

Studi Alternatif Perencanaan Bangunan Pelimpah Bendungan Pamukkulu dengan Tipe Mercu Bulat

Yoclina Edita^{*1}, Melly Lukman^{*2}, Erni Rante Bungin^{*3}

^{*1} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, Indonesia
editayoclina@gmail.com

^{*2*} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, Indonesia
mellylukman@yahoo.com^{*2} dan ernirantebungin@yahoo.com^{*3}

Corresponding Author: ernirantebungin@yahoo.com

Abstrak

*Spillway berfungsi untuk melimpahkan kelebihan air yang akan dibuang, sehingga kapasitas bendungan dapat dipertahankan sampai batas maksimum. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui debit banjir serta mengetahui alternatif dari bangunan pelimpah (*Spillway*) Bendungan Pamukkulu dengan Tipe Mercu Bulat. Curah hujan rata-rata daerah dihitung dengan metode *Polygon Thiessen*. Dan dianalisis dengan perhitungan curah hujan rancangan menggunakan metode *Gumbel*, *Log Pearson Tipe III* dan *Log Normal*. Kemudian menentukan debit banjir rancangan dengan Periode Ulang 100 tahun menggunakan Metode *HSS Gama 1*. Setelah perhitungan debit banjir rancangan kemudian dilakukan perencanaan *Spillway* dengan Tipe Mercu Bulat. Berdasarkan Perhitungan dengan metode *HSS Gama 1*, diperoleh debit banjir periode ulang 100 tahun sebesar 219,099 m³/det dan desain Bangunan Pelimpah dengan Tipe Mercu Bulat dengan tinggi energi diatas mercu sebesar 1,115 m.*

Kata Kunci : Debit, Bangunan, Hidrograf, Sintetik, Gama 1

Abstract

Spillway serves to overflow excess water to be discharged, so that the dam can be maintained to the maximum extent. This Study aims to determine the flood discharge and to find out the alternative of the Pamukkulu Dam Spillway planning with the Mercu Bulat Type. Regional Average rainfall is calculated by the Thiessen Polygon method. And analysed by calculating the design rainfall using the Gumbel method, Log Pearson Type III and Log Normal. Then determine the design flood discharge with a return period of 100 years using the HSS Gama Method 1. After calculating the design discharge, the Spillway planning is carried out with the Mercu Round Type. Based on calculations using the HSS Gama 1 method, the 100-year return period flood discharge is 219,099 m³/s and Spillway Building is a round crest with an energy height above the crest of 1,115 m.

Keywords : Debit, Building, Hydrograph, Synthetic, Gama 1

PENDAHULUAN

Takalar adalah salah satu Kabupaten yang terletak di Provinsi Sulawesi Selatan, Indonesia yang jaraknya ±40 km dari kota Makassar. Sebagian besar penduduk Takalar tinggal dipedesaan dan mayoritas pekerjaannya adalah petani. Kehidupan sehari-hari masyarakat setempat sangat bergantung pada hasil pertanian. Sehubungan dengan hal tersebut pembangunan infrastruktur seperti bendungan yang berfungsi sebagai penyediaan saluran air irigasi, air baku, PLTA dan yang lainnya semakin gencar dilakukan. Hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan kesejahteraan para petani.

Bendungan Pamukkulu' adalah bendungan yang terletak di Kabupaten Takalar tepatnya di bagian hulu Sungai Pappa, Desa Kale Ko'Mara, Kecamatan Polong Bangkeng Utara. Melalui pembangunan bendungan ini, diharapkan mampu menyalurkan air irigasi, menyediakan pasokan air baku serta nantinya akan digunakan juga untuk PLTA.

Proyek pembangunan Bendungan Pamukkulu' saat ini sedang dalam pekerjaan. Dalam perencanaannya bendungan ini dilengkapi dengan bangunan pelimpah (*Spillway*) dengan tipe pelimpah samping yang terdiri atas mercu tanpa pintu tipe *Ogee*. *Spillway* berfungsi untuk melimpahkan kelebihan air yang akan dibuang sehingga kapasitas bendungan dapat dipertahankan sampai batas maksimal. Maka dari itu dalam pembahasan ini, penulis akan mencoba memberikan perbandingan efektifitas antara *Spillway* eksisting dengan *Spillway* rencana. Adapun *Spillway* yang ingin direncanakan oleh penulis adalah *Spillway* dengan tipe mercu bulat. *Spillway* dengan Tipe mercu bulat memiliki keunggulan pada koefisien debitnya yang tinggi. Tipe mercu bulat akan banyak memberikan keuntungan, karena bangunannya akan mengurangi tinggi muka air di hulu selama banjir.

