air

Ada 2 tipe embung berdasarkan jalannya air yaitu embung untuk dilewati air dan embung untuk menahan air (Soedibyo, 1993).

- Embung untuk dilewati air (overflow dams) adalah embung yang dibangun untuk dilimpasi air misalnya pada bangunan pelimpah (spillway).

- Embung untuk menahan air (non overflow dams) adalah embung yang sama sekali tidak boleh dilimpasi air.

Kedua tipe ini biasanya dibangun berbatasan dan dibuat dari beton, pasangan batu atau pasangan bata.

D. Tipe Embung Berdasarkan Material Pembentuknya.

Ada 2 tipe embung berdasarkan material pembentuknya yaitu embung urugan, embung beton dan embung lainnya (Soedibyo, 1993).

1. Embung urugan (fill dams, embankment dams)

Embung urugan adalah embung yang dibangun dari hasil penggalian bahan (material) tanpa tambahan bahan lain yang bersifat campuran secara kimia, jadi betul-betul bahan pembentuk embung asli. Ditinjau dari penempatan serta susunan bahan yang membentuk tubuh embung untuk dapat memenuhi fungsinya dengan baik, maka embung urugan dapat digolongkan dalam 3 type utama, yaitu :

- Homogen, suatu embung urugan digolongkan dalam tipe homogen, apabila bahan yang membentuk tubuh bendungan tersebut terdiri dari

tanah yang hampir sejenis dan gradasinya (susunan ukuran butirannya) hampir seragam.

- Zonal, embung urugan digolongkan dalam tipe zonal apabila timbunannya yang membentuk tubuh embung terdiri dari batuan dengan gradasi yang berbeda-beda dalam urutan-urutan pelapisan tertentu. Pada type ini sebagai penyangga terutama dibebankan pada timbunan yang lulus air (zona lulus air) sedang penahan rembesan dibebankan kepada timbunan yang kedap air (zona kedap air).
- Bersekat, apabila di lereng udik tubuh embung dilapisi dengan sekat tidak lulus air (dengan kekedapan yang tinggi) seperti lembaran baja tahan karat, beton aspal, lembaran beton bertulang, hamparan plastik, susunan beton blok dan lain-lain.

2. Embung beton (concrete dam)

Embung beton adalah embung yang dibuat dari konstruksi beton baik dengan tulangan maupun tidak. Kemiringan permukaan hulu dan hilir tidak sama pada umumnya bagian hilir lebih landai dan bagian hulu mendekati vertikal dan bentuknya lebih ramping. Embung ini masih dibagi lagi menjadi : embung beton berdasar berat sendiri stabilitas

tergantung pada massanya, embung beton dengan penyangga (buttress dam) permukaan hulu menerus dan dihilirnya pada jarak tertentu ditahan, embung beton berbentuk lengkung dan embung beton kombinasi (Soedibyo, 1993)

2.3.3. Fungsi Embung

Sebagai tempat persediaan air di musim kemarau, mengendalikan limpasan, serta dapat digunakan untuk berbagai keperluan (pertanian, peternakan, dan rumah tangga).

2.3.3. Peruntukan Embung

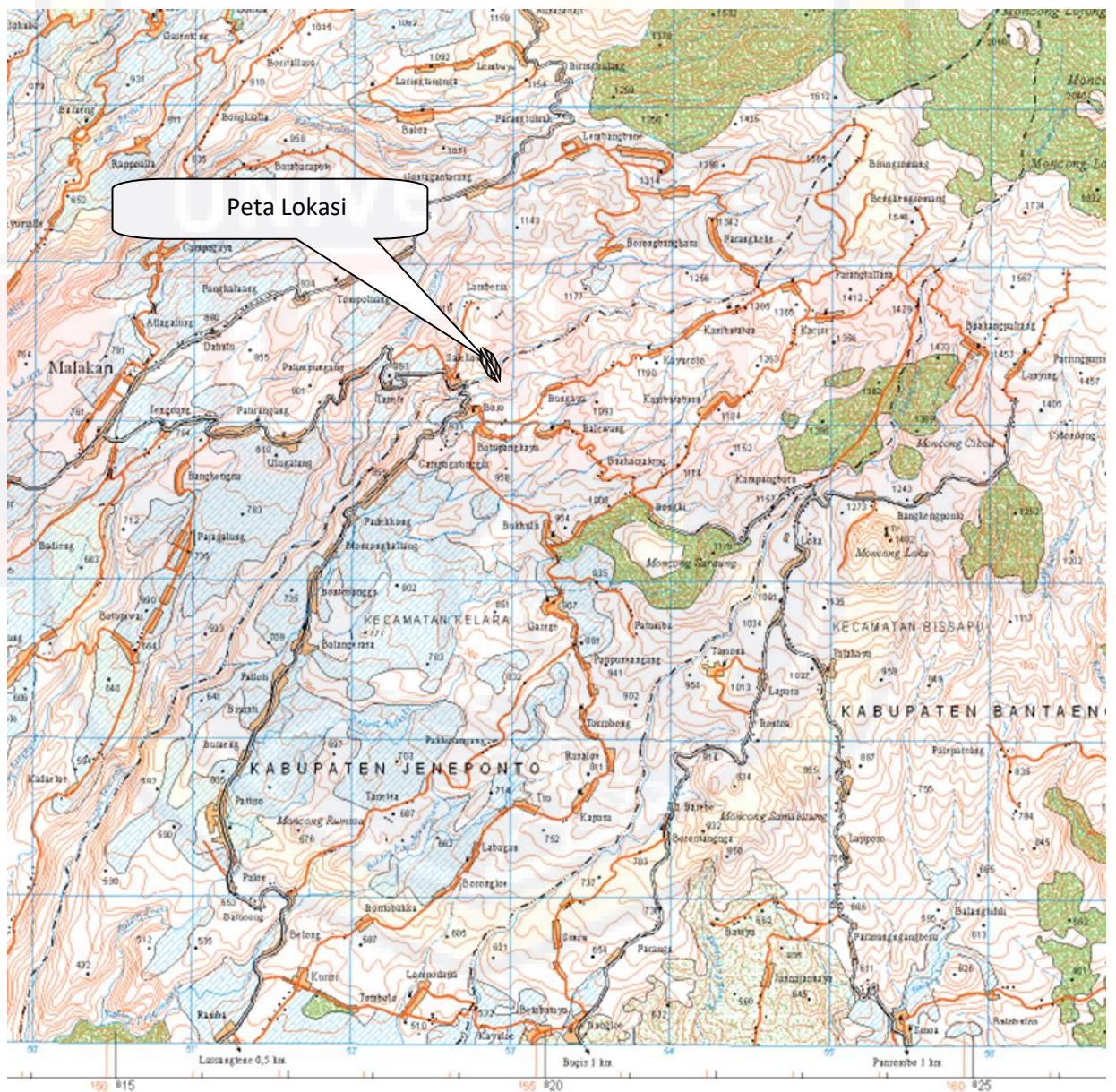
Embung daerah penelitian ini diperuntukkan untuk irigasi dan air baku masyarakat sekitar



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian



Gambar 3.1. Peta lokasi penelitian

3.1.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian secara umum wilayah DAS KELARA berada di Kabupaten Jeneponto propinsi Sulawesi Selatan. Dari 11 kecamatan yang ada di kabupaten Luwu Utara, Kecamatan Kelara berbatasan dengan Kecamatan Rumbia di Sebelah Utara, Kecamatan Bissapu Kabupaten Bantaeng di Sebelah Timur, Kecamatan Tarowang dan Kecamatan Batang di Sebelah Selatan dan Kecamatan Tompobulu Kabupaten Gowa dan Kecamatan Tamalatea di Sebelah Barat. Kecamatan Kelara juga merupakan daerah pengunungan dengan ketinggian 100 sampai 500 meter di atas permukaan laut.

3.1.2. Waktu Penelitian

Waktu Pelaksanaan penelitian dilakukan selama \pm 3 bulan mulai dari Agustus 2018 sampai dengan Januari 2019.

3.2. Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data berupa data primer dan data sekunder

3.2.1. Data Primer

Data primer adalah memperoleh, mengambil, mengumpulkan secara langsung data dari hasil pengamatan di

lapangan dengan melakukan observasi langsung pada lokasi studi.

Data hasil pengukuran dan dokumentasi.

3.2.2. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari instansi terkait, adapun data-data yang di perlukan antara lain :

- Data Curah Hujan

3.3. Peralatan dan Bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Laptop
2. Alat tulis.
3. Kamera digital.

Bahan yang digunakan dalam penelitian :

1. Peta digital batas adminitrasi Kab. Jeneponto

3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1. Metode Pengumpulan Data

Dalam metode Penelitian dan pengumpulan data, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan.

1. Kebutuhan Data

Data adalah kumpulan informasi mengenai kondisi eksisting yang digunakan sebagai bahan (input) dalam proses analisis.

Oleh sebab itu, kebutuhan data disusun berdasarkan input analisis yang akan digunakan. Dalam hal ini kebutuhan data

dalam penelitian ini berkaitan dengan data dan informasi mengenai kondisi sungai fisik sungai, pemanfaatan ruang wilayah sungai dan Kondisi social ekonomi disekitar wilayah sungai .

2. Tahap Persiapan

Sebelum melakukan Penelitian perlu adanya persiapan-persiapan, yang meliputi persiapan-persiapan sebagai berikut:

- a. Penyusunan daftar kebutuhan data yang diperlukan.
- b. Inventarisasi data yang sudah ada, berupa data sekunder.
Inventarisasi data ini sangat perlu untuk menyusun strategi pengumpulan data sesuai dengan analisis yang akan dilakukan.
- c. Pembuatan kerangka dasar, yang dipergunakan untuk berbagai kegiatan Penelitian, analisis dan rencana serta penyajian data dalam Tugas Akhir.
- d. Penyiapan peta dasar wilayah penelitian

3. Teknik Pengumpulan Data (Penelitian)

Penelitian atau pengumpulan data, secara umum terdiri dari 2 (dua) yaitu Penelitian primer dan sekunder. Penelitian primer adalah Penelitian yang dilaksanakan secara langsung ke lapangan untuk mendapatkan data mengenai kondisi eksisting wilayah yang di Penelitian. Sedangkan Penelitian sekunder umumnya berupa Penelitian instansional atau Penelitian

referensif/literature. Beberapa teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Penelitian Instansional dan Penelitian Literatur / studi terdahulu (sekunder)

Penelitian instansional adalah pengumpulan data yang dilakukan melalui Penelitian sekunder pada instansi-instansi terkait. Tujuan penggunaan metode pengumpulan data ini adalah untuk mendapatkan data monografi (data desa/Kelurahan), data-data peraturan, pedoman pelaksanaan dan aturan-aturan standar yang telah dikeluarkan oleh instansi-instansi yang terkait dengan ruang lingkup pekerjaan.

Selain Penelitian instansional, juga dilakukan kajian literatur (referensif) melalui buku-buku maupun hasil penelitian yang berkaitan dengan penelitian ini.

b. Penelitian Lapangan (Field Observation)

Penelitian lapangan adalah pengamatan keadaan lapangan secara visual. Adapun tujuan dari Penelitian lapangan ini adalah untuk mengamati kondisi yang terdapat di lapangan, untuk mendapatkan gambaran potensi dan permasalahan yang sebenarnya terdapat di lapangan. Di dalam kegiatan pengamatan di lapangan ini, metode yang digunakan adalah pengamatan terkendali (controlled observation), yaitu metode pengamatan dimana posisi pengamat hanya terbatas pada

pengamatan dari kondisi yang ada, tetapi tidak secara langsung terlibat di dalam kegiatan-kegiatan yang diamatinya.

3.4.2. Metode Analisis / Pengkajian

Metode analisis/ pengkajian yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Metode Deskriptif

Metode deskriptif adalah metoda yang digunakan untuk mendapatkan gambaran terhadap sesuatu yang diharapkan sehubungan dengan pengelolaan sungai. Gambaran yang dimaksud adalah terutama hubungannya dengan Kondisi sungai. Dengan metoda deskriptif ini diharapkan didapatkan pula gambaran pemanfaatan sungai yang ada saat ini di sungai kelara, Kab. Jeneponto.

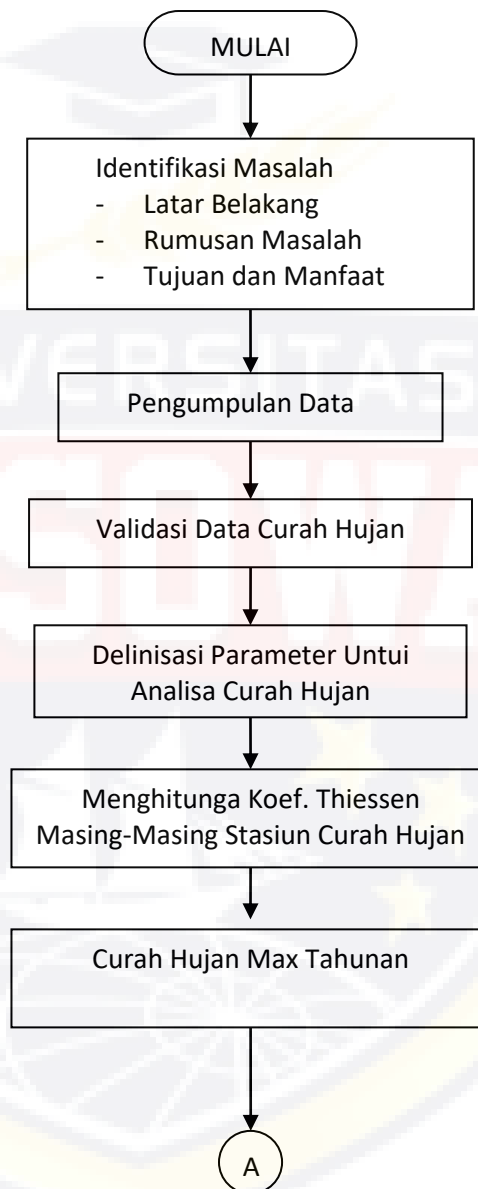
b. Metode komparatif

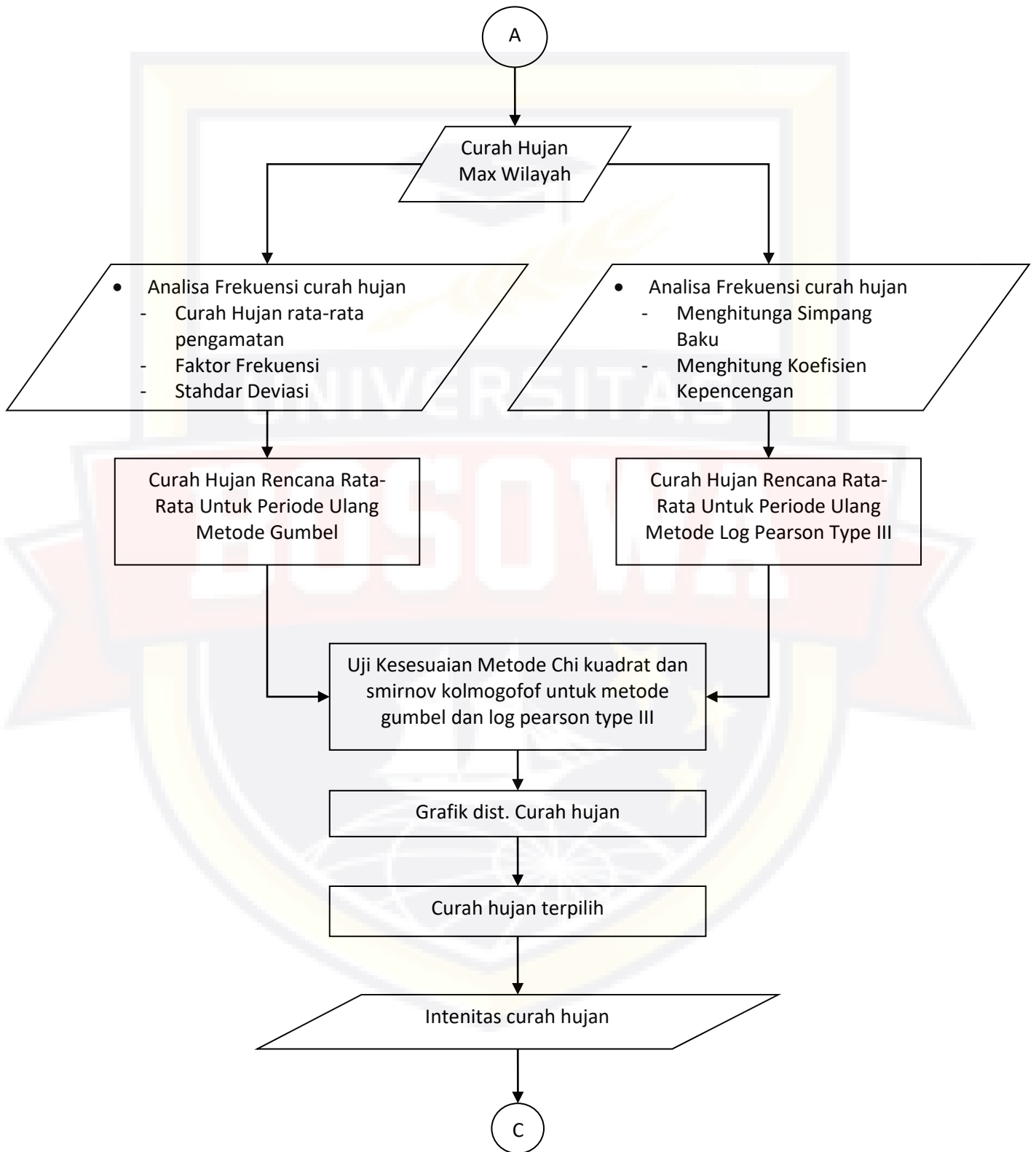
Metode komparatif dapat disebut juga metode perbandingan, penggunaan metode ini biasanya akan lebih tepat digunakan setelah dilakukan monitoring dan evaluasi terhadap suatu kegiatan dan dapat dilihat adanya perbandingan dalam penanganan permasalahan sesudah dan sebelum adanya perbaikan atau penerapan peraturan.

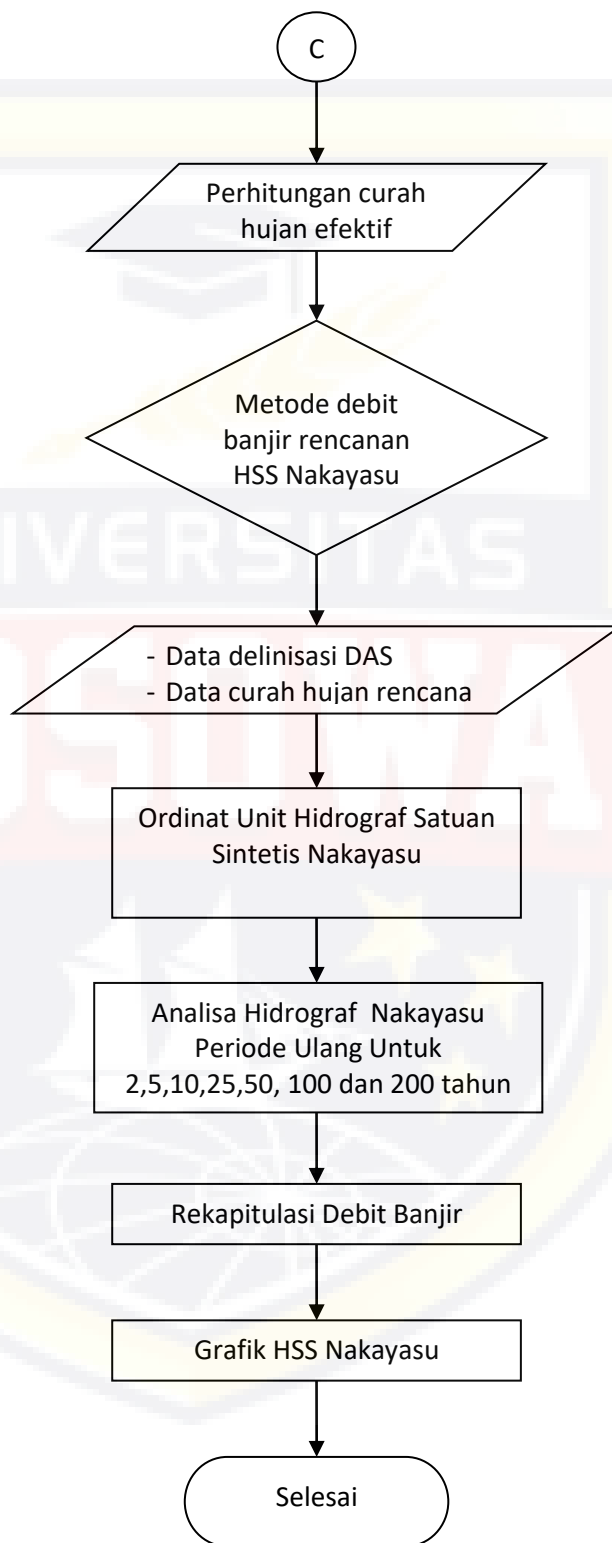
Dengan metoda komparatif ini diharapkan dapat dilakukan analisa terhadap debit banjir sungai kelara. Dari pelaksanaan

kegiatan ini diharapkan dapat dilihat adanya hasil yang ingin dicapai (out come).

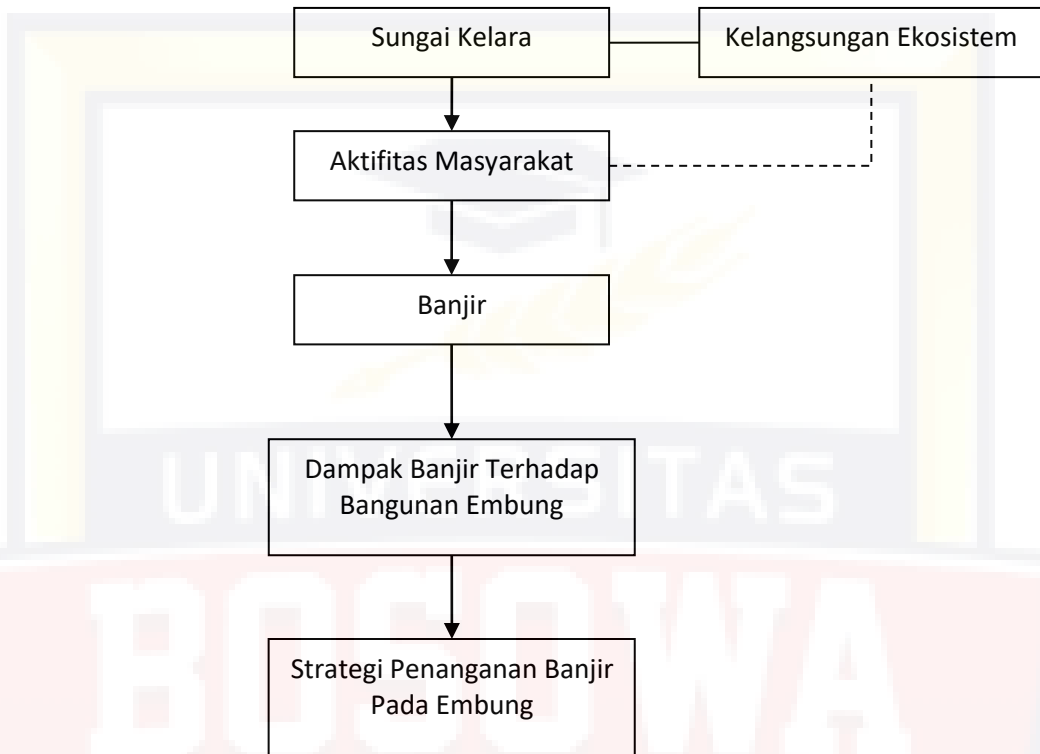
3.5. Bagan Alir







3.6. Kerangka Pikir Penelitian



BAB. IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hidrologi

Data curah hujan sangat diperlukan dalam setiap analisa hidrologi, terutama untuk menghitung debit banjir rencana baik secara rasional, empiris maupun model matematis. Hal tersebut disebabkan karena tidak adanya atau terbatasnya data debit. Analisa curah hujan rancangan ini dilakukan dengan maksud untuk menentukan curah hujan lebih (*excess rainfall*) yang dipakai untuk menghitung debit banjir.

Tabel 4.1. Curah hujan Maksimum

No.	Tahun	CHmaks stasiun Tanrang (mm)
1	2008	136
2	2006	125
3	2013	125
4	2014	125
5	1998	120
6	2003	100
7	2000	95
8	2012	94
9	2009	92
10	2010	91
11	1999	90
12	2007	90
13	2015	85
14	1996	80
15	2001	80
16	2002	80
17	1997	75
18	2005	68
19	2011	51
20	2004	45
21	1995	13

Balai Besar Willayah Sungai Pompengan Jeneberang

4.2 Analisa Hidrologi

Perhitungan curah hujan rancangan pada studi ini menggunakan analisa frekuensi yang biasa dipakai di Indonesia yaitu Metode Gumbel dan Log Pearson Type III. Dalam pekerjaan ini data curah hujan yang dipakai adalah data curah hujan harian, setelah itu dicari curah hujan harian maksimum dari stasiun hujan yang berpengaruh terhadap Sungai Kelara.

Untuk analisa curah hujan rata-rata wilayah menggunakan sistem poligon thiessen yaitu memberikan bobot tertentu untuk setiap stasiun hujan dengan pengertian bahwa setiap hujan dianggap mewakilinya dalam suatu daerah dengan luas tertentu dan luas tersebut merupakan faktor koreksi bagi hujan di stasiun yang bersangkutan.

Koef. Thiessen untuk masing-masing stasiun hujan disajikan pada tabel Gambar Poligon Thiessen disajikan pada lampiran.

$$Koef.Thiessen = \frac{Fi}{\sum Fi}$$

$$Koef.Thiessen = \frac{5.15}{5.15}$$

$$Koef.Thiessen = 1$$

Tabel 4.2. Perhitungan koefisien Thissen

No.	Stasiun	Luas Daerah Pengaruh (Fi) km ²	Koef. Thiessen Fi/∑fi	Pengaruh (%)
1	Sta. Tanrang	5.15	1	100
Total		5.15	1	100

Hasil perhitungan

Menghitung curah hujan maksimum wilayah rerata poligon Thiessen.

Contoh perhitungan untuk tahun 1995 :

1. Stasiun Tanrang

$$X_i = \frac{F_i}{\sum F_i} \times X$$

$$X_i = 1 \times 13$$

$$X_i = 13 \text{ mm}$$

Untuk hasil perhitungan tahun berikutnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.3. Curah hujan Maksimum wilayah rerata poligon Thiessen

No.	Tahun	Curah hujan harian maksimum thiessen (mm)	Jumlah (mm)
		Tanrang	
		1	
1	1995	13	13
2	1996	80	80
3	1997	75	75
4	1998	120	120
5	1999	90	90
6	2000	95	95
7	2001	80	80
8	2002	80	80
9	2003	100	100
10	2004	45	45
11	2005	68	68
12	2006	125	125
13	2007	90	90
14	2008	136	136
15	2009	92	92
16	2010	91	91
17	2011	51	51
18	2012	94	94
19	2013	125	125
20	2014	125	125
21	2015	85	85

Hasil perhitungan

4.3 Analisa Curah Hujan Rencana

Berdasarkan data curah hujan harian maksimum yang diperoleh dari Stasiun Tanrang selanjutnya dihitung curah hujan rencana dengan menggunakan metode Gumbel dan Log Pearson Tipe III dengan periode ulang tertentu karena dianggap metode yang paling sesuai dengan kondisi curah hujan di daerah penelitian. Perhitungan dengan metode Gumbel dan Log Pearson Tipe III menggunakan formula sebagai berikut :

1. Metode Gumbel

Metode Gumbel menggunakan teori harga ekstrim untuk menunjukkan bahwa dalam deretan harga ekstrim $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ dan X merupakan variabel berdistribusi eksponensial. Perhitungan dengan metode Gumbel menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$X_t = \bar{X} + S.K$$

dan

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

Dimana :

X_t = Besarnya curah hujan rencana

\bar{X} = Harga rata-rata dari data curah hujan

S = Simpangan baku

K = Faktor frekuensi

Y_n = Reduced mean yang tergantung dari banyaknya data
n

S_n = Reduced standard deviasi sebagai fungsi dari
banyaknya data n

Y_t = Reduced variate sebagai fungsi waktu balik

Tabel 4.4. Perhitungan curah hujan dengan metode Gumbel

No.	Tahun	Curah Hujan Maks (mm) Xi	Xrata-rata (mm)	xrata-rata - Xi (mm)	(Xrata-rata - Xi) ² (mm)
1	1995	13	88.57	75.57	5,711.04
2	1996	80	88.57	8.57	73.47
3	1997	75	88.57	13.57	184.18
4	1998	120	88.57	-31.43	987.76
5	1999	90	88.57	-1.43	2.04
6	2000	95	88.57	-6.43	41.33
7	2001	80	88.57	8.57	73.47
8	2002	80	88.57	8.57	73.47
9	2003	100	88.57	-11.43	130.61
10	2004	45	88.57	43.57	1,898.47
11	2005	68	88.57	20.57	423.18
12	2006	125	88.57	-36.43	1,327.04
13	2007	90	88.57	-1.43	2.04
14	2008	136	88.57	-47.43	2,249.47
15	2009	92	88.57	-3.43	11.76
16	2010	91	88.57	-2.43	5.90
17	2011	51	88.57	37.57	1,411.61
18	2012	94	88.57	-5.43	29.47
19	2013	125	88.57	-36.43	1,327.04
20	2014	125	88.57	-36.43	1,327.04
21	2015	85	88.57	3.57	12.76
Σ		1,860.00			5,711.04

Hasil perhitungan

a) Curah Hujan Rata-Rata Pengamatan (mm)

$$\begin{aligned} X_{\text{rata-rata}} (\bar{X}) &= \Sigma x : n \\ &= 1,860.00 : 21 \\ &= 88.57 \text{ mm} \end{aligned}$$

b) Menghitung standar deviasi (Sx)

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

$$S = \sqrt{\frac{17,303.14}{21 - 1}}$$

$$S = 29.41$$

c) Nilai Yt, Yn dan Sn

Jumlah n = 21, maka dari tabel :

$$\text{Nilai } Y_n = 0.5252$$

$$\text{Nilai } S_n = 1.0696$$

$$\text{Nilai } Y_t \rightarrow \text{Kala ulang 2 tahun} = 0,3665$$

$$\text{Kala ulang 5 tahun} = 1,4999$$

$$\text{Kala ulang 10 tahun} = 2,2502$$

$$\text{Kala ulang 20 tahun} = 2.9702$$

$$\text{Kala ulang 25 tahun} = 3,1985$$

$$\text{Kala ulang 50 tahun} = 3,9019$$

$$\text{Kala ulang 100 tahun} = 4,6001$$

$$\text{Kala ulang 200 tahun} = 5.2958$$

d) Menghitung nilai K_T

Contoh perhitungan untuk periode ulang 2 tahun:

$$K_T = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

$$K_T = \frac{0,3665 - 0,5252}{1,0696}$$

$$K_T = \frac{-0,1587}{1,0696}$$

$$K_T = -0,1484$$

Dan untuk periode ulang berikutnya didapat dengan cara yang sama,

yaitu:

$$\text{Kala ulang 5 tahun} = 0,9113$$

$$\text{Kala ulang 10 tahun} = 1,6129$$

$$\text{Kala ulang 20 tahun} = 2,2859$$

$$\text{Kala ulang 25 tahun} = 2,4994$$

$$\text{Kala ulang 50 tahun} = 3,1570$$

$$\text{Kala ulang 100 tahun} = 3,8098$$

$$\text{Kala ulang 200 tahun} = 4,4602$$

e) Menghitung curah hujan rencana

Contoh perhitungan untuk periode ulang 2 tahun:

$$X_T = \bar{X} + K_T \times S_x$$

$$X_T = 88,57 + (-0,1484 \times 29,41)$$

$$X_T = 84,21 \text{ mm}$$

Dan untuk perhitungan periode ulang lainnya dilakukan dengan cara

yang sama dan diperoleh:

Kala ulang 5 tahun	=	115.38	mm
Kala ulang 10 tahun	=	136.01	mm
Kala ulang 20 tahun	=	155.81	mm
Kala ulang 25 tahun	=	162.09	mm
Kala ulang 50 tahun	=	181.43	mm
Kala ulang 100 tahun	=	200.63	mm
Kala ulang 200 tahun	=	219.76	mm

2. Metode Log Pearson Tipe III

Distribusi log Pearson tipe III banyak digunakan dalam analisa hidrologi, terutama dalam analisa data maksimum dengan nilai ekstrim.

Bentuk kumulatif dari distribusi log Pearson tipe III dengan nilai variatnya X apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik akan merupakan model matematik persamaan garis lurus. Persamaan garis lurusnya adalah :

$$\text{Log}X = \overline{\text{log}X} + G.S_1$$

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{log}X - \overline{\text{log}X})^3}{(n-1)(n-2)S_1}$$

$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\text{log}X - \overline{\text{log}X})^2}{n-1}}$$

dimana :

X = Curah Hujan (mm).

$\overline{\log X}$ = Logaritma curah hujan harian maksimum rata-rata (mm).

$\log X$ = Logaritma curah hujan harian maksimum (mm)

G = Konstanta

S_1 = Standard Deviasi

C_s = Koefisien Kepencengan

Tabel 4.5.

Probabilitas Hujan Harian Maksimum
Metode Log Pearson Tipe III DAS Sungai Kelara

No.	X_i	P (%)	$\log X_i$	$(\log X - \overline{\log X})^2$	$(\log X_i - \overline{\log X})^3$
1	13.00	4.55	1.1139	0.6335	-0.5042
2	80.00	9.09	1.9031	0.0000	0.0000
3	75.00	13.64	1.8751	0.0012	0.0000
4	120.00	18.18	2.0792	0.0287	0.0049
5	90.00	22.73	1.9542	0.0020	0.0001
6	95.00	27.27	1.9777	0.0046	0.0003
7	80.00	31.82	1.9031	0.0000	0.0000
8	80.00	36.36	1.9031	0.0000	0.0000
9	100.00	40.91	2.0000	0.0081	0.0007
10	45.00	45.45	1.6532	0.0658	-0.0169
11	68.00	50.00	1.8325	0.0060	-0.0005
12	125.00	54.55	2.0969	0.0350	0.0065
13	90.00	59.09	1.9542	0.0020	0.0001
14	136.00	63.64	2.1335	0.0500	0.0112
15	92.00	68.18	1.9638	0.0029	0.0002
16	91.00	72.73	1.9590	0.0024	0.0001
17	51.00	77.27	1.7076	0.0409	-0.0083
18	94.00	81.82	1.9731	0.0040	0.0003
19	125.00	86.36	2.0969	0.0350	0.0065
20	125.00	90.91	2.0969	0.0350	0.0065
21	85.00	95.45	1.9294	0.0004	0.0000
Total			40.1064	0.9575	-0.4925
Rerata	$\overline{\log X}$		1.9098		
	$S_n =$		0.2188		
	$C_s =$		-2.5984		

Hasil perhitungan

Menghitung Log $X_{\text{rata-rata}}$ ($\text{Log}\bar{X}$)

$$\text{Log}\bar{X} = \frac{\sum \text{Log}X_i}{n}$$

$$\text{Log}\bar{X} = \frac{40.1064}{21}$$

$$\text{Log}\bar{X} = 1.9098$$

Untuk tahun 1995

$$\text{Log} X = \text{Log} (13.00)$$

$$= 1.1139 \text{ mm}$$

$$\text{Log} X_i - \text{Log} x = 1.1139 - 1.9098$$

$$= -0.7959 \text{ mm}$$

$$(\text{Log} X_i - \text{Log} x)^2 = (-0.7959)^2$$

$$= 0.6335 \text{ mm}$$

$$(\text{Log} X_i - \text{Log} x)^3 = (-0.7959)^3$$

$$= -0.5042 \text{ mm}$$

Untuk selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 4.5

a) Menghitung Simpangan baku:

$$S \text{ Log}\bar{X} = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log}X_i - \text{Log}\bar{X})^2}{(n-1)}}$$

$$S \text{ Log}\bar{X} = \sqrt{\frac{0.9575}{20}}$$

$$S \text{ Log}\bar{X} = 0.2188 \text{ mm}$$

b) Menghitung koefisien kemencengan:

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

$$C_s = \frac{21 \times (-0.4925)}{(21-1) \times (21-2) \times (0.2188)^3}$$

$$C_s = -2.5984$$

Dan untuk hasil perhitungan periode ulang lainnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.6. Curah hujan metode Log Pearson III

**Curah Hujan Harian Rancangan
Daerah Aliran Sungai Kelara**

T	Peluang (%)	C _s	S _n	$\overline{\log X}$	G	Log X	R _T (mm)
2	50	-2.5984	0.2188	1.9098	0.3679	1.9903	97.79
5	20	-2.5984	0.2188	1.9098	0.7108	2.0653	116.23
10	10	-2.5984	0.2188	1.9098	0.7706	2.0784	119.78
20	5	-2.5984	0.2188	1.9098	0.7852	2.0816	120.67
25	4	-2.5984	0.2188	1.9098	0.7925	2.0832	121.12
50	2	-2.5984	0.2188	1.9098	0.7975	2.0843	121.42
100	1	-2.5984	0.2188	1.9098	0.7985	2.0845	121.48
200	0.5	-2.5984	0.2188	1.9098	0.7995	2.0847	121.53

Keterangan :
R_T = Curah hujan rancangan (mm).
T = Kala Ulang (Tahun).