Bangunan *Spillway* merupakan bangunan hidraulik yang dibangun untuk menyalurkan aliran banjir lewat bendungan tanpa mengganggu keamanan dari suatu bendungan. Kecepatan aliran yang besar akan menyebabkan terjadinya olakan (putaran). Hal ini akan mengganggu jalannya air, yang mengakibatkan berkurangnya air yang masuk ke bangunan pelimpah. Agar tidak melebihi kecepatan kritis, maka kecepatan aliran harus dibatasi. Ukuran dari sebuah bangunan *Spillway* harus memiliki perhitungan yang baik, agar *Spillway* dapat menjalankan fungsinya. Karena jika ukuran *Spillway* terlalu kecil ada resiko tidak mampu melimpahkan debit air banjir yang terjadi.

Analisis hidrologi adalah bagian awal dalam perencanaan bangunan-bangunan hidraulik. Dalam dunia teknik sipil, bangunan hidraulik dapat berupa tanggul, bendung, *Spillway* dan masing banyak lagi. Karakteristik dan Ukuran bangunan itu tergantung pada tujuan pembangunan dan informasi dari analisis hidrologi. Bangunan – bangunan harus dirancang dengan perancangan yang benar sehingga diharapkan akan dapat menghasilkan rancangan yang memuaskan.

Curah hujan rata-rata digunakan dalam perhitungan curah hujan harian maksimum. Curah hujan maksimum dapat dihitung dengan menggunakan metode *Polygon Thiessen*. (a) Menggambar daerah stasiun hujan, (b) Menghubungkan daerah stasiun hujan yang sudah digambar membentuk segitiga, (c) Pada setiap sisi segitiga, kemudian dihubungkan satu sama lain sampai membentuk polygon (d) Luas tiap poligon diukur, kemudian dikalikan dengan kedalaman hujan pada tiap poligon. Hasil dari jumlah hitungan tersebut dibagi dengan total luas daerah yang ditinjau.

Metode *Polygon Thiessen*, digunakan untuk menghitung bobot masing-masing stasiun yang mewakili luasan disekitarnya. Adapun langkah-langkahnya adalah : Curah hujan maksimum dapat ditentukan dari hasil curah hujan rata-rata yang telah dihitung sebelumnya. Untuk menentukan debit banjir rencana, perlu ditentukan ulang kemungkinan terulangnya curah hujan bulanan. Untuk menentukan curah hujan bulanan, dapat menggunakan hasil perhitungan curah hujan rata-rata maksimum dengan metode *Poligon Thiessen* yang telah didapat sebelumnya.

Uji kesesuaian distribusi gunanya untuk menentukan persamaan distribusi peluang yang sudah dipilih untuk dapat mewakili distribusi statistik data yang akan dianalisis. Untuk uji kesesuaian distribusi ada dua metode yang sering digunakan yaitu Uji *Chi-Kuadrat* (*Uji Square*) dan Uji *Smirnov Kolmogorof*.

Uji *Smirnov-Kolmogorof* digunakan untuk pengujian simpangan baku yang bersifat horizontal. Maksudnya adalah mendapatkan nilai simpangan tertinggi antara distribusi empiris dengan distribusi teoritis.

Banjir rancangan merupakan besar debit banjir yang ditetapkan sebagai dasar penentuan kapasitas dan mendimensi bangunan-bangunan hidraulik (termasuk bangunan-bangunan disungai), sedemikian rupa hingga kerusakan yang dapat ditimbulkan baik langsung maupun tidak langsung oleh banjir tidak boleh terjadi selama besaran banjir tidak terlampaui.

Banjir Rancangan ini akan dihitung dengan metode *Hidrograf Satuan Sinetik Gama-1*. *Hidrograf Satuan Sinetik Gama -1* dikembangkan oleh Sri Harto (1993) berdasarkan perilaku hidrologis 30 DAS di pulau Jawa. Meski hanya dikembangkan dipulau Jawa, ternyata *Hidrograf Satuan Sinetik Gama-1* masih relevan untuk digunakan di seluruh wilayah Indonesia. *Hidrograf Satuan Sinetik Gama 1 (HSS)* berfungsi dengan baik pada berbagai daerah di Indonesia. *HSS Gamma 1* terdiri dari 4 variabel pokok, yaitu naik (*time of rise (TR)*), debit puncak (*Qp*), waktu dasar (*TB*), dan sisi resesi yang ditentukan dari nilai koefisien tampungan (*K*).