Hasil perhitungan

Hasil perhitungan curah hujan rencana dengan metode Gumbel dan Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada Tabel 3 – 1 sebagai berikut :

Tabel 4.6.

Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana

T	Peluang (%)	Curah Hujan Rencana (mm)	
		Log Pearson III	Gumbel
2	50	97.79	84.21
5	20	116.23	115.38
10	10	119.78	136.01
20	5	120.67	155.81
25	4	121.12	162.09
50	2	121.42	181.43
100	1	121.48	200.63
200	0,5	121.53	219.76

Sumber : Hasil Perhitungan

4.4 Uji Distribusi Probabilitas

Uji distribusi probabilitas dimaksudkan untuk mengecek apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistic sampel data yang dianalisis.

- Apakah data curah hujan tersebut benar-benar sesuai dengan distribusi teoritis yang dipakai (metode Log Pearson Type III dan Metode Gumbell) atau tidak
- Apakah hipotesa tersebut dapat digunakan atau tidak

Untuk menguji distribusi probabilitas dapat digunakan metode Chi-Kuadrat (χ^2) dan metode Smirnov – Kolmogorof. Kedua metode ini dijelaskan sebagai berikut :

a) Uji Chi – Kuadrat (χ^2 – Test)

Uji kesesuaian Chi-Kuadrat merupakan suatu ukuran mengenai perbedaan yang terdapat antara frekuensi yang diamati dan diharapkan. Uji ini digunakan untuk menguji simpangan secara tegak lurus, yang ditentukan dengan rumus :

$$\chi^2_{hit} = \frac{\sum (O_f - E_f)^2}{E_f}$$

dimana :

χ^2_{hit} = harga uji statistik

E_f = Frekuensi yang diharapkan

O_f = Frekuensi pengamatan

Tabel 4.8.

Harga χ^2 Kritis Untuk Chi-Kuadrat

α N	0.995	0.975	0.050	0.025	0.01	0.005
1	0.000039	0.00098	3.841	5.0200	6.6300	8.8390
2	0.0100	0.0506	5.991	7.3278	9.2130	10.5966
3	0.0717	0.216	7.815	9.3484	11.3449	12.8381
4	0.207	0.484	9.488	11.1433	13.2707	14.8602
5	0.412	0.831	11.070	12.6325	15.0863	16.2496
6	0.676	1.237	12.592	14.6494	16.6119	18.5476
7	0.989	1.690	14.067	16.0128	18.4753	20.2222
8	1.344	2.180	15.507	17.5346	20.0903	21.9550
9	1.735	2.700	16.919	18.0128	21.6660	23.3893
10	2.156	3.247	18.307	20.4831	23.2093	24.1457
11	2.603	3.816	19.675	21.9200	24.7250	26.2120
12	3.074	4.404	21.026	23.3367	26.2120	27.6883
13	3.565	5.009	22.362	24.7356	27.6883	29.1433
14	4.075	5.629	23.685	26.1190	29.1433	30.5779
15	4.601	6.262	24.996	27.4884	30.5779	31.9999
16	5.142	6.908	26.296	28.8454	31.9999	33.4087
17	5.697	7.564	27.587	30.3910	33.4087	34.2072
18	6.265	8.231	28.869	31.4264	34.8053	35.7183
19	6.844	8.907	30.144	32.8523	36.1908	37.1564
20	7.434	9.591	31.410			38.5822
21	8.034	10.283	32.671			
22	8.643	10.982	33.924			
23	9.260	11.689	36.172			
24	9.886	12.401	36.415			
25	10.520	13.120	37.652			
26	11.160	13.844	38.885			
27	11.808	14.573	40.113			

28	12.461	15.308	41.337			
29	13.121	16.047	42.557			
30	13.787	16.791	43.773			

Sumber : Suwarno.1995. *Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa*

Data

Adapun langkah-langkah pengujian adalah sebagai berikut :

1. Memplot data hujan dengan persamaan Weibull
2. Tarik Garis dengan bantuan titik data hujan yang mempunyai periode ulang tertentu
3. Harga χ^2_{kr} dicari dari Tabel 3 – 2, dengan menentukan taraf signifikan (α) dan derajat kebebasan (DK), sedangkan derajat kebebasan dapat dihitung dengan persamaan :

$$DK = n - (m+1)$$

dimana :

$$DK = \text{harga derajat bebas}$$

$$n = \text{jumlah data}$$

4. $m = \text{jumlah parameter untuk } X^2_{hit} (m=2)$
5. Bila harga $X^2_{hit} < X^2_{cr}$ maka dapat disimpulkan bahwa penyimpangan yang terjadi masih dalam batas-batas yang diijinkan.

b) Uji Smirnov - Kolmogorov

Uji Smirnov-Kolmogorov sering juga disebut uji kesesuaian non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Prosedur perhitungannya dilakukan sebagai berikut :

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data ;

X_1 $P(X_1)$

X_2 $P(X_2)$

X_m $P(X_m)$

2. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data :

X_1 $P'(X_1)$

X_2 $P'(X_2)$

X_m $P'(X_m)$

3. dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis (Δ).

$\Delta = \text{maksimum } (P(X_m) - P'(X_m))$

4. nilai kritis Δ_{kr} diperoleh dari Tabel 3 - 3 untuk uji Smirnov-Kolmogorov. Pada proyek ini digunakan nilai kritis (*significant level*) $\alpha = 5 \%$. Nilai kritis Δ_{cr} untuk pengujian ini tergantung pada jumlah data dan α .

Tabel 4.9.

Nilai Kritis Δ_{cr} Untuk Uji Smirnov-Kolmogorov

n	α			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
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	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Sumber :Soewarno.1995, Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data.

Hasil perhitungan uji kesesuaian distribusi dari hasil analisa frekuensi metode Gumbel dan Log Pearson Tipe III dengan menggunakan Uji Chi - Kuadrat dan Uji Smirnov – Kolmogorov ditampilkan pada Tabel 3 – 4. Dari hasil Uji Chi – Kuadrat tersebut menunjukkan bahwa analisa frekuensi metode Gumbel dan Log Pearson Tipe III ditolak karena $\chi^2_{hit} > \chi^2_{kr}$, dan Uji Smirnov-Kolmogorov menunjukkan bahwa analisa frekuensi metode Gumbel dan Log Pearson Tipe III diterima karena $\Delta_{hit} < \Delta_{kr}$.

Tabel 4.10.

Hasil Perhitungan Uji Kesesuaian Distribusi

No.	Metode Perhitungan	Uji Kesesuaian			
		Chi-Kuadrat		Smirnov - Kolmogorov	
		χ^2_{hit}	χ^2_{kr}	Δ_{hit} .	Δ_{kr}

1.	Gumbel	574.371	32,67	14,20	28,60
		ditolak		diterima	
2.	Log Pearson Tipe III	840.622	32,67	24,33	28,60
		ditolak		diterima	

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa uji kesesuaian distribusi dengan Uji Smirnov-Kolmogorov metode Gumbel dan Log Pearson tipe III dapat diterima. Berdasarkan nilai $X^2_{hit.}$ pada distribusi Gumbel diperoleh nilai yang lebih kecil dari Log Pearson Tipe III, sehingga distribusi curah hujan harian rencana mengikuti distribusi frekuensi Gumbel.

4.5 Analisa Debit Banjir

A. Data Daerah Aliran Sungai

Luas daerah aliran sungai (DAS) dan panjang sungai merupakan parameter dalam menganalisa debit banjir. Dari peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 50.000, diperoleh luas daerah aliran sungai sebesar 5,15 km², sedang panjang sungai sebesar 8,0575 km.

B. Analisa Debit Banjir

Besarnya debit banjir yang terjadi pada lokasi usulan bendung penahan sedimen dihitung dengan menggunakan beberapa metode yang umum dipergunakan pada studi yang terdahulu diantaranya Metode Hidrograf Nakayasu.

1. Metode Nakayasu

Menggunakan Metode Nakayasu karena dianggap paling sesuai dengan kondisi DAS daerah penelitian.

Persamaan umum hidrograf satuan sintetik Nakayasu adalah sebagai berikut :

$$Q_p = \frac{C.A.R_o}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})}$$

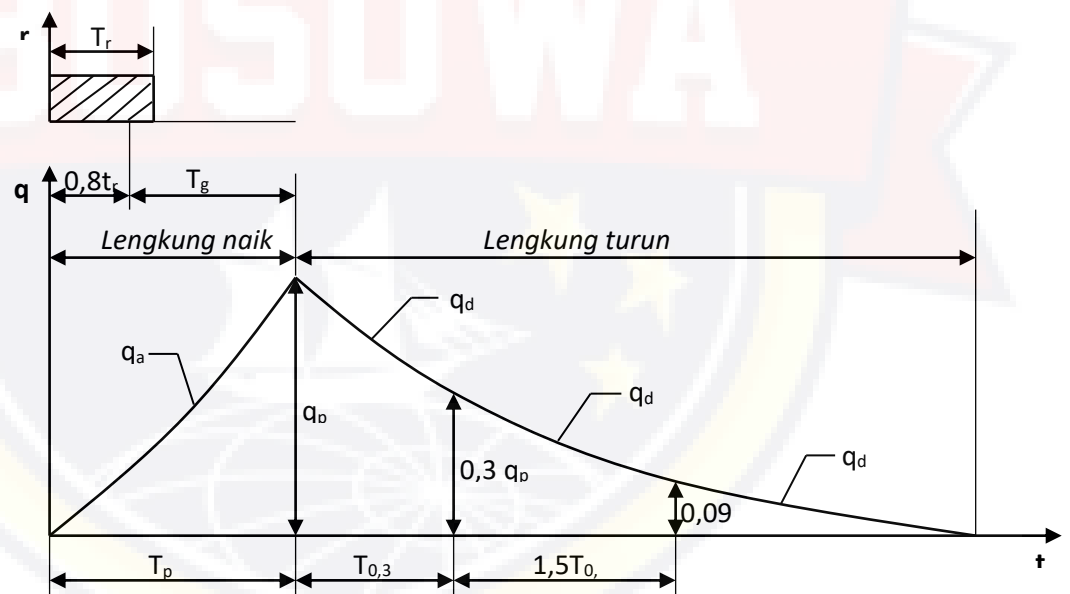
Dimana :

Q_p = debit puncak banjir (m³/det)

R_o = hujan satuan (mm)

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

$T_{0,3}$ = waktu yang diperlukan untuk penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30 % dari debit puncak.



Gambar 4 - 1

Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

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

$$t_g = 0,21 \times L^{0.7} \quad \Rightarrow L < 15 \text{ km}$$

$$t_g = 0,4 + 0,058 \times L \quad \Rightarrow L > 15 \text{ km}$$

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

Dimana :

L = panjang alur sungai (km)

t_g = waktu konsentrasi (jam)

T_r = satuan waktu hujan diambil 1 jam

α = untuk bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian menurun yang lambat

Perhitungan Debit Banjir Rencana Daerah Aliran DAS Kelara Dengan Metode Hidrograf Satuan Nakayasu

DATA-DATA :

Panjang sungai (L)	=	8.0575	km.
Luas DAS (A)	=	5.15	km ² .
Koefisien Pengaliran (C)	=	0.65	
Parameter Alpha (α)	=	3	

LANGKAH-LANGKAH PERHITUNGAN :

1.	t _g	=	0,4 + 0,058 x L L > 15
		=	0,21 x L ^{0.7} L < 15
			0.904814423	km.
2.	T _p	=	t _g + 0,8 t _r >	t _r = 0,5 s/d 1,0 t _g >
			1.705	tr = 1 Jam
3.	T _{0,3}	=	α x t _g	
			2.714	
	0,5 T _{0,3}	=	1.357	
	1,5 T _{0,3}	=	4.072	
	2,0 T _{0,3}	=	5.429	
4.	Q _p	=	$\frac{C \times A \times R_o}{3,6 \times (0,3T_p + T_{0,3})}$ R _o = 1
		=	0.288 m ³ /det/mm.	mm.

Bagian Lengkung Naik $Q_a = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4}$

$$0 \leq t < T_p$$

t	Q
1	0.080
1.705	0.288

Bagian Lengkung Turun

$$Q_{d1} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{t-T_p}{T_{0,3}}}$$

I. $T_p < t \leq T_{0,3} + T_p$

t	Q
2	0.253
3	0.162
4	0.104
4.419	0.087

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

$$Q_{d2} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{t-T_p+0,5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}}}$$

t	Q
5	0.073
6	0.054
7	0.040
8	0.030
8.491	0.026

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

$$Q_{d3} = Q_p \cdot 0,3^{\frac{t-T_p+1,5T_{0,3}}{2T_{0,3}}}$$

t	Q
9	0.0232
10	0.0186
11	0.0149
12	0.0119
13	0.0095
13.920	0.0078

Hasil perhitungan debit banjir dengan metode Nakayasu

Tabel 4.11. Debit Banjir Kala Ulang 2 Tahun DAS Kelara

t (jam)	U (t,1) (m ³ /dt)	Akibat Hujan					Jumlah (m ³ /dt)
		32.006	8.319	5.834	4.647	3.924	
0	0.000	0.000					0.000
1	0.080	2.567	0.000				2.567
1.70481	0.288	9.231	0.667	0.000			9.898
2	0.253	8.098	2.399	0.468	0.000		10.965
3	0.162	5.198	2.105	1.683	0.373	0.000	9.358
4	0.104	3.335	1.351	1.476	1.340	0.315	7.817
4.41926	0.087	2.769	0.867	0.947	1.176	1.132	6.890
5	0.073	2.333	0.720	0.608	0.755	0.993	5.408
6	0.054	1.735	0.606	0.505	0.484	0.637	3.967
7	0.040	1.290	0.451	0.425	0.402	0.409	2.977
8	0.030	0.960	0.335	0.316	0.339	0.339	2.290
8.49092	0.026	0.832	0.250	0.235	0.252	0.286	1.855
9	0.023	0.743	0.216	0.175	0.187	0.213	1.534
10	0.019	0.595	0.193	0.152	0.139	0.158	1.238
11	0.015	0.477	0.155	0.135	0.121	0.118	1.006
12	0.012	0.381	0.124	0.109	0.108	0.102	0.823
13	0.010	0.304	0.099	0.087	0.086	0.091	0.667
13.9198	0.008	0.250	0.079	0.069	0.069	0.073	0.540

Hasil perhitungan debit banjir dengan metode Nakayasu

Tabel 4.12. Debit Banjir Kala Ulang 5 Tahun DAS Kelara

t (jam)	U (t,1) (m ³ /dt)	Akibat Hujan					Jumlah (m ³ /dt)
		43.854	11.398	7.994	6.367	5.377	
0	0.000	0.000					0.000
1	0.080	3.517	0.000				3.517
1.70481	0.288	12.647	0.914	0.000			13.562
2	0.253	11.095	3.287	0.641	0.000		15.023
3	0.162	7.122	2.884	2.305	0.511	0.000	12.822
4	0.104	4.570	1.851	2.022	1.836	0.431	10.711
4.41926	0.087	3.793	1.188	1.298	1.611	1.551	9.441
5	0.073	3.197	0.986	0.833	1.034	1.360	7.410
6	0.054	2.377	0.831	0.691	0.663	0.873	5.436
7	0.040	1.767	0.618	0.583	0.551	0.560	4.079
8	0.030	1.316	0.459	0.433	0.464	0.465	3.137
8.49092	0.026	1.140	0.342	0.322	0.345	0.392	2.541
9	0.023	1.017	0.296	0.240	0.257	0.291	2.102
10	0.019	0.816	0.264	0.208	0.191	0.217	1.696
11	0.015	0.653	0.212	0.185	0.166	0.161	1.378
12	0.012	0.522	0.170	0.149	0.148	0.140	1.128
13	0.010	0.417	0.136	0.119	0.118	0.125	0.915
13.9198	0.008	0.342	0.108	0.095	0.095	0.100	0.740