Tujuan pembangunan dari bangunan pelimpah yaitu agar mampu memperkecil debit banjir yang melewati kapasitas bendungan dan melimpahkan air ke sungai.

Pada perencanaan ini akan direncanakan *Spillway* dengan tipe mercu bulat. Mercu tipe bulat memiliki harga koefisien yang cukup tinggi. Diharapkan perencanaan dengan mercu tipe bulat ini nantinya akan mampu mengatur tinggi air minimum, melewati debit banjir serta membatasi tinggi genangan yang nantinya akan terjadi terutama pada saat musim penghujan. Adapun tahapan untuk merencanakan mercu pelimpah yaitu sebagai berikut (a) Menentukan kedalaman saluran pengarah, (b) Menentukan kedalaman kecepatan aliran, (c) Merencanakan penampang mercu pelimpah, (d) Menghitung tinggi air diatas mercu.

Penelitian sejenis yang pernah dilakukan antara lain, Perencanaan Ulang Bangunan Pelimpah (*Spillway*) Pada Bendungan Bagong Kabupaten Trenggalek. Dalam perhitungan ini didapat analisis penelusuran debit banjir $Q_{100} = 164,742 \text{ m}^3/\text{detik}$, $Q_{1000} = 182,419 \text{ m}^3/\text{detik}$, dan $Q_{PMF} = 394,425 \text{ m}^3/\text{detik}$, dengan elevasi air di atas mercu +328,67 meter. Pelimpah ini direncanakan dengan tipe pelimpah langsung yang meliputi dari saluran peluncur, dan saluran peredam energi menggunakan kolam olak USBR tipe III. Dengan hasil analisis saluran peluncur ketinggian air maksimum terjadi pada kala ulang Q_{PMF} sebesar 2,355 meter dengan kecepatan aliran maksimum $22,78 \text{ m}^2/\text{detik}$ dan nilai froude di akhir saluran sebesar 7,126 [1]. Evaluasi Kapasitas *Spillway* Bendungan Darma sebagai Salah Satu Dasar dari Aspek Keamanan Bendungan Dari analisis hidrologi dengan metode Gama 1 untuk penelusuran banjir reservoir didapatkan pada Q_{1000} yaitu $Q_{inflow} = 879,02 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{outflow} = 574,44 \text{ m}^3/\text{s}$ dan Q_{PMF} adalah $Q_{inflow} = 1546,63 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q_{outflow} = 620,74 \text{ m}^3/\text{s}$. Berdasarkan hasil perhitungannya didapatkan selisih muka air melimpah dan mercu bendungan pada Q_{1000} adalah 1,83 m dan pada Q_{PMF} adalah 0,54 m [2]. Studi Perencanaan Ambang Pelimpah (*Spillway*) Pada Bendungan Randugunting Kabupaten Blora Berdasarkan hasil dari perencanaan maka didapat analisa debit banjir rancangan $Q_{1000th} = 110,30 \text{ m}^3/\text{det}$. Lebar ambang 20 m dan tinggi 3 m Desain ambang pelimpah di rencanakan dengan tipe side channel *Spillway*, tipe mercu menggunakan tipe ogee I [3]. Pemilihan Tipe Lengkung Mercu Bangunan Pelimpah (*Spillway*) Berdasarkan Kapasitas Pada Embung Ngluyu Kabupaten Nganjuk. Hasil analisa menggunakan Tipe lengkung mercu Bulat karena lebih efisiensi dari Tipe Lengkung Mercu Ogee dengan debit Inflow sebesar $10,94 \text{ m}^3/\text{det}$, tinggi elevasi terendah + 167,03 m dan kapasitas Outflow terbesar $9,111 \text{ m}^3/\text{det}$ [4]. Perubahan Peningkatan Kapasitas *Spillway* Mercu Ogee Terhadap Mercu Deret Sinusoida. Dari hasil penelitian, didapat debit mercu Ogee dan puncak tipe deret sinusoida. Penggunaan puncak tipe deret sinusoida menghasilkan debit yang lebih besar dibandingkan dengan mercu Ogee. Puncak tipe deret sinusoida mengalami peningkatan kapasitas debit sebesar 2,97%. Hal ini menunjukkan keberhasilan dari penggunaan bentuk puncak tipe deret sinusoida untuk meningkatkan kapasitas *Spillway* yang sudah ada [5]. Studi Perencanaan *Spillway* Morning Glory Pada Bendung Wai Woki Kabupaten Ngada Perencanaan ini terdiri dari analisis yang meliputi : analisis hidrologi, hidrolika, analisis stabilitas, dan analisa struktur. Adapun bendungan yang direncanakan memiliki periode ulang 100 tahun dengan luas DAS sebesar $38,25 \text{ km}^2$ dan panjang sungai 9,61 km serta data hujan harian sebanyak 10 tahun. Dari hasil kajian yang diperoleh elevasi puncak bangunan *Spillway* adalah +120.00 Mdpl dengan debit banjir maksimum $90,39 \text{ m}^3/\text{det}$ pada elevasi +121.25. Tinggi bangunan 30 meter dengan diameter puncak 6 meter dan diameter konduit 4,5 meter. Panjang konduit 212,065 meter [6]. Studi Perencanaan *Spillway* Bendungan Loea Kabupaten Kolaka Timur Provinsi Sulawesi Tenggara.

Dari analisis faktor keamanan bangunan didapatkan nilai yang memenuhi kriteria standar yang berlaku pada sebuah bangunan yang tahan terhadap gaya geser, gaya guling dan daya dukung tanah. Adapun untuk perencanaan pembetonan dan penulangan pada konstruksi mercu pelimpah dan dinding penahan direncanakan dengan mutu beton $f'c = 30$ MPa dan $f_y = 300$ MPa [7]. Tinjauan Perencanaan *Spillway* Bendungan Karalloe di Kabupaten Gowa Hasil penelitian ini didapatkan debit banjir rancangan sebesar $613,251 \text{ m}^3/\text{det}$ dan tinggi energi di atas mercu sebesar $2,902 \text{ m}$ dengan menggunakan tipe mercu bulat [8]. Studi Perencanaan Embung Lapangan Jegreg Kecamatan Lengkong Kabupaten Nganjuk Provinsi Jawa Timur Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, didapatkan volume tampungan mati = $9,49 \text{ m}^3$ volume tampungan efektif embung adalah $68,96 \text{ m}^3$, volumetotal embung = $78,450 \text{ m}^3$ dengan tinggi kolam tampungan kembung 3 m , untuk bangunan pelimpah menggunakan pelimpah samping dengan tinggi mercu $0,5 \text{ m}$ lebar pelimpah $17,15 \text{ m}$ terletak pada elevasi $+40,50$ [9]. Studi Perencanaan Bangunan Pelimpah (*Spillway*) Pada Bendungan Tugu Kabupaten Trenggalek Dari hasil studi didapatkan analisis debit banjir rencana $Q_{100th} = 324,246 \text{ m}^3/\text{dt}$. Elevasi puncak *Spillway* + $254,00 \text{ m}$. *Spillway* direncanakan dengan tipe Ogee lengkap dengan bangunan pelengkap yaitu saluran pengarah, saluran transisi, saluran peluncur dan bangunan peredam energi dengan tipe kolam olakan USBR Type III [10].

METODOLOGI

1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada Proyek Pembangunan Bendungan Pamukkulu', tepatnya di Desa Ko'mara, Kecamatan Polong Bangkeng Utara, Kabupaten Takalar.

2. Tahapan Pengumpulan Data

Sebelum penelitian dimulai, ada beberapa persiapan, antara lain :

- Mempelajari dan menganalisis dokumen yang sudah ada dari konsultan dalam hal ini PT. Indra Karya, PT. Virama Karya, dan PT. Bina Karya.
- Mempelajari beberapa pedoman yang berkaitan dengan penelitian ini.
- Adapun data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah :
- Data curah hujan akan diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang.
- Peta Topografi akan diperoleh dari Aplikasi *Global Mapper*
- Peta tata guna lahan akan didapatkan dari hasil pengamatan langsung di sekitar lokasi penelitian dan dari dokumen-dokumen yang sudah ada.