Hasil perhitungan debit banjir dengan metode Nakayasu

Tabel 4.13. Debit Banjir Kala Ulang 10 Tahun DAS Kelara

t (jam)	U (t,1) (m ³ /dt)	Akibat Hujan					Jumlah (m ³ /dt)
		51.702	13.438	9.425	7.506	6.339	
0	0.000	0.000					0.000
1	0.080	4.147	0.000				4.147
1.70481	0.288	14.911	1.078	0.000			15.989
2	0.253	13.081	3.876	0.756	0.000		17.712
3	0.162	8.396	3.400	2.718	0.602	0.000	15.116
4	0.104	5.387	2.182	2.385	2.165	0.508	12.627
4.41926	0.087	4.472	1.400	1.531	1.899	1.828	11.130
5	0.073	3.769	1.162	0.982	1.219	1.604	8.736
6	0.054	2.802	0.980	0.815	0.782	1.029	6.409
7	0.040	2.084	0.728	0.687	0.649	0.661	4.809
8	0.030	1.551	0.542	0.511	0.547	0.548	3.699
8.49092	0.026	1.344	0.403	0.380	0.407	0.462	2.996
9	0.023	1.199	0.349	0.283	0.302	0.344	2.478
10	0.019	0.962	0.312	0.245	0.225	0.255	1.999
11	0.015	0.770	0.250	0.219	0.195	0.190	1.624
12	0.012	0.615	0.200	0.175	0.174	0.165	1.330
13	0.010	0.491	0.160	0.140	0.140	0.147	1.078
13.9198	0.008	0.403	0.128	0.112	0.112	0.118	0.873

Hasil perhitungan debit banjir dengan metode Nakayasu

Tabel 4.14. Debit Banjir Kala Ulang 20 Tahun DAS Kelara

t (jam)	U (t,1) (m ³ /dt)	Akibat Hujan					Jumlah (m ³ /dt)
		59.22 9	15.39 5	10.79 6	8.59 9	7.26 2	
0	0.000	0.000					0.000
1	0.080	4.750	0.000				4.750
1.70481	0.288	17.08 2	1.235	0.000			18.316
2	0.253	14.98 5	4.440	0.866	0.00 0		20.291
3	0.162	9.619	3.895	3.114	0.69 0	0.00 0	17.317
4	0.104	6.172	2.500	2.731	2.48 0	0.58 2	14.466
4.41926	0.087	5.123	1.604	1.753	2.17 6	2.09 4	12.751
5	0.073	4.318	1.332	1.125	1.39 6	1.83 7	10.008
6	0.054	3.210	1.122	0.934	0.89 6	1.17 9	7.342
7	0.040	2.387	0.834	0.787	0.74 4	0.75 7	5.509
8	0.030	1.777	0.620	0.585	0.62 7	0.62 8	4.237
8.49092	0.026	1.540	0.462	0.435	0.46 6	0.52 9	3.432
9	0.023	1.374	0.400	0.324	0.34 7	0.39 4	2.838
10	0.019	1.102	0.357	0.281	0.25 8	0.29 3	2.290
11	0.015	0.883	0.286	0.250	0.22 4	0.21 8	1.861
12	0.012	0.705	0.229	0.201	0.19 9	0.18 9	1.523
13	0.010	0.563	0.183	0.161	0.16 0	0.16 8	1.235
13.9198	0.008	0.462	0.146	0.128	0.12 8	0.13 5	1.000

Hasil perhitungan debit banjir dengan metode Nakayasu

Tabel 4.15. Debit Banjir Kala Ulang 25 Tahun DAS Kelara

t (jam)	U (t,1) (m ³ /dt)	Akibat Hujan					Jumlah (m ³ /dt)
		61.61 5	16.01 5	11.23 1	8.94 5	7.55 4	
0	0.000	0.000					0.000
1	0.080	4.942	0.000				4.942
1.70481	0.288	17.77 0	1.284	0.000			19.054
2	0.253	15.58 9	4.619	0.901	0.00 0		21.108
3	0.162	10.00 6	4.052	3.239	0.71 7	0.00 0	18.014
4	0.104	6.420	2.601	2.841	2.58 0	0.60 6	15.048
4.41926	0.087	5.330	1.669	1.824	2.26 3	2.17 9	13.264
5	0.073	4.492	1.385	1.170	1.45 3	1.91 1	10.411
6	0.054	3.340	1.167	0.971	0.93 2	1.22 7	7.637
7	0.040	2.483	0.868	0.819	0.77 4	0.78 7	5.731
8	0.030	1.848	0.645	0.609	0.65 2	0.65 3	4.408
8.49092	0.026	1.602	0.480	0.453	0.48 5	0.55 1	3.571
9	0.023	1.429	0.416	0.337	0.36 0	0.40 9	2.953
10	0.019	1.146	0.372	0.292	0.26 8	0.30 4	2.382
11	0.015	0.918	0.298	0.261	0.23 3	0.22 7	1.936
12	0.012	0.733	0.239	0.209	0.20 8	0.19 6	1.585
13	0.010	0.585	0.191	0.167	0.16 6	0.17 5	1.285
13.9198	0.008	0.481	0.152	0.134	0.13 3	0.14 1	1.040

Hasil perhitungan debit banjir dengan metode Nakayasu

Tabel 4.16. Debit Banjir Kala Ulang 50 Tahun DAS Kelara

t (jam)	U (t,1) (m ³ /dt)	Akibat Hujan					Jumlah (m ³ /dt)
		68.965	17.925	12.571	10.012	8.456	
0	0.000	0.000					0.000
1	0.080	5.531	0.000				5.531
1.70481	0.288	19.890	1.438	0.000			21.327
2	0.253	17.448	5.170	1.008	0.000		23.626
3	0.162	11.200	4.535	3.625	0.803	0.000	20.163
4	0.104	7.186	2.911	3.180	2.887	0.678	16.843
4.41926	0.087	5.965	1.868	2.042	2.533	2.439	14.847
5	0.073	5.028	1.551	1.310	1.626	2.139	11.653
6	0.054	3.738	1.307	1.087	1.043	1.373	8.549
7	0.040	2.779	0.972	0.916	0.866	0.881	6.414
8	0.030	2.069	0.722	0.681	0.730	0.731	4.934
8.49092	0.026	1.793	0.538	0.507	0.543	0.616	3.997
9	0.023	1.600	0.466	0.377	0.403	0.458	3.305
10	0.019	1.283	0.416	0.327	0.300	0.341	2.667
11	0.015	1.028	0.333	0.292	0.260	0.254	2.167
12	0.012	0.821	0.267	0.234	0.232	0.220	1.774
13	0.010	0.655	0.213	0.187	0.186	0.196	1.438
13.9198	0.008	0.538	0.170	0.150	0.149	0.157	1.164

Hasil perhitungan debit banjir dengan metode Nakayasu

Tabel 4.17. Debit Banjir Kala Ulang 100 Tahun DAS Kelara

t (jam)	U (t,1) (m ³ /dt)	Akibat Hujan					Jumlah (m ³ /dt)
		76.264	19.822	13.902	11.072	9.350	
0	0.000	0.000					0.000
1	0.080	6.116	0.000				6.116
1.70481	0.288	21.995	1.590	0.000			23.584
2	0.253	19.295	5.717	1.115	0.000		26.126
3	0.162	12.385	5.015	4.009	0.888	0.000	22.298
4	0.104	7.947	3.219	3.517	3.193	0.750	18.626
4.41926	0.087	6.597	2.065	2.258	2.801	2.697	16.418
5	0.073	5.560	1.715	1.449	1.798	2.366	12.886
6	0.054	4.134	1.445	1.203	1.154	1.518	9.453
7	0.040	3.073	1.074	1.013	0.958	0.974	7.093
8	0.030	2.288	0.799	0.753	0.807	0.809	5.456
8.49092	0.026	1.983	0.595	0.560	0.600	0.682	4.419
9	0.023	1.769	0.515	0.417	0.446	0.507	3.655
10	0.019	1.419	0.460	0.361	0.332	0.377	2.949
11	0.015	1.136	0.369	0.323	0.288	0.281	2.396
12	0.012	0.908	0.295	0.259	0.257	0.243	1.961
13	0.010	0.725	0.236	0.207	0.206	0.217	1.590
13.9198	0.008	0.595	0.188	0.165	0.165	0.174	1.287

Hasil perhitungan debit banjir dengan metode Nakayasu

Tabel 4.17. Debit Banjir Kala Ulang 200 Tahun DAS Kelara

t (jam)	U (t,1) (m ³ /dt)	Akibat Hujan					Jumlah (m ³ /dt)
		83.533	21.712	15.227	12.127	10.242	
0	0.000	0.000					0.000
1	0.080	6.699	0.000				6.699
1.70481	0.288	24.091	1.741	0.000			25.832
2	0.253	21.134	6.262	1.221	0.000		28.617
3	0.162	13.566	5.493	4.391	0.973	0.000	24.423
4	0.104	8.704	3.526	3.852	3.497	0.821	20.401
4.41926	0.087	7.226	2.262	2.473	3.068	2.954	17.983
5	0.073	6.090	1.878	1.587	1.969	2.591	14.115
6	0.054	4.527	1.583	1.317	1.264	1.663	10.354
7	0.040	3.366	1.177	1.110	1.049	1.067	7.769
8	0.030	2.506	0.875	0.825	0.884	0.886	5.976
8.49092	0.026	2.172	0.651	0.614	0.657	0.747	4.841
9	0.023	1.938	0.565	0.457	0.489	0.555	4.003
10	0.019	1.554	0.504	0.396	0.364	0.413	3.230
11	0.015	1.245	0.404	0.353	0.315	0.307	2.624
12	0.012	0.994	0.324	0.283	0.281	0.266	2.148
13	0.010	0.794	0.258	0.227	0.226	0.238	1.742
13.9198	0.008	0.652	0.206	0.181	0.181	0.191	1.410

Tabel 4.19. Rekap Hasil perhitungan debit banjir dengan metode Nakayasu

T (jam)	Q ₂ (m ³ /dt)	Q ₅ (m ³ /dt)	Q ₁₀ (m ³ /dt)	Q ₂₀ (m ³ /dt)	Q ₂₅ (m ³ /dt)	Q ₅₀ (m ³ /dt)	Q ₁₀₀ (m ³ /dt)	Q ₂₀₀ (m ³ /dt)
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1	2.567	3.517	4.147	4.750	4.942	5.531	6.116	6.699
1.7048	9.898	13.562	15.989	18.316	19.054	21.327	23.584	25.832
2	10.965	15.023	17.712	20.291	21.108	23.626	26.126	28.617
3	9.358	12.822	15.116	17.317	18.014	20.163	22.298	24.423
4	7.817	10.711	12.627	14.466	15.048	16.843	18.626	20.401
4.4193	6.890	9.441	11.130	12.751	13.264	14.847	16.418	17.983
5	5.408	7.410	8.736	10.008	10.411	11.653	12.886	14.115
6	3.967	5.436	6.409	7.342	7.637	8.549	9.453	10.354
7	2.977	4.079	4.809	5.509	5.731	6.414	7.093	7.769
8	2.290	3.137	3.699	4.237	4.408	4.934	5.456	5.976
8.4909	1.855	2.541	2.996	3.432	3.571	3.997	4.419	4.841
9	1.534	2.102	2.478	2.838	2.953	3.305	3.655	4.003
10	1.238	1.696	1.999	2.290	2.382	2.667	2.949	3.230
11	1.006	1.378	1.624	1.861	1.936	2.167	2.396	2.624
12	0.823	1.128	1.330	1.523	1.585	1.774	1.961	2.148
13	0.667	0.915	1.078	1.235	1.285	1.438	1.590	1.742
13.92	0.540	0.740	0.873	1.000	1.040	1.164	1.287	1.410

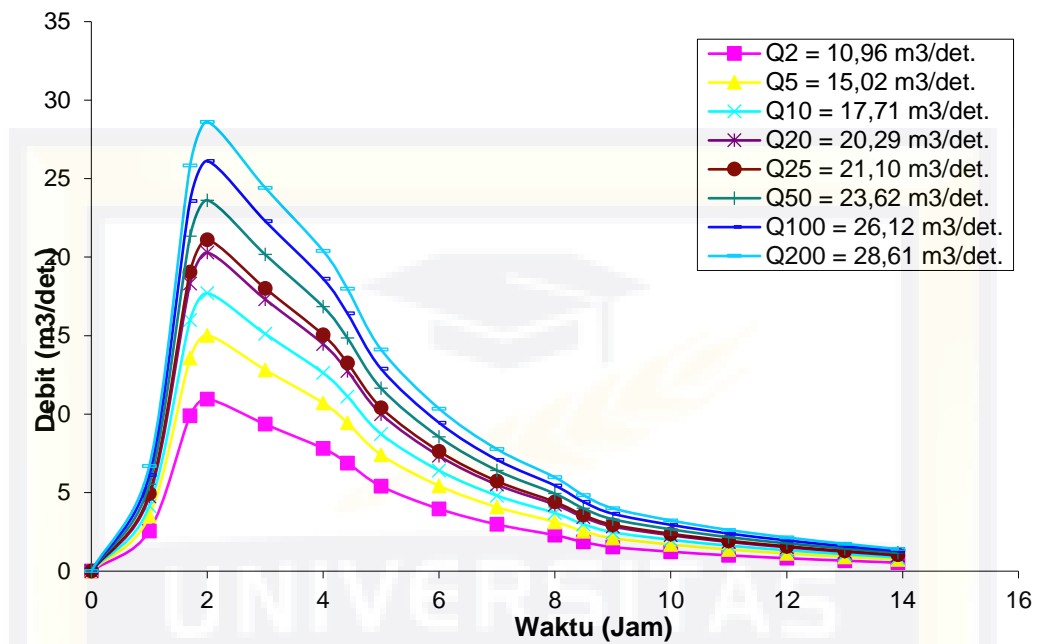
Tabel 4 - 20

Hasil Perhitungan Debit Banjir Rencana

No.	Periode Ulang	Debit Banjir Rencana (m ³ /detik)
1.	2	10.96
2.	5	15.02
3.	10	17.71
4.	20	20.29
5.	25	21.10
6.	50	23.62
7.	100	26.12
8.	200	28.61

Sumber : Hasil Perhitungan

Grafik Debit Banjir DAS Kelara



4.5.1 Debit banjir Embung

Perhitungan debit banjir digunakan persamaan 2.8 sebagai berikut:

$$Q_d = \alpha \times Q_p$$

Dimana:

Q_d = Debit Banjir rencana (m^3/dt)

Q_p = Debit banjir periode ulang tertentu (m^3/dt)

$$= 26.12 \text{ m}^3/dt$$

α = koefisien konsentrasi kandungan sedimen

$$\alpha = 1.02$$

Hasil perhitungan debit banjir rencana adalah sebagai berikut:

$$Q_d = \alpha \times Q_p = 1.05 \times 26.12 = 26.64 \text{ m}^3/dtk.$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, maka debit banjir rencana untuk periode ulang 100 tahun adalah 26.64 m³/detik. Untuk bangunan Embung, debit banjir yang dimaksud adalah debit banjir yang terjadi akibat gabungan massa air dan massa sedimen yang terbawa oleh air tersebut.

4.5.2 Perhitungan Tinggi Muka Air di atas Mercu Embung

Perhitungan tinggi muka air di atas mercu mengacu pada Pd T-12-2004-

A menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_d = (2/15) C_d \sqrt{2g} (3B_1 + 2B_2) h_w^{3/2}$$

Dimana :

- Q_d = debit banjir rencana (m³/det)
- C_d = koefisien debit (0,60 - 0,66)
- g = percepatan gravitasi (9,8 m/det²)
- B₁ = lebar peluap bagian bawah (m)
= 7 m (mengacu pada gambar rencana)
- B₂ = lebar muka air di atas peluap (m)
= B₁ + 2.m.hw
- m = kemiringan tepi pelimpah
= 0.50 (mengacu pada gambar rencana)
- h_w = tinggi air di atas mercu/ peluap (m)

$$26.64 = (2/15) \times 0.6 \times \sqrt{2 \times 9.81} (3 \times 7 + 2 (7 + 2 \times 0.5 \times h_w)) h_w^{3/2}$$

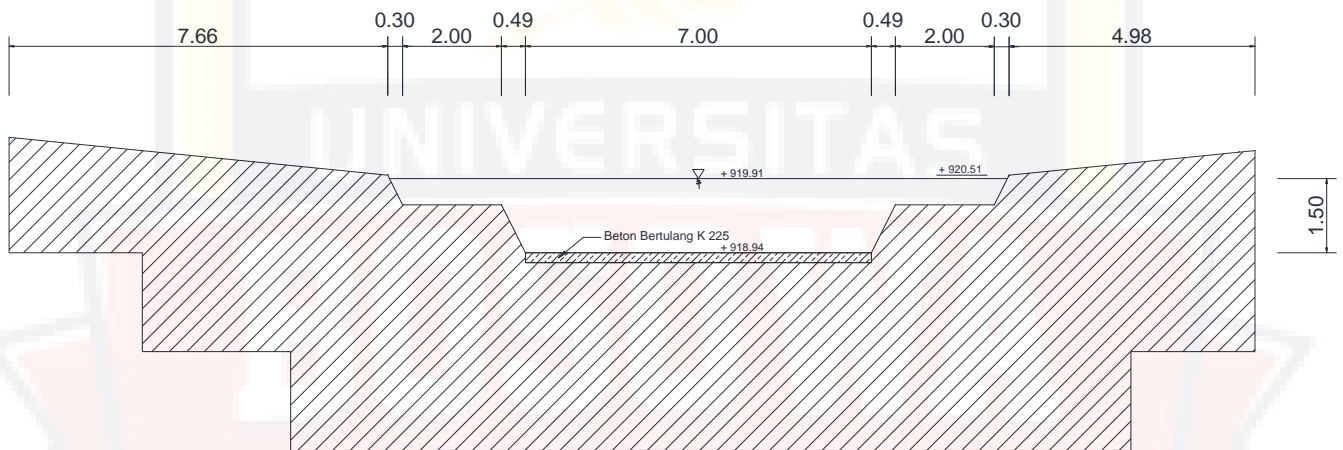
$$26.64 = 0.354 (39 + 2h_w) h_w^{3/2}$$

$$26.64 = 13.806 h_w^{3/2} + 0.708 h_w^{5/2}$$

Dari persamaan tersebut diperoleh nilai $h_w = 1.48 \text{ m} \approx 1.50 \text{ m}$

$$\begin{aligned} B_2 &= B_1 + 2 \cdot m \cdot h_w \\ &= 7 + (2 \times 0.5 \times 1.50) \\ &= 8.50 \text{ m} \end{aligned}$$

Penentuan tinggi jagaan pada peluap (w) mengacu pada Pd T-12-2004-A dengan debit desain antara $50 \text{ (m}^3/\text{det)}$, maka ditetapkan nilai $w = 0.60 \text{ m}$.



Gambar 4.2 Sketsa Tinggi Muka Air (h_w) Hasil Perhitungan
(Sumber: Penulis)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan antara lain sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan Analisa Debit Banjir Rencana Embung Kelara dengan Periode Ulang 2 Tahun sebesar $10,96 \text{ m}^3 / \text{detik}$, Periode Ulang 5 Tahun sebesar $15.02 \text{ m}^3 / \text{detik}$, Periode Ulang 10 Tahun sebesar $17.71 \text{ m}^3 / \text{detik}$, Periode Ulang 20 Tahun sebesar $20.29 \text{ m}^3 / \text{detik}$, Periode Ulang 25 Tahun sebesar $21.10 \text{ m}^3 / \text{detik}$, Periode Ulang 50 Tahun sebesar $23.63 \text{ m}^3 / \text{detik}$, Periode Ulang 100 Tahun sebesar $26.12 \text{ m}^3 / \text{detik}$, Periode Ulang 200 Tahun sebesar $28.61 \text{ m}^3 / \text{detik}$.
2. Untuk Perhitungan tinggi muka air di atas mercu Embung menggunakan lebar bawah 7 meter sesuai dengan ukuran di lapangan, diperoleh tinggi muka air diatas mercu sebesar 1,50 meter.

5.2. SARAN

Adapun saran yang dapat di berikan berdasarkan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pentingnya tindak lanjut penelitian ini mengingat pemanfaatan lahan di desa Tompobulu saat ini yang dijadikan lahan permukiman pada area yang rawan banjir pada bagian hulu, yang tentunya akan mengancam keberlangsungan sistem dan fungsi Sungai Kelara dimasa yang akan datang selain mengancam keselamatan jiwa masyarakat di sekitarnya;
2. Melakukan Penambahan Tinggi Deck Shear Embung dan melakukan Perkuatan Tebing di bagian hulu dan hilir Embung agar tidak terjadi longsor akibat gerusan banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Soemarto, CD. (1986). *Hidrologi Teknik, Usaha Nasional, Surabaya*.
- Anggrahini, 1997, *Hidrolika Saluran Terbuka, Cetakan Pertama, CV. Citra Media Surabaya*.
- Bambang Triatmodjo, 1996, *Hidrolika II, Beta Offset, Yogyakarta*.
- Permen PUPR Nomor 28, Tahun 2015, tentang *penetapan garis sempadan sungai dan garis sempadan danau*.
- Undang-Undang Nomor. 7 Tahun 2004 tentang *Sumber Daya Air*.
- Joesran Loebis. Meng, 1984, *Banjir Rencana Untuk Bangunan Air, Cetakan Pertama, Badan Penerbit P.U, Bandung*.
- Joyce Marthe, W Wannu Adidarma Diph, 1982, *Mengenai Dasar-Dasar Hidrologi Nova, Bandung*.
- Ray K, Lisley, Joseph, B, Franzim, Djoko Sasongko, 1995, *Teknik Sumber Daya Air, Edisi Tiga Jilid I, Erlangga, Jakarta*.
- Ray K, Lisley, Joseph, B, Franzim, Djoko Sasongko, 1995, *Teknik Sumber Daya Air, Edisi Tiga Jilid II, Erlangga, Jakarta*.
- Ray K, Lisley, Max, A, Kohler, Joseph L, H, Paulus, Yadi Hermawan, 1987, *Hidrologi Untuk Insinyur, Edisi Ketiga, Bandung*.



LAMPIRAN

BOSOWA

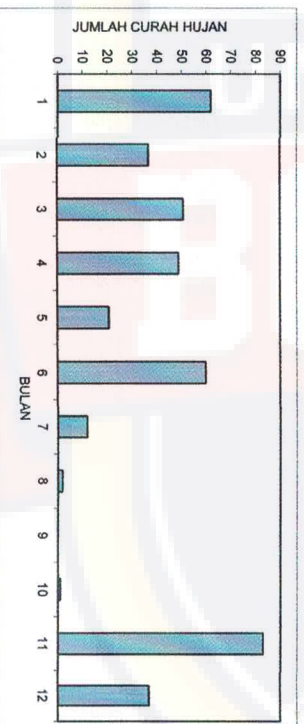
TAHUN 1995

No. Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelara
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jenepono

Koordinat : 5°22'54"LS 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept.	Okt	Nov.	Des.
1	4	-	-	-	-	10	2	-	-	-	-	1
2	1	-	3	-	-	2	5	-	-	-	5	-
3	2	5	3	-	-	-	5	-	-	-	3	-
4	3	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	10	7	5	-	-	3	-	-	-	-	3	-
6	-	-	3	13	-	5	-	2	-	-	-	2
7	-	-	3	8	-	3	-	-	-	-	-	13
8	-	3	3	4	-	1	-	-	-	-	1	5
9	-	-	3	5	3	1	-	-	-	-	8	6
10	-	-	-	4	1	9	-	-	-	-	1	1
11	-	-	-	3	2	1	-	0	-	-	3	6
12	5	-	-	4	1	2	-	-	-	-	3	1
13	6	8	-	1	2	2	-	-	-	-	9	6
14	2	-	3	2	1	3	-	-	-	-	6	1
15	2	-	3	9	3	2	-	-	-	-	3	3
16	1	6	6	-	-	4	-	-	-	-	3	1
17	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	1	1
18	1	2	2	-	-	-	-	-	-	-	8	-
19	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
20	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	5	-	-	-	-	2	-	-	-	-	4	-
24	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8	-
25	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	6	1
26	5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	10	2
27	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	3	-
28	-	-	10	-	2	-	-	-	-	-	1	2
29	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-
30	5	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jml.Perbulan	62	37	51	49	21	60	12	2	-	1	83	37
Jml hari hujan	18	10	14	9	9	15	3	2	-	1	17	12
Hujan Max	10	8	10	13	5	10	5	2	-	1	10	13
Hujan Min	1	1	1	1	1	1	2	0	-	1	1	1
Rata-rata	3	4	4	5	2	4	4	1	-	1	5	3

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 1995
 STA.TANRANG - JENEPOUNTO



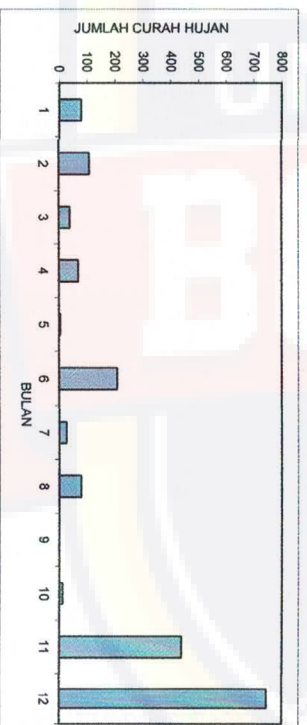
Catatan :
 - Hujan dicatat dalam (mm)
 - Tidak ada hujan diberi tanda (-)
 - Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)

TAHUN 1996

No.Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelara
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jeneponto
 Koordinat : 5°22'54"L S 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Jun	Juli	Agust	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
1	-	-	2	-	-	50	7	-	-	-	-	80
2	-	-	1	-	-	10	-	-	-	-	-	25
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
4	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	15
5	-	-	3	1	-	50	-	-	-	-	-	25
6	-	-	-	2	-	10	-	-	-	-	-	50
7	-	-	-	3	-	9	-	-	-	-	-	10
8	-	-	5	3	-	28	-	-	-	-	-	60
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50
10	-	-	3	4	-	-	-	-	-	3	-	30
11	-	-	-	3	-	-	-	-	-	4	-	20
12	-	-	-	3	-	-	11	-	-	-	-	15
13	-	-	4	3	-	-	-	-	-	-	-	25
14	10	16	-	6	-	-	-	10	-	-	-	35
15	9	8	-	10	-	-	-	9	-	3	-	15
16	1	1	-	20	-	-	-	1	-	2	-	5
17	1	1	1	3	-	-	-	-	-	2	-	50
18	-	4	1	5	-	-	1	-	-	4	-	30
19	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	20
20	-	-	-	1	3	-	-	-	-	-	-	10
21	-	-	-	12	1	-	-	-	-	-	-	20
22	-	-	9	-	2	-	-	-	-	-	-	25
23	-	-	-	-	2	25	-	-	-	-	-	5
24	20	26	1	-	-	28	-	20	-	-	-	20
25	15	15	3	-	-	-	-	15	-	-	-	30
26	20	26	-	-	-	-	-	20	-	-	-	10
27	-	15	8	-	-	-	-	-	-	-	-	15
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jml.Perbulan	79	111	41	71	6	210	27	79	-	12	438	745
Jml hari hujan	7	8	12	13	3	8	5	7	-	4	12	28
Hujan Max	20	26	9	20	3	50	11	20	-	4	70	80
Hujan Min	1	1	1	1	1	9	1	1	-	2	3	5
Rata-rata	11	14	3	5	2	26	5	11	-	3	37	27

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 1996
STA.TANRANG - JENEPO NTO



Keterangan :
 - Hujan dicatat dalam (mm)
 - Tidak ada hujan diberi tanda (-)
 - Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)

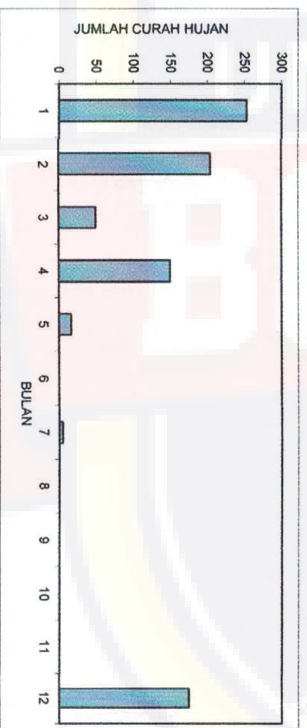
TAHUN 1997

No.Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelara
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jenepono

Koordinat : 5°22'54"LS 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
1	-	5	10	-	10	-	-	-	-	-	-	15
2	25	5	15	75	2	-	3	-	-	-	-	5
3	30	3	5	25	-	-	2	-	-	-	-	10
4	25	7	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	20	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	30	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
7	-	4	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	35	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
16	30	10	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
18	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	20	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75
22	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
23	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	24	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
25	25	20	-	20	-	-	-	-	-	-	-	5
26	-	20	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	40	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	30	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jml.Perbulan	253	205	50	150	17	-	5	-	-	-	-	175
Jml hari hujan	10	17	6	6	4	-	2	-	-	-	-	10
Hujan Max	35	40	15	75	10	-	3	-	-	-	-	75
Hujan Min	3	1	5	5	1	-	2	-	-	-	-	5
Rata-rata	25	12	8	25	4	-	3	-	-	-	-	18

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 1997
 STA.TANRANG - JENEPOnto



Catatan :
 - Hujan dicatat dalam (mm)
 - Tidak ada hujan diberi tanda (-)
 - Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)

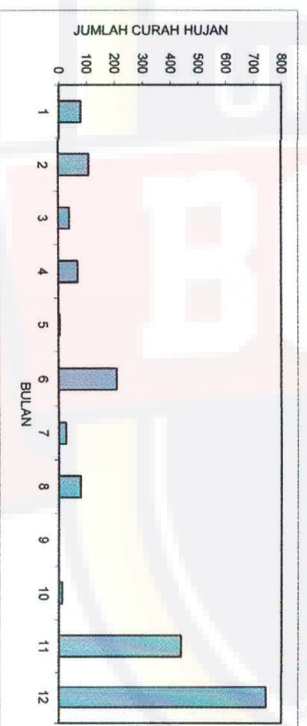
TAHUN 1998

No.Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelara
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jenepono

Koordinat : 5°22'54"LS 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept.	Okt	Nov.	Des.
1	45	30	-	50	-	-	-	45	-	-	-	10
2	40	30	-	20	-	-	-	-	-	-	5	5
3	10	25	50	120	-	-	-	-	-	-	50	30
4	20	20	-	15	-	-	15	35	-	-	50	10
5	20	40	-	30	30	-	-	-	-	-	25	10
6	10	30	-	25	-	-	10	-	-	-	10	-
7	5	15	-	10	-	-	10	-	-	-	45	-
8	5	25	70	30	-	-	40	-	-	-	-	-
9	5	25	25	25	-	-	40	-	-	65	-	10
10	15	-	-	70	-	-	-	-	-	50	-	-
11	45	-	-	35	-	-	-	-	-	10	-	-
12	30	50	5	-	30	-	-	-	-	-	-	-
13	10	25	-	15	25	-	-	-	-	-	-	-
14	30	-	-	55	25	-	-	-	-	-	-	-
15	20	-	25	5	25	-	25	-	-	-	-	-
16	-	-	45	45	30	-	-	-	-	-	-	-
17	-	60	35	35	25	-	-	-	-	15	-	-
18	-	50	120	-	20	100	-	-	-	-	-	-
19	10	60	15	-	75	5	-	-	-	5	-	-
20	5	25	70	-	-	10	25	-	-	5	-	-
21	5	5	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-
22	-	15	-	-	-	23	-	-	-	-	-	-
23	-	-	-	-	-	-	20	-	30	-	-	5
24	-	-	-	-	-	-	30	10	40	-	-	10
25	-	-	-	-	-	-	5	20	30	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-	50	20	-	-	-	-
27	-	-	-	10	-	5	40	25	15	-	-	25
28	-	-	-	115	-	10	45	-	-	-	-	10
29	-	-	-	5	-	18	20	-	-	25	-	5
30	-	-	-	5	-	23	15	-	-	30	-	5
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
Jml.Perbulan	325	505	460	690	235	171	390	155	115	200	170	220
Jml hari hujan	17	16	10	19	7	7	15	6	4	7	8	13
Hujan Max	45	60	120	120	75	100	50	45	40	65	50	65
Hujan Min	5	5	5	5	20	5	5	10	15	5	5	5
Rata-rata	19	32	46	36	34	24	26	26	29	29	21	17

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 1998
 STA.TANRANG - JENEPOKTO



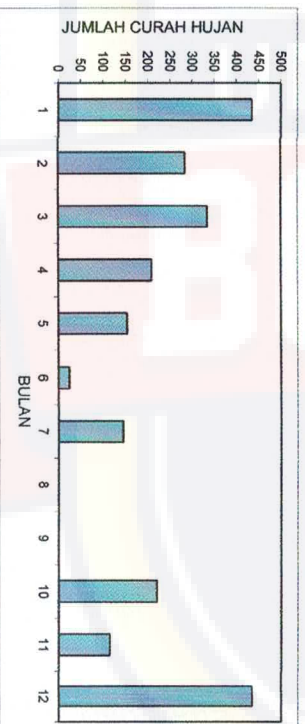
Keterangan :
 - Hujan dicatat dalam (mm)
 - Tidak ada hujan diberi tanda (-)
 - Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)

TAHUN 1999

No.Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelara
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jenepono
 Koordinat : 5°22'54"LS 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept.	Okt	Nov.	Des.
1	-	-	-	30	15	15	75	-	-	-	-	25
2	35	-	-	5	60	-	40	-	-	-	-	20
3	65	10	-	5	-	-	-	-	-	0	-	15
4	15	20	10	-	-	-	25	-	-	-	0	-
5	-	70	15	-	-	-	5	-	-	-	0	-
6	-	55	5	-	-	-	-	-	-	0	-	-
7	-	50	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	15	25	-	-	-	-	-	-	-	-	15
9	-	15	20	-	20	-	-	-	-	-	-	30
10	-	10	55	-	25	-	-	-	-	30	-	40
11	-	-	-	15	-	-	-	-	-	30	-	10
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-	5
13	15	-	-	-	10	-	-	-	-	30	-	20
14	35	-	-	-	-	-	-	-	-	70	-	5
15	75	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	10
16	10	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-
17	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45
19	-	15	-	-	-	-	-	-	-	25	-	20
20	20	5	-	-	-	-	-	-	-	10	-	5
21	21	10	25	-	-	-	-	-	-	0	-	5
22	5	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	5
23	15	-	-	35	25	-	-	-	-	-	-	65
24	15	-	-	10	-	-	-	-	-	10	-	10
25	30	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	15
26	60	-	-	5	-	5	-	-	-	-	-	-
27	10	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
28	30	5	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	0	-
30	-	-	30	55	-	-	-	-	-	-	0	-
31	-	-	30	-	-	-	-	-	-	45	30	-
Jml.Perbulan	435	285	335	210	155	25	145	-	0	220	115	435
Jml hari hujan	15	13	16	10	6	3	4	-	1	8	9	17
Hujan Max	75	70	65	55	60	15	75	-	0	70	50	90
Hujan Min	5	5	5	5	10	5	5	-	0	0	0	5
Rata-rata	29	22	21	21	26	8	36	-	0	28	13	26

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 1999
STA.TANRANG - JENEPOKTO



Keterangan :
 - Hujan dicatat dalam (mm)
 - Tidak ada hujan diberi tanda (-)
 - Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)