3. Teknik Analisis Data

- Data curah hujan didapat dari stasiun terdekat dari lokasi penelitian dalam hal ini Bendungan Pamukkulu'. Setelah data curah hujan didapatkan, maka pengolahan data dan analisa data akan dilakukan. Curah hujan rata-rata akan ditentukan dengan Metode *Thiessen*. Adapun data curah hujan yang akan digunakan, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Stasiun Hujan

| No | Stasiun | LS | BT | Serial Data |
|----|-------------|--------------------|----------------------|---------------|
| 1 | DAS Pappa | $5^{\circ}18'16''$ | $119^{\circ}31'46''$ | 2011 s/d 2021 |
| 2 | DAS Paranga | $5^{\circ}36'01''$ | $119^{\circ}40'59''$ | 2011 s/d 2021 |
| 3 | Lantang Dua | $5^{\circ}21'9''$ | $119^{\circ}51'42''$ | 2011 s/d 2021 |

Dari stasiun yang sudah didapatkan, akan dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan curah hujan rata-rata dengan menggunakan Metode *Polygon Thiessen*.

Setelah curah hujan rata-rata diketahui, selanjutnya akan dihitung tinggi hujan rencana dengan tiga metode, yaitu Metode *Gumbel*, Metode *Log Normal* dan Metode *Log Pearson III*.

Data yang telah dianalisis kemudian dicoba dihitung dengan uji statistik (Uji Kesesuaian) dengan

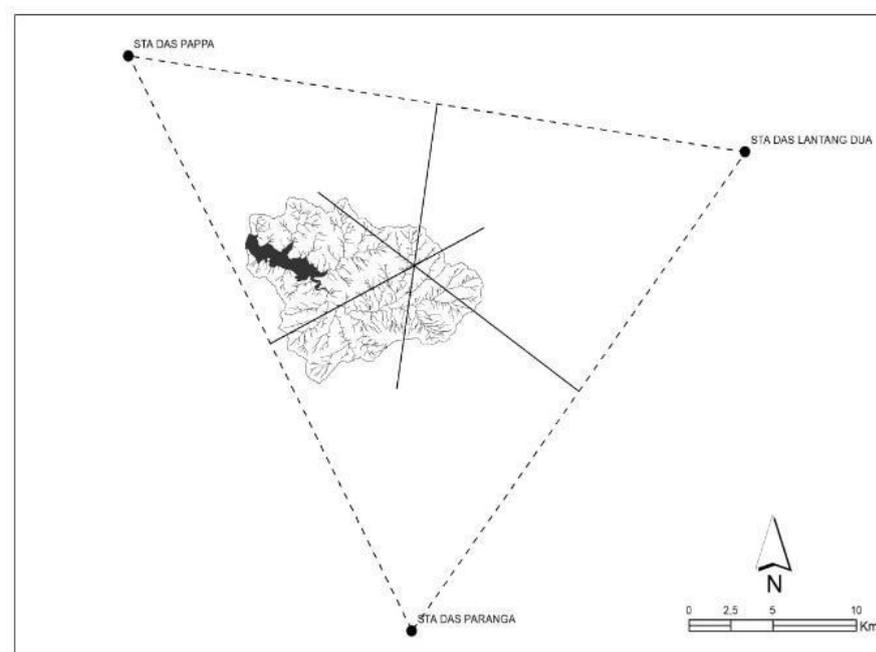
menggunakan Metode *Smirnov-Kolmogorof* dan *Chi Square*.

- Data peta topografi didapat dari Aplikasi *Global Mapper*, dari data *Catchment area* yang didapatkan kemudian akan ditentukan tiga stasiun terdekat dari tempat penelitian dengan aplikasi *Arcgis*.
- Data tata guna lahan didapat dari pengamatan langsung di sekitar lokasi penelitian. Dari data tersebut akan ditentukan nilai koefisien limpasan.
- Data bendungan diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Pompengan Jeneberang. Ada beberapa data yang dibutuhkan yaitu elevasi genangan, elevasi mercu pelimpah, dimensi pelimpah, serta luas genangan (waduk).
- Hidrograf Satuan Sintetik (Gama-1)* adalah metode yang akan digunakan dalam menganalisis debit banjir rancangan.
- Pada perencanaan *Spillway* akan digunakan dimensi pada perencanaan sebelumnya seperti lebar *Spillway*, tinggi *Spillway*, tinggi energi diatas mercu, kemudian dicoba menggunakan tipe mercu *Spillway* yang berbeda dengan perencanaan sebelumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Hidrologi