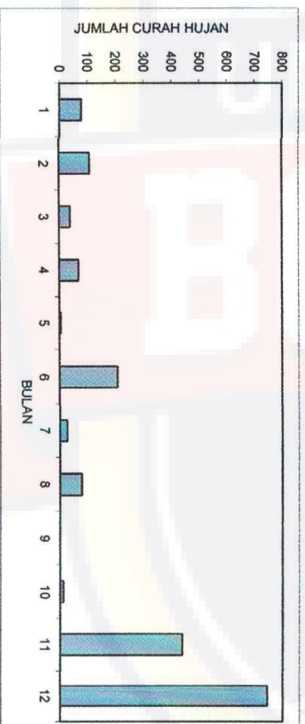
TAHUN 2000

No.Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelara
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jeneponito

Koordinat : 5°22'54"LS 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agust.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
1	-	60	-	60	20	40	-	10	-	-	50	10
2	0	-	-	-	15	5	-	10	-	-	10	-
3	-	95	-	45	15	50	-	-	-	-	20	15
4	5	-	-	-	-	50	-	-	-	-	5	35
5	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	30	40
6	-	10	-	50	-	-	-	-	-	-	40	30
7	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	15
8	20	5	-	-	-	10	-	-	-	-	15	10
9	25	-	-	-	-	20	-	-	-	-	15	15
10	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	5	-
11	-	-	10	-	-	15	-	-	-	-	10	-
12	35	-	-	60	25	0	-	-	-	35	10	-
13	-	-	20	-	65	0	-	-	-	10	30	-
14	-	-	45	-	35	65	-	-	-	20	50	10
15	-	-	15	-	10	90	-	-	-	60	50	-
16	-	-	5	-	10	10	-	-	-	50	25	-
17	-	-	-	-	-	10	-	-	-	40	25	-
18	35	-	-	-	-	-	-	-	-	10	30	-
19	5	35	20	-	60	-	-	-	-	5	10	-
20	-	40	10	9	-	-	-	-	-	10	15	-
21	5	5	20	-	-	10	-	-	-	50	45	-
22	-	-	30	-	-	-	-	-	-	25	5	-
23	10	-	30	-	15	-	-	-	-	5	5	-
24	-	-	10	10	-	-	-	-	-	45	5	10
25	15	-	-	-	-	-	-	-	-	15	5	-
26	5	65	40	-	-	-	-	-	-	15	25	15
27	27	-	-	-	-	-	-	-	-	50	20	-
28	30	-	15	-	-	25	-	-	-	5	5	-
29	25	-	15	-	10	15	-	-	-	-	10	10
30	5	-	30	-	-	15	-	-	-	-	10	20
31	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-
Jml.Perbulan	255	315	315	234	255	380	15	20	-	305	600	235
Jml hari hujan	16	8	15	6	9	14	2	2	-	11	26	13
Hujan Max	35	95	45	60	65	90	10	10	-	60	50	40
Hujan Min	0	5	5	9	10	0	5	10	-	5	5	10
Rata-rata	16	39	21	39	28	27	8	10	-	28	23	18

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2000
 STA.TANRANG - JENEPOKITO



Keterangan :
 - Hujan dicatat dalam (mm)
 - Tidak ada hujan diberi tanda (-)
 - Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)

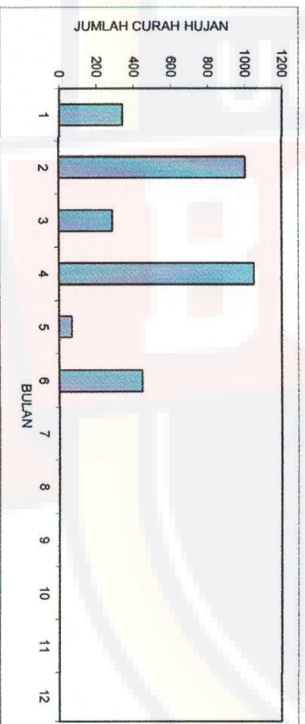
TAHUN 2001

No.Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelara
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jeneponto

Koordinat : 5°22'54"LS 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agust.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.
1	-	50	-	70	10	25	-	-	-	-	-	-
2	-	20	-	20	30	25	-	-	-	-	-	-
3	20	30	10	30	-	30	-	-	-	-	-	-
4	30	60	30	65	-	25	-	-	-	-	-	-
5	10	80	65	25	-	40	-	-	-	-	-	-
6	15	30	10	70	-	15	-	-	-	-	-	-
7	-	40	20	20	-	35	-	-	-	-	-	-
8	-	50	-	30	-	50	-	-	-	-	-	-
9	10	60	-	20	-	20	-	-	-	-	-	-
10	15	80	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-
11	35	30	-	20	-	20	-	-	-	-	-	-
12	25	20	-	50	-	30	-	-	-	-	-	-
13	15	10	-	30	-	20	-	-	-	-	-	-
14	10	50	-	70	-	5	-	-	-	-	-	-
15	-	30	-	70	-	18	-	-	-	-	-	-
16	-	40	30	60	-	20	-	-	-	-	-	-
17	20	40	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	10	10	70	10	-	-	-	-	-	-	-
19	10	50	-	60	-	-	-	-	-	-	-	-
20	5	75	-	70	-	-	-	-	-	-	-	-
21	10	40	-	30	-	10	-	-	-	-	-	-
22	80	80	-	20	-	20	-	-	-	-	-	-
23	50	50	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-
24	10	10	20	40	-	-	-	-	-	-	-	-
25	40	10	10	20	-	-	-	-	-	-	-	-
26	20	20	10	50	-	-	-	-	-	-	-	-
27	20	10	10	20	-	-	-	-	-	-	-	-
28	25	-	15	20	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	40	-	-	20	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-
Jml.Perbulan	340	1005	290	1050	70	450	-	-	-	-	-	-
Jml hari hujan	19	24	13	27	4	18	-	-	-	-	-	-
Hujan Max	40	80	65	70	30	50	-	-	-	-	-	-
Hujan Min	5	10	10	10	10	5	-	-	-	-	-	-
Rata-rata	18	42	22	39	18	25	-	-	-	-	-	-

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2001
 STA.TANRANG - JENEPONTO



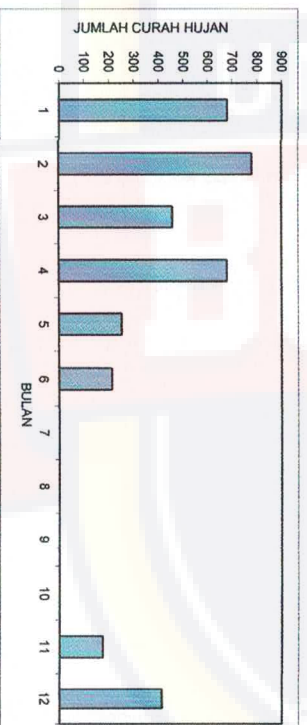
Catatan :
 - Hujan dicatat dalam (mm)
 - Tidak ada hujan diberi tanda (-)
 - Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)

TAHUN 2002

No.Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelara
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jeneponto
 Koordinat : 5°22'54"LS 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept.	Okt	Nop.	Des.
1	35	70	70	70	-	-	-	-	-	-	-	35
2	60	80	-	30	-	-	-	-	-	-	-	15
3	40	20	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-
4	15	10	-	30	50	-	-	-	-	-	-	-
5	20	30	-	30	30	0	-	-	-	-	-	15
6	5	50	-	70	-	-	-	-	-	-	-	25
7	-	20	-	30	-	0	-	-	-	-	-	-
8	15	10	10	-	60	20	-	-	-	-	-	30
9	10	-	-	50	75	-	-	-	-	-	-	8
10	-	10	-	60	30	35	-	-	-	-	-	8
11	-	10	-	-	10	50	-	-	-	-	-	20
12	-	20	30	-	-	0	-	-	-	-	-	23
13	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55
14	10	70	40	30	-	-	-	-	-	-	-	73
15	40	70	30	50	-	-	-	-	-	-	-	30
16	40	10	-	70	-	-	-	-	-	-	-	8
17	60	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	5
18	30	20	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	20	30	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	60	-	30	-	-	-	-	-	-
21	70	30	-	-	-	50	-	-	-	-	-	10
22	20	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
23	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
24	40	30	20	-	-	30	-	-	-	-	-	10
25	10	10	40	10	-	-	-	-	-	-	-	5
26	20	20	30	-	-	-	-	-	-	-	-	5
27	10	-	70	-	-	-	-	-	-	-	-	35
28	-	70	-	30	-	-	-	-	-	-	-	25
29	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	50
30	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jml.Perbulan	680	780	460	680	255	215	-	-	-	-	175	415
Jml hari hujan	23	23	12	15	6	10	-	-	-	-	8	21
Hujan Max	70	80	70	70	75	50	-	-	-	-	55	73
Hujan Min	5	10	10	10	10	0	-	-	-	-	5	0
Rata-rata	30	34	38	45	43	22	-	-	-	-	22	20

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2002 STA.TANRANG - JENEPOHTO



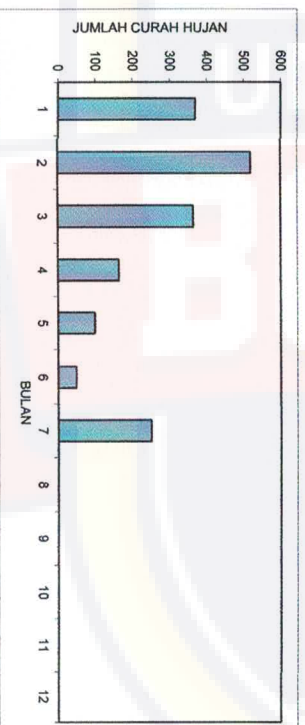
Catatan :
 - Hujan dicatat dalam (mm)
 - Tidak ada hujan diberi tanda (-)
 - Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)

TAHUN 2003

No.Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelara
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jeneponito
 Koordinat : 5°22'54"LS 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Feb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept.	Okt	Nov.	Des.
1	-	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	50	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
4	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	55	-	50	-	-	-	-	-	-	-
6	8	20	-	20	15	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	35	-	-	-	-	-	-	-
8	-	30	-	10	-	-	50	-	-	-	-	-
9	-	20	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	58	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	60	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	20	75	25	-	-	-	0	-	-	-	-	-
14	23	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	30	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	30	20	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	50	25	-	-	15	-	-	-	-	-	-
18	-	70	10	0	-	5	50	-	-	-	-	-
19	-	30	10	0	-	15	-	-	-	-	-	-
20	-	60	10	0	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	55	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-
23	-	-	25	-	-	15	-	-	-	-	-	-
24	-	-	30	15	-	0	100	-	-	-	-	-
25	-	-	10	0	-	0	-	-	-	-	-	-
26	-	-	20	10	-	-	-	-	-	-	-	-
27	40	25	25	10	-	-	-	-	-	-	-	-
28	30	10	10	0	-	-	-	-	-	-	-	-
29	20	20	10	0	-	-	-	-	-	-	-	-
30	10	-	20	0	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	20	0	0	-	-	-	-	-	-	-
Jml.Perbulan	369	520	365	165	100	50	250	-	-	-	-	-
Jml hari hujan	12	12	15	13	4	6	6	-	-	-	-	-
Hujan Max	60	75	55	50	50	15	100	-	-	-	-	-
Hujan Min	8	20	10	0	0	0	0	-	-	-	-	-
Rata-rata	31	43	24	13	25	8	42	-	-	-	-	-

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2003
STA.TANRANG - JENEPOKITO



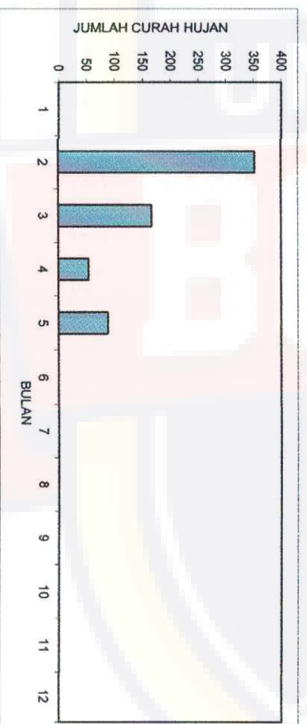
Catatan :
 - Hujan dicatat dalam (mm)
 - Tidak ada hujan diberi tanda (-)
 - Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)

TAHUN 2004

No.Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelara
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jeneponito
 Koordinat : 5°22'54"LS 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept.	Okt	Nov.	Des.
1	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	5	20	-	5	-	-	-	-	-	-	-
4	-	19	10	-	5	-	-	-	-	-	-	-
5	-	10	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	45	33	-	-	13	-	-	-	-	-	-
9	-	20	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-
10	-	10	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-
11	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	18	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	20	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	5	15	-	5	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	10	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	15	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-
26	-	10	0	-	5	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	5	-	20	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	20	-	5	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	15	5	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	10	8	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jml.Perbulan	-	353	168	55	89	-	-	-	-	-	-	-
Jml hari hujan	-	19	13	5	11	-	-	-	-	-	-	-
Hujan Max	-	45	33	20	20	-	-	-	-	-	-	-
Hujan Min	-	5	0	5	5	-	-	-	-	-	-	-
Rata-rata	-	19	13	11	8	-	-	-	-	-	-	-

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2004 STA.TANRANG - JENEPOKITO



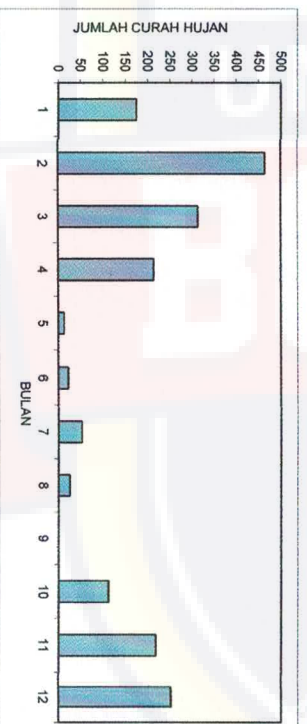
Keterangan :
 - Hujan dicatat dalam (mm)
 - Tidak ada hujan diberi tanda (-)
 - Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)

TAHUN 2005

No.Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelara
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jenepono
 Koordinat : 5°22'54"LS 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept.	Okt	Nop.	Des.
1	-	-	10	5	-	-	-	-	-	-	-	4
2	25	20	2	45	-	-	-	-	-	-	-	31
3	-	25	52	50	-	-	2	-	-	-	-	25
4	-	10	39	-	-	-	2	-	-	-	-	-
5	-	-	8	4	-	-	5	-	-	-	-	26
6	-	2	8	27	-	-	10	-	-	-	-	7
7	-	-	4	3	-	-	8	-	-	-	-	-
8	25	5	0	10	4	4	-	8	-	-	65	8
9	-	-	-	10	2	-	-	-	-	10	-	10
10	-	-	-	-	2	-	8	-	-	-	-	-
11	-	35	-	-	-	4	11	-	-	-	59	7
12	-	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	7
14	-	-	-	8	-	-	-	-	2	2	7	10
15	-	11	-	47	-	-	6	12	-	0	2	-
16	-	12	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-
17	-	13	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-
18	-	68	-	-	-	7	-	-	-	5	9	-
19	-	62	-	-	-	8	-	-	-	18	20	18
20	60	5	12	-	-	-	-	-	-	5	5	2
21	25	9	-	-	2	-	-	-	-	5	20	18
22	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
23	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
24	-	8	2	-	-	-	-	-	-	6	8	10
25	-	29	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	40	25	3	-	6	6	-	-	-	2	2	40
27	-	29	-	6	-	-	-	2	-	2	4	1
28	-	55	40	-	-	-	-	2	-	4	1	22
29	-	12	45	-	-	-	-	-	-	58	1	-
30	-	13	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	58	-	-	-	1	-	-	-	-	9
Jml.Perbulan	175	465	314	215	14	23	53	26	-	112	218	253
Jml hari hujan	5	22	17	11	4	4	9	5	-	11	13	17
Hujan Max	60	68	58	50	6	8	11	12	-	58	65	40
Hujan Min	25	1	0	3	2	4	1	2	-	0	1	1
Rata-rata	35	21	18	20	4	6	6	5	-	10	17	15

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2005 STA.TANRANG - JENEPOHTO



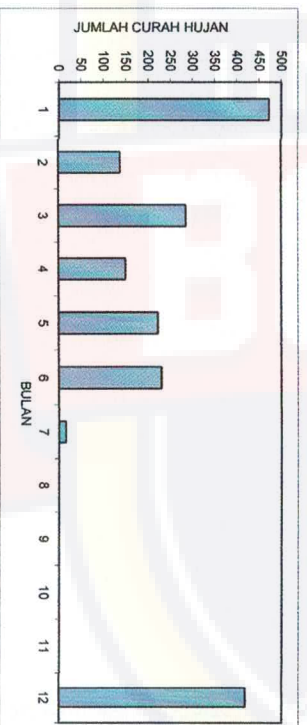
Catatan :
 - Hujan dicatat dalam (mm)
 - Tidak ada hujan diberi tanda (-)
 - Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)

TAHUN 2006

No.Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelara
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jenepono
 Koordinat : 5°22'54"LS 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Feb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept.	Okt	Nov.	Des.
1	11	1	40	-	10	3	-	-	-	-	-	-
2	-	1	50	-	6	6	-	-	-	-	-	-
3	2	2	3	-	19	9	-	-	-	-	-	10
4	11	11	10	-	6	2	-	-	-	-	-	-
5	10	3	6	-	6	6	-	-	-	-	-	-
6	12	1	53	-	9	4	-	-	-	-	-	-
7	-	1	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-
8	-	11	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	13	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
10	-	15	-	-	-	47	-	-	-	-	-	50
11	-	14	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-
12	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50
15	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
16	23	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	25
17	39	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	52
18	19	-	-	-	31	-	-	-	-	-	-	-
19	17	-	-	-	4	88	-	-	-	-	-	10
20	4	-	8	-	3	40	-	-	-	-	-	5
21	21	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	10
22	5	19	-	-	37	-	-	-	-	-	-	5
23	23	23	-	-	27	-	6	-	-	-	-	17
24	11	-	-	-	1	4	-	-	-	-	-	5
25	125	-	-	-	39	-	6	-	-	-	-	11
26	56	12	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-
27	27	15	92	-	5	7	-	-	-	-	-	11
28	5	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	10	-	6	16	2	-	-	-	-	-	-	103
Jml.Perbulan	472	139	286	151	223	231	16	-	-	-	-	418
Jml hari hujan	22	13	12	9	16	13	3	-	-	-	-	15
Hujan Max	125	23	92	39	73	88	6	-	-	-	-	103
Hujan Min	2	1	2	2	1	2	4	-	-	-	-	3
Rata-rata	21	11	24	17	14	18	5	-	-	-	-	28

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2006 STA.TANRANG - JENEPONTO



Catatan :
 - Hujan dicatat dalam (mm)
 - Tidak ada hujan diberi tanda (-)
 - Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)

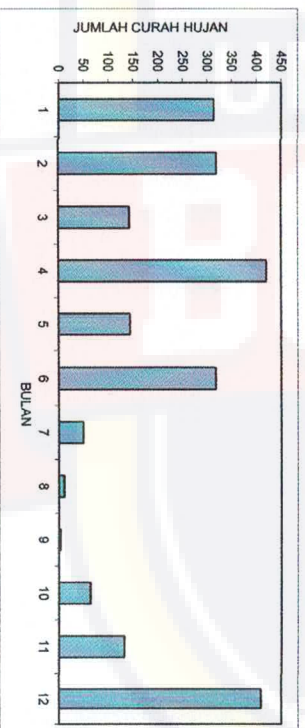
TAHUN 2007

No.Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelara
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jenepono

Koordinat : 5°22'54"LS 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Feb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agust.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
1	90	12	2	-	-	-	-	-	-	-	2	0
2	43	70	-	-	-	34	-	-	-	-	-	6
3	28	21	-	-	-	-	5	-	-	-	-	23
4	-	1	-	-	-	2	19	-	-	-	0	19
5	-	2	-	-	35	7	-	-	4	-	0	-
6	-	10	-	-	8	63	-	-	-	-	-	12
7	-	5	-	-	10	10	-	-	-	3	-	7
8	-	12	-	-	10	-	-	-	-	5	4	40
9	-	-	-	-	30	-	-	-	-	-	5	2
10	-	-	-	-	48	-	-	-	-	-	-	4
11	-	-	-	-	4	24	-	0	-	-	-	4
12	-	-	-	-	4	2	-	-	-	-	-	3
13	19	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
14	3	31	45	19	7	0	5	-	-	-	-	36
15	-	-	0	62	12	0	-	-	-	-	-	4
16	-	14	-	0	12	-	-	-	-	-	-	2
17	-	26	-	-	12	-	-	-	-	-	35	37
18	8	5	-	-	21	21	-	-	-	-	-	25
19	55	55	-	16	-	30	2	10	-	-	-	7
20	18	3	-	29	-	14	8	0	1	-	-	7
21	40	2	-	21	-	3	-	-	-	-	-	-
22	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
24	-	10	0	30	-	-	8	-	-	-	25	20
25	-	10	10	17	-	52	3	0	-	-	0	30
26	9	14	3	9	2	6	-	-	-	-	16	63
27	13	6	12	9	23	66	-	-	-	25	16	26
28	0	-	2	-	2	11	-	-	-	-	45	-
29	32	-	2	-	4	10	-	-	-	8	-	-
30	-	-	2	-	13	7	-	-	-	8	-	8
31	-	-	70	-	-	-	-	-	-	23	-	15
Jml.Perbulan	314	320	144	420	145	318	50	11	4	64	132	409
Jml hari hujan	13	20	9	17	10	18	8	5	1	5	10	26
Hujan Max	90	70	70	78	63	66	19	10	4	25	45	63
Hujan Min	0	1	0	0	2	0	0	0	4	4	0	0
Rata-rata	24	16	16	25	15	18	6	2	4	13	13	16

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2007
 STA.TANRANG - JENEPOKTO



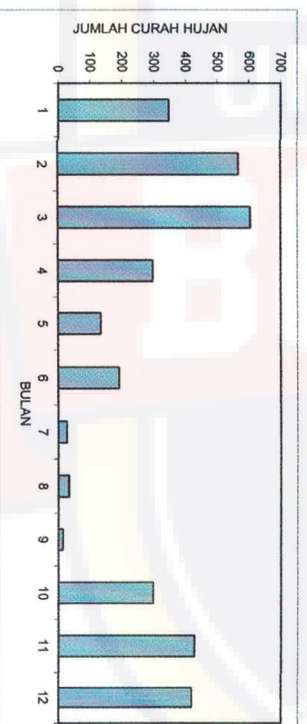
Catatan :
 - Hujan dicatat dalam (mm)
 - Tidak ada hujan diberi tanda (-)
 - Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)

TAHUN 2008

No.Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelara
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jenepono
 Koordinat : 5°22'54"LS 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Feb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept.	Okt	Nov.	Des.
1	26	58	9	-	20	-	-	-	-	8	8	-
2	22	12	2	-	-	-	-	-	-	76	17	11
3	20	59	13	-	-	-	-	-	12	10	-	-
4	97	35	50	-	-	-	-	-	-	-	-	79
5	20	13	34	64	-	-	-	-	-	-	-	12
6	12	-	-	30	-	-	-	-	-	-	-	7
7	0	20	-	28	0	-	-	-	-	3	32	10
8	5	20	24	2	9	-	-	-	-	-	13	41
9	-	25	47	8	-	4	-	-	2	-	136	59
10	-	16	61	8	-	75	12	24	-	-	33	25
11	-	43	67	8	-	35	16	-	-	-	-	15
12	-	18	38	34	-	3	-	-	-	-	-	15
13	-	14	14	-	-	5	-	-	-	-	2	14
14	23	18	4	-	-	5	-	-	-	-	38	2
15	7	17	17	-	-	-	-	-	7	-	3	37
16	18	21	17	3	-	-	-	-	-	-	20	-
17	18	33	40	14	-	-	-	-	-	-	15	5
18	14	5	46	14	-	-	-	-	-	5	8	20
19	-	-	34	5	-	-	-	-	-	5	6	14
20	-	9	23	5	6	-	0	3	0	6	6	5
21	-	40	-	-	30	4	-	-	-	16	23	-
22	-	-	-	-	22	-	-	-	-	-	3	-
23	8	5	56	-	5	-	-	-	-	-	-	5
24	8	8	20	-	7	66	-	-	-	18	-	-
25	20	41	-	-	-	-	-	-	-	30	20	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	55	12	-
27	-	21	-	-	-	-	-	-	-	6	28	-
28	-	19	-	20	5	-	-	-	-	-	2	15
29	22	15	0	35	0	-	-	-	-	8	2	7
30	6	22	3	48	16	-	-	-	-	8	-	41
31	2	-	3	15	15	-	-	-	-	56	-	-
Jml.Perbulan	347	568	605	299	135	192	28	34	14	297	427	419
Jml hari hujan	19	24	22	13	12	7	3	4	2	13	20	19
Hujan Max	97	59	67	64	30	75	16	24	12	76	136	79
Hujan Min	0	5	0	2	0	3	0	0	2	3	2	2
Rata-rata	18	24	28	23	11	27	9	9	7	23	21	22

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2008
STA.TANRANG - JENEPONTO



Keterangan :
 - Hujan dicatat dalam (mm)
 - Tidak ada hujan diberi tanda (-)
 - Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)

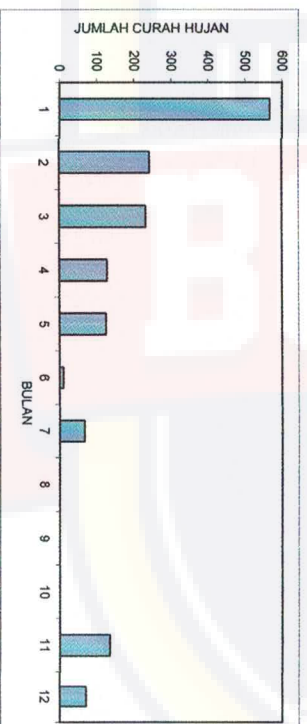
TAHUN 2009

No.Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelara
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jeneponito

Koordinat : 5°22'54"LS 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept.	Okt	Nop.	Des.
1	6	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
2	5	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	38	19	5	-	-	-	-	-	-	-	22
4	-	32	42	5	-	2	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
6	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	5	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-
8	10	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	22
9	18	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	28
10	28	-	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	13	44	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-
12	23	47	35	23	11	-	-	-	-	-	-	-
13	67	4	24	23	2	-	-	-	-	-	-	-
14	-	4	14	-	-	-	10	-	-	-	-	-
15	-	-	27	2	-	-	-	-	-	-	-	-
16	17	-	2	-	-	4	-	-	-	-	-	-
17	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	5	3	-	-	-	-	13	-	-	-	14	-
20	-	4	-	-	-	-	23	-	-	-	-	-
21	-	10	-	-	6	-	3	-	-	-	-	-
22	37	21	-	80	25	-	17	-	-	-	-	-
23	33	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-
24	12	-	12	-	5	-	-	-	-	-	-	-
25	25	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-
26	32	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	32	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	5	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	22	-	-	-	-	-	-	-
30	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	4	92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jml.Perbulan	567	244	234	130	126	11	68	-	-	-	135	72
Jml hari hujan	22	13	11	6	11	3	6	-	-	-	6	3
Hujan Max	92	47	42	80	25	5	23	-	-	-	41	28
Hujan Min	4	2	2	2	2	2	2	-	-	-	4	22
Rata-rata	26	19	21	22	11	4	11	-	-	-	23	24

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2009
 STA.TANRANG - JENEPOKITO



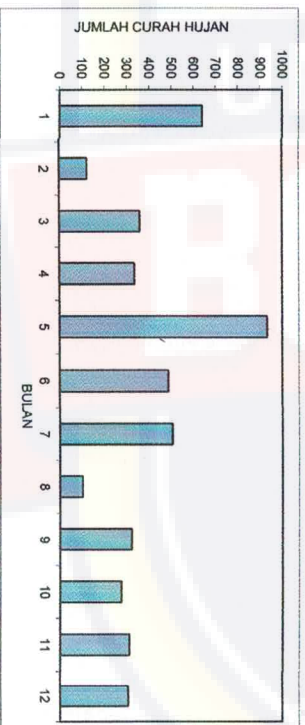
Catatan :
 - Hujan dicatat dalam (mm)
 - Tidak ada hujan diberi tanda (-)
 - Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)

TAHUN 2010

No.Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelara
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jeneponito
 Koordinat : 5°22'54"LS 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agust.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
1	15	-	-	-	-	5	-	8	20	-	14	3
2	-	16	-	-	45	30	-	10	30	-	20	20
3	25	23	-	-	-	10	4	4	15	-	10	25
4	23	18	-	-	-	20	11	-	10	-	-	15
5	-	3	-	-	34	33	-	-	35	-	-	-
6	75	-	-	-	26	27	6	-	31	-	12	25
7	13	7	-	-	10	18	15	-	20	31	60	-
8	25	5	27	35	25	22	-	-	25	19	10	25
9	55	21	45	63	10	-	-	-	40	20	10	20
10	91	24	32	53	25	-	22	-	15	21	-	25
11	10	-	53	-	56	-	-	-	-	12	-	-
12	10	-	-	-	85	52	6	16	-	-	-	-
13	75	-	-	6	51	35	73	-	26	-	15	-
14	10	-	-	6	65	45	-	-	-	-	-	-
15	45	-	12	8	60	35	-	-	-	-	-	-
16	45	18	23	17	54	15	79	14	-	23	-	50
17	75	-	9	-	-	-	20	-	-	22	17	-
18	25	-	-	-	63	-	-	-	-	25	25	-
19	-	-	19	-	45	-	-	20	-	10	10	-
20	-	-	-	-	56	-	-	18	-	10	15	-
21	-	-	75	-	56	-	-	13	40	10	10	-
22	-	-	10	-	48	12	14	-	-	10	5	-
23	-	-	10	21	45	30	52	-	-	12	-	-
24	-	-	5	9	29	60	82	-	-	10	-	-
25	15	14	25	9	10	20	83	-	15	30	8	60
26	5	-	-	63	28	-	-	-	-	30	17	-
27	-	-	-	23	50	-	-	-	-	17	15	20
28	-	-	-	20	28	-	-	-	-	15	15	20
29	-	-	-	28	28	-	-	-	-	23	-	-
30	12	-	-	3	3	-	-	-	-	38	-	-
31	-	-	-	20	3	-	-	-	-	-	23	-
Jml.Perbulan	639	126	363	338	932	489	506	103	322	275	311	308
Jml hari hujan	18	9	12	13	23	16	14	8	13	15	18	12
Hujan Max	91	24	75	63	85	60	83	20	40	38	60	60
Hujan Min	5	3	9	5	3	5	6	4	10	10	5	3
Rata-rata	36	14	30	26	41	31	36	13	25	18	17	26

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2010 STA.TANRANG - JENEPOKITO



Catatan :
 - Hujan dicatat dalam (mm)
 - Tidak ada hujan diberi tanda (-)
 - Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)

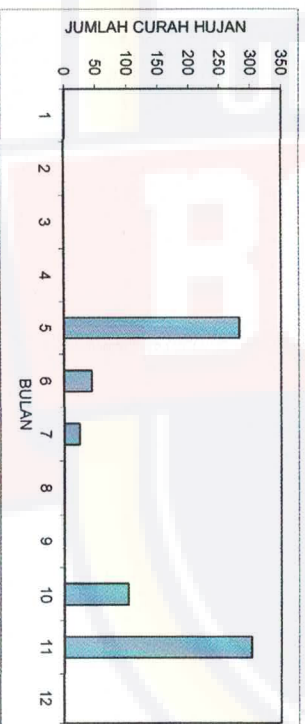
TAHUN 2011

No.Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelara
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jeneponito

Koordinat : 5°22'54"LS 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept.	Okt	Nov.	Des.
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10					22							
11					20							
12					22							
13					23		25					
14					25							
15					25							
16					26							
17					27							
18					28							
19					30							
20												
21												
22												
23												
24												
25												
26						45						
27												
28												
29												
30												
31					35							
Jml.Pembulan					283	45	25			103	302	
Jml hari hujan					11	1	1			6	26	
Hujan Max					35	45	25			30	51	
Hujan Min					20	45	25			5	1	
Rata-rata					26	45	25			17	12	

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2011 STA.TANRANG - JENEPOKITO



Catatan :
 - Hujan dicatat dalam (mm)
 - Tidak ada hujan diberi tanda (-)
 - Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)

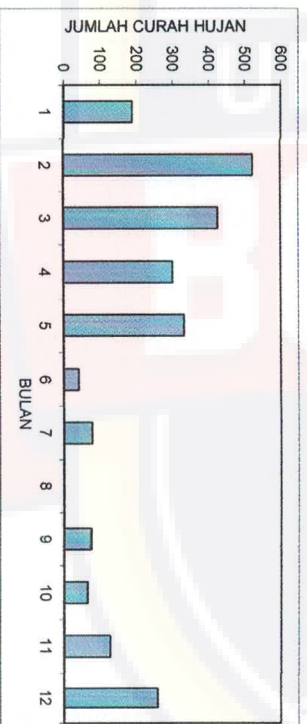
TAHUN 2012

No.Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelara
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jeneponito

Koordinat : 5°22'54"LS 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agust.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
1	5	18	37	18	15	-	-	-	-	-	-	-
2	3	15	10	-	-	-	-	-	-	-	1	1
3	9	13	6	-	60	-	-	-	-	-	-	-
4	11	8	2	13	-	-	20	-	-	-	-	-
5	9	9	10	-	38	-	-	25	-	-	-	-
6	12	9	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	4	6	-	10	0	9	-	-	-	-	-	1
8	4	9	-	23	25	-	-	-	-	-	-	25
9	17	9	-	7	-	-	-	-	-	15	-	10
10	18	9	14	-	-	10	-	22	-	-	10	-
11	26	9	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	77	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	2	21	22	20	-	-	-	-	-	-	-
14	-	3	18	-	15	-	-	-	-	-	-	-
15	-	10	18	-	-	-	-	-	-	12	-	12
16	-	80	15	10	50	-	0	-	-	13	12	15
17	-	11	-	10	-	-	3	-	-	-	-	12
18	-	12	-	9	-	-	2	-	-	-	-	-
19	-	11	9	10	-	-	0	-	-	-	1	-
20	-	10	37	3	-	-	-	-	-	-	1	25
21	24	18	19	6	25	-	-	-	-	-	-	-
22	19	9	22	11	-	-	-	-	-	-	-	-
23	9	9	15	11	-	5	-	-	-	-	36	36
24	17	17	10	22	30	-	-	-	-	-	1	1
25	-	10	11	25	0	-	-	-	-	-	1	-
26	-	12	11	61	25	-	-	-	-	-	30	30
27	3	15	10	9	0	-	-	-	5	25	-	15
28	2	94	13	6	0	9	-	-	-	-	35	35
29	1	17	11	24	10	9	-	-	-	-	1	1
30	3	3	12	3	20	-	0	-	-	-	1	25
31	5	58	58	3	0	-	-	-	-	-	-	-
Jml.Perbulan	189	524	427	302	333	42	78	-	75	65	127	259
Jml hari hujan	20	29	26	20	16	5	9	-	2	4	9	16
Hujan Max	26	94	58	61	60	10	25	-	70	25	36	36
Hujan Min	1	2	2	3	0	5	0	-	5	12	1	1
Rata-rata	9	18	16	15	21	8	9	-	38	16	14	16

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2012 STA.TANRANG - JENEPOINTO



Catatan :

- Hujan dicatat dalam (mm)
- Tidak ada hujan diberi tanda (-)
- Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)