Metode yang akan digunakan untuk mencari curah hujan rata-rata wilayah yaitu metode *Polygon Thiessen*. Terdapat 3 stasiun yang akan digunakan dalam analisis ini yaitu stasiun DAS Lantang Dua, stasiun Paranga dan stasiun DAS Pappa dengan curah hujan masing-masing 11 tahun terhitung dari 2011-2021. Dari ketiga stasiun tersebut, kemudian diplot dan didapatkan *Polygon Thiessen* melalui *Catchment Area*. Setelah mendapatkan *Polygon Thiessen* maka akan dihitung luas untuk tiap-tiap area stasiun. Luas masing-masing daerah tangkapan hujan dapat dilihat dalam Tabel 2



Gambar 1. *Catchment Area* dan *Polygon Thiessen*

Tabel.2 Hasil perhitungan *Catchment Area* dan *Polygon Thiessen*

| Stasiun | Luas (km ²) | A _i / A (%) |
|-------------|-------------------------|------------------------|
| DAS Pappa | 47.28 | 0.527 |
| DAS Paranga | 34.35 | 0.383 |
| Lantang Dua | 8.02 | 0.089 |
| Jumlah | 89.64 | 1.00 |

Dari tabel 2 didapat total keseluruhan *Catchment Area* dan *Polygon Thissen* sebesar 89,64 km²

1. Curah Hujan Rancangan

Curah hujan rancangan dihitung dengan menggunakan tiga metode, yaitu Metode *Gumbel*, Metode *Log Normal* dan Metode *Log Person Tipe III*. Hasil dari ketiga metode tersebut dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3 Rekapitulasi perhitungan curah hujan

| No | Kala Ulang | Distribusi <i>Gumbel Tipe I</i> | Distribusi <i>Log Pearson Tipe III</i> | Distribusi <i>Log Normal 2 Parameter</i> |
|----|------------|---------------------------------|--|--|
| | Tahun | Mm | Mm | Mm |
| 1 | 10 | 197.57 | 178.83 | 188.47 |
| 2 | 25 | 236.61 | 196.30 | 228.47 |
| 3 | 50 | 265.57 | 206.62 | 254.22 |
| 4 | 100 | 294.31 | 215.10 | 285.13 |

1. Uji Kesesuaian Distribusi

Untuk menguji kecocokan suatu distribusi sebaran curah hujan, digunakan metode *Chi Square* dan *Smirnov-Kolmogorof*. Hasil Uji Kesesuaian Metode *Gumbel*, Metode *Log Normal* dan Metode *Log Person Tipe III*, dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4 Hasil Kesesuaian Distribusi metode *Chi Square*

| Metode Distribusi | Δ Max | Δ Kritis | Keterangan |
|--|--------------|-----------------|----------------|
| Distribusi <i>Gumbel Tipe I</i> | 3.0227 | 5.9910 | Memenuhi |
| Distribusi <i>Log Normal 2 Parameter</i> | 41.5682 | 5.9910 | Tidak Memenuhi |
| Distribusi <i>Log Pearson Tipe III</i> | 0.8409 | 5.9910 | Memenuhi |

Tabel 5. Hasil Kesesuaian Distribusi metode *Smirnov Kolmogorof*

| Metode Distribusi | D Maks | D Kritis | Keterangan |
|--|--------|----------|------------|
| Distribusi <i>Gumbel Tipe I</i> | 0.0878 | 0.3750 | Memenuhi |
| Distribusi <i>Log Normal 2 Parameter</i> | 0.2052 | 0.3750 | Memenuhi |
| Distribusi <i>Log Pearson Tipe III</i> | 0.1630 | 0.3750 | Memenuhi |

Dari Tabel 4 dan Tabel 6, diketahui bahwa metode yang memenuhi persyaratan Uji *Chi-Kuadrat* dan *Smirnov- Kolmogorof* adalah Distribusi *Gumbel Tipe I* dan Distribusi *Log Pearson Tipe III*. Untuk perhitungan Hujan Rancangan akan digunakan hasil dari perhitungan Distribusi *Gumbel Tipe 1*.