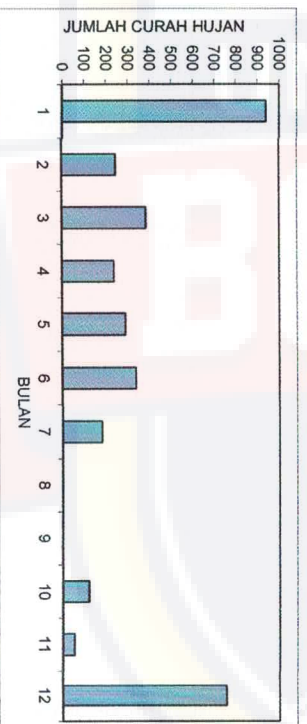
TAHUN 2013

No.Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelara
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jeneponto

Koordinat : 5°22'54"LS 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Feb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agust.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.
1	43	40	-	-	-	-	1	-	-	-	-	64
2	50	1	-	-	-	12	-	-	-	-	15	-
3	45	12	20	-	-	-	12	-	-	-	-	-
4	45	4	-	25	10	-	-	-	-	-	-	11
5	125	-	17	15	-	35	-	-	-	-	-	34
6	50	-	18	-	-	12	50	-	-	-	-	110
7	62	-	20	-	10	-	-	1	-	-	-	32
8	15	-	15	-	5	-	-	-	-	-	-	50
9	25	-	-	30	-	-	13	-	-	-	10	58
10	107	17	20	-	-	20	1	-	-	-	-	-
11	1	43	70	-	22	48	12	-	-	-	-	-
12	23	30	12	-	1	25	37	-	-	-	-	74
13	16	-	-	-	55	58	-	-	-	-	-	0
14	63	-	1	-	30	-	1	-	-	-	-	54
15	64	-	72	10	45	-	-	-	-	-	-	52
16	1	1	12	5	-	-	-	-	-	35	-	-
17	83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	1
18	13	25	15	20	25	10	-	-	-	-	-	-
19	28	27	27	30	20	-	-	-	-	-	-	-
20	11	40	-	-	-	-	55	-	-	-	-	-
21	33	25	-	10	17	-	-	-	-	-	-	-
22	10	-	-	33	17	-	-	-	-	-	-	-
23	1	-	-	25	18	-	-	-	-	-	-	-
24	25	-	10	-	11	-	-	-	-	-	-	16
25	25	-	-	-	12	1	-	-	-	-	15	65
26	-	1	-	-	10	-	-	-	-	-	-	83
27	27	10	15	-	1	20	-	-	-	1	-	1
28	-	-	-	40	1	75	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	24	-	-	-	-	-	-
30	-	-	10	-	-	-	-	-	-	85	-	50
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jml.Perbulan	938	249	387	240	292	340	182	1	-	121	54	756
Jml hari hujan	23	13	17	11	16	12	9	1	-	3	4	18
Hujan Max	125	43	72	40	55	75	55	1	-	85	15	110
Hujan Min	1	1	1	5	1	1	1	1	-	1	10	0
Rata-rata	41	19	23	22	18	28	20	1	-	40	14	42

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2013
 STA.TANRANG - JENEPONTO



Keterangan :
 - Hujan dicatat dalam (mm)
 - Tidak ada hujan diberi tanda (-)
 - Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)

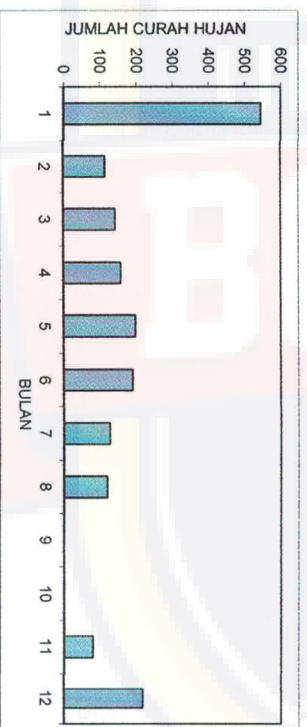
TAHUN 2014

No.Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelera
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jenepono

Koordinat : 5°22'54"LS 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept.	Okt	Nop.	Des.
1	70	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
2	16	1	-	-	48	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	79	15	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
5	1	-	-	36	-	1	-	-	-	-	-	37
6	21	-	10	-	-	18	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	6	18	-	-	-	-	-	-
9	80	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-
10	32	-	-	-	70	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	10	27	-	-	-	-	-	-	-
12	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
13	1	-	-	-	-	-	125	-	-	-	-	-
14	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	77	15	-	24	18	-	-	-	-	-	10	-
16	110	-	-	16	-	-	-	120	-	-	12	10
17	25	-	34	31	-	-	-	-	-	-	-	67
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	1	19	-	31	-	25	-	-	-	-	-	-
20	-	-	10	-	-	55	-	-	-	-	-	-
21	15	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	16	23	-	22	-	-	-	-	-	-	27	-
23	48	36	-	-	30	-	-	-	-	-	1	60
24	-	-	-	-	-	35	-	-	-	-	18	-
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	32	-	-	-	-	-	-
27	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-
29	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17
30	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	27
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jml.Perbulan	545	116	144	159	199	192	127	120	-	-	80	218
Jml hari hujan	17	8	6	10	6	8	3	1	-	-	6	6
Hujan Max	110	36	79	36	70	55	125	120	-	-	27	67
Hujan Min	1	1	1	1	6	1	1	120	-	-	1	10
Rata-rata	32	15	24	16	33	24	42	120	-	-	13	36

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2014
 STA.TANRANG - JENEPOONTO



Catatan :
 - Hujan dicatat dalam (mm)
 - Tidak ada hujan diberi tanda (-)
 - Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)

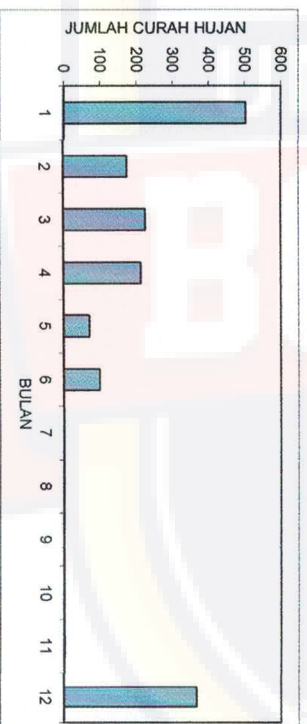
TAHUN 2015

No.Stasiun : 36/RB/EP/DPU/77
 Stasiun : **Tanrang**
 Desa : Kelara
 Kecamatan : Bonto Tiro
 Kabupaten : Jenepono

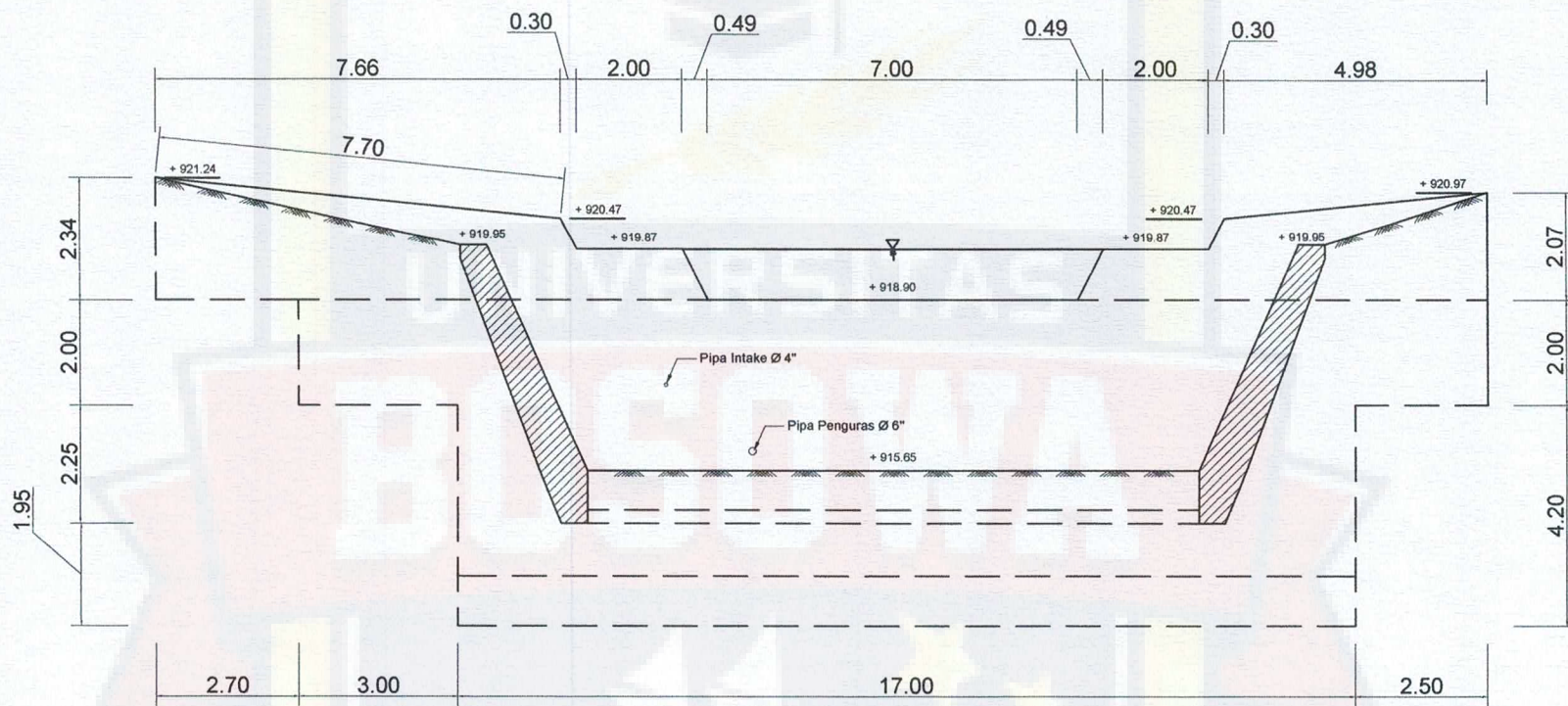
Koordinat : 5°22'54"LS 119°51'53"BT
 Elevasi :
 DAS :
 Wilayah Sungai : Jeneberang
 Mulai berfungsi : 1 Januari 1974

Tanggal	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agust.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.
1	36	-	12	57	1	-	-	-	-	-	-	1
2	46	-	-	8	-	18	-	-	-	-	-	-
3	67	-	12	1	-	1	-	-	-	-	-	-
4	37	-	10	-	57	1	-	-	-	-	-	-
5	18	-	10	-	-	1	-	-	-	-	-	-
6	38	-	-	24	-	1	-	-	-	-	-	-
7	20	-	-	-	-	70	-	-	-	-	-	-
8	-	40	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
9	15	-	-	54	-	-	-	-	-	-	-	10
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
13	-	-	42	-	-	-	-	-	-	-	-	57
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-	1
16	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	1
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	30	65	-	34	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	22	25	1	-	-	-	-	-	1	-
22	-	53	14	1	-	-	-	-	-	-	-	10
23	-	-	1	14	-	-	-	-	-	-	-	15
24	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	20
25	-	-	10	10	-	10	-	-	-	-	-	10
26	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57
27	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	30
28	-	-	20	11	1	-	-	-	-	-	-	50
29	85	-	10	12	1	-	-	-	-	-	-	60
30	10	-	20	-	12	-	-	-	-	-	-	12
31	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	30
Jml.Perbulan	503	177	227	214	72	100	-	-	-	-	1	366
Jml hari hujan	14	5	14	10	5	5	-	-	-	-	1	17
Hujan Max	85	65	42	57	57	70	-	-	-	-	1	60
Hujan Min	1	1	8	1	1	1	-	-	-	-	1	1
Rata-rata	36	35	16	21	14	20	-	-	-	-	1	22

CURAH HUJAN BULANAN TAHUN 2015
 STA.TANRANG - JENEPOKTO







Catatan :
 - Hujan dicatat dalam (mm)
 - Tidak ada hujan diberi tanda (-)
 - Ada hujan < 0.5 mm diberi tanda (0)



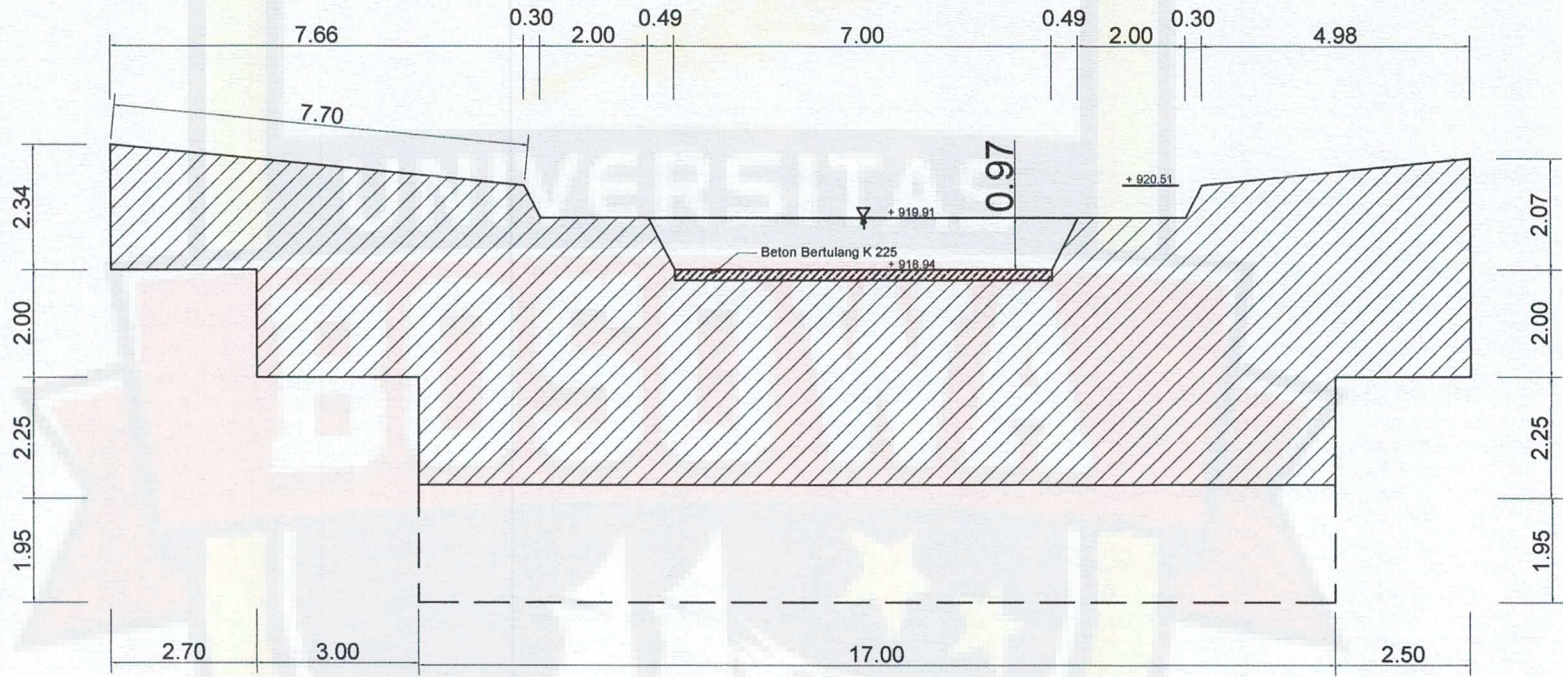
POTOONGAN A - A
 skala 1 : 100

LEGENDA :

-  Pasangan Batu 1Pc : 4Ps
-  Urugan Tanah Dipadatkan
-  Beton Bertulang K.225
-  Urugan Batu





SCALE V. H. 1 : 100





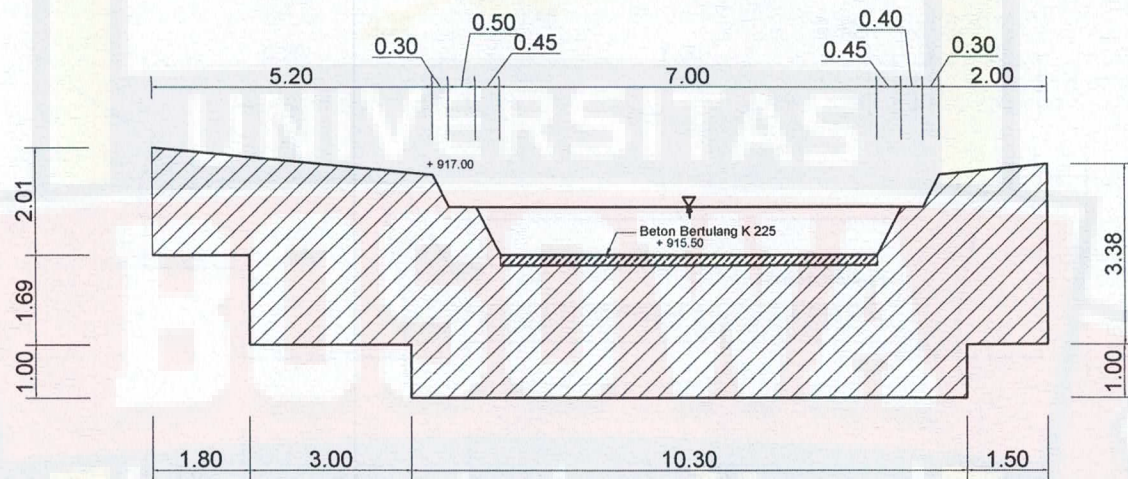
POTONGAN B - B
 skala 1 : 100

LEGENDA :





-  Pasangan Batu 1Pc : 4Ps
-  Urugan Tanah Dipadatkan
-  Beton Bertulang K.225
-  Urugan Batu

SCALE V. H. 1 : 100





LEGENDA :

-  Pasangan Batu 1Pc : 4Ps
-  Urugan Tanah Dipadatkan
-  Beton Bertulang K.225
-  Urugan Batu

SCALE V. H. 1 : 100