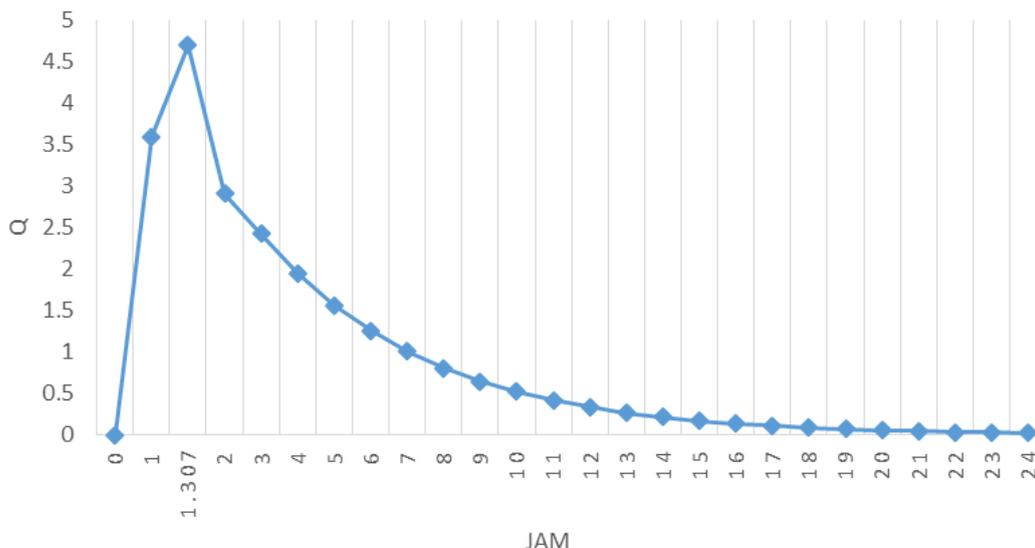
1. Perhitungan Debit Rancangan

| | | |
|----------------------|--------|--------|
| Panjang sungai utama | 31,953 | 32,072 |
| Luas DAS | 91,67 | 89,64 |
| SF | 0,432 | 0,548 |
| SN | 0,5 | 0,526 |
| WF | 1,558 | 1,5 |
| JN | 18 | 19 |
| SIM | 0,424 | 0,424 |
| RUA | 0,272 | 0,283 |
| D | 0,956 | 0,944 |

| | | |
|---|-------|-------|
| S | 0.024 | 0.093 |
|---|-------|-------|

Perhitungan debit rancangan akan dihitung dengan menggunakan metode *HSS Gama-1*. Berikut parameter perhitungan hidrograf

- a. *TR* (Waktu naik) = 1,307 jam
- b. *QP* (Debit Puncak) = 4,690 m²/det
- c. *TB* (Waktu Dasar) = 17,678 jam
- d. *K* (Koef. Tampungan) = 4,550 jam



Gambar 2 Grafik perhitungan *HSS Gama 1*

2. Perencanaan *Spillway*

- 1. Menentukan kedalaman saluran pengarah

Dari analisis data sebelumnya didapat :

- a. Elevasi mercu *Spillway* = 126 m
- b. Ketinggian air di atas mercu (H) = 1,115
- c. *Q_{out}* yang melewati *Spillway* (Q) = 212,099 m³/detik
- d. Lebar ambang mercu = 60 m

Maka :

$$W \geq 1/5 \cdot H = 1/5 \cdot 1,115 = 0,223 \text{ m}$$

Direncanakan W = 1 m

- a. Kedalaman Kecepatan Aliran

Pada perencanaan ini, akan dipakai tipe bendung pelimpah yang berbeda dari tipe perencanaan sebelumnya. Perencanaan sebelumnya menggunakan tipe bendung pelimpah *Ogee*, dan pada perencanaan ini akan digunakan tipe bulat. Dengan menggunakan dimensi yang sudah ada pada perencanaan sebelumnya maka hasil perhitungannya didapat *Hd* sebesar 1,950 m.

- a. Penampang Mercu Pelimpah
- hd mercu pelimpah = 3,5 m
- R₁ = 0,5 hd = 0,5 × 1,950 = 0,975 m
- R₂ = 0,2 hd = 0,2 × 1,950 = 390 m

$$X_{hulu1} = 0,175 \text{ hd} = 0,175 \times 1,950 = 0,341 \text{ m}$$

$$X_{hulu1} = 0,28 \text{ hd} = 0,282 \times 1,950 = 0,550 \text{ m}$$

b. Menghitung Tinggi H_1 pada *Spillway* Mercuri Bulat

Untuk menghitung tinggi H_1 pada *Spillway* Mercuri Bulat dapat dilakukan dengan metode *Trial and Error* terhadap H_1

hasil perhitungannya dapat dilihat melalui Tabel 7.

Tabel 7. Tinggi H_1 pada *Spillway* Mercuri Bulat.

| H | Cd | B | G | Q |
|----------|-------------|-----------|------------|--------|
| 0 | 2,19 | 60 | 9,8 | 0 |
| 1 | 2,19 | 60 | 9,8 | 30 |
| 1,115199 | 2,19 | 60 | 9,8 | 46.401 |
| 2 | 2,19 | 60 | 9,8 | 480 |
| 3 | 2,19 | 60 | 9,8 | 2430 |
| 4 | 2,19 | 60 | 9,8 | 7680 |
| 5 | 2,19 | 60 | 9,8 | 18750 |
| 6 | 2,19 | 60 | 9,8 | 38880 |
| 7 | 2,19 | 60 | 9,8 | 72030 |
| 8 | 2,19 | 60 | 9,8 | 122880 |
| 9 | 2,19 | 60 | 9,8 | 196830 |
| 10 | 2,19 | 60 | 9,8 | 300000 |

Dari Tabel 7 didapatkan tinggi H_1 pada *Spillway* sebesar 1,115 meter dengan ketentuan debit sebesar 46,402. Pada perencanaan ini digunakan mercu pelimpah dan debit banjir rencana yang berbeda. Perencanaan sebelumnya menggunakan tipe Mercuri *Ogee* dan pada perencanaan ini menggunakan tipe Mercuri Bulat.

Pembahasan

Tinggi H_1 pada *Spillway* sebesar 1,115 meter. Dalam perencanaan ini digunakan debit banjir rencana yang berbeda dan tipe mercu yang berbeda. Pada perencanaan ini digunakan 3 Stasiun hujan yang berbeda dan digunakan data terbaru sampai tahun 2021.

Luas *Catchment* pada penelitian ini diperoleh luas sebesar 91,67 km². Dan pada perencanaan sebelumnya luasnya sebesar 90 km². Perbedaan ini terjadi karena bentuk *Catchment* dan juga stasiun yang digunakan.

Metode perhitungan hujan rancangan yang digunakan dalam penelitian ini ada 3 metode yaitu Metode *Gumbel*, *Log Normal*, dan *Log Person Tipe 3*. Dari ketiga metode tersebut yang memenuhi uji kesesuaian distribusi *Chi Square* dan *Smirnov-Kolmogorof* adalah Metode *Log Person 3*.

Pada penelitian ini digunakan kala ulang yang berbeda dari perencanaan sebelumnya. Pada perencanaan sebelumnya menggunakan kala ulang Q_{PMF} sedangkan pada penelitian ini menggunakan Q_{100} . Debit banjir rancangan yang didapat pada perencanaan sebelumnya yaitu sebesar 506 m³/det dan pada perencanaan ini didapatkan 212,099 m³/det. Dengan menggunakan mercu tipe bulat maka didapat tinggi energi diatas mercu sebesar 1,115 m

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan debit banjir rancangan dengan menggunakan Metode *Hidrograf Satuan Sintesis Gama 1* diperoleh debit banjir rancangan sebesar 212,099 m³/det.

Lebar *Spillway* diperoleh 60 m dengan elevasi mercu 126 meter dan tinggi energi di atas mercu sebesar 1,115 m.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Prasetya, Bagas.. "Perencanaan Ulang Bangunan Pelimpah (*Spillway*) Pada Bendungan Bagong Kabupaten Trenggalek". JOS-MRK, 2(3), 2021
- [2] Putra, Gerry Prima,. "Evaluasi Kapasitas *Spillway* Bendungan Darma Sebagai Salah Satu Dasar dari Aspek Keamanan Bendungan". Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, 5(1), 2019
- [3] Rozana, Afrih,. "Studi Perencanaan Ambang Pelimpah (*Spillway*) Pada Bendungan Randugunting Kabupaten Blora". Jurnal Rekayasa Sipil, 8(2), 2020
- [4] Puka, Maria Magdalena Wata. "Pemilihan Tipe Lengkung Mercu Bangunan Pelimpah (*Spillway*) Berdasarkan Kapasitas Pada Embung Ngluyu Kabupaten Nganjuk". Jurnal Sondir, 1, 2018.
- [5] Putra, Yudhit Pratama. "Perubahan Peningkatan Kapasitas *Spillway* Mercu Ogee Terhadap Mercu Deret Sinusoida". Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa, 2014.
- [6] Prayoga, Panji, "Studi Perencanaan *Spillway* Morning Glory Pada Bendung Wai Woki Kabupaten Ngada". 2020.
- [7] Jalaludin, Muhammad Satia "Studi Perencanaan *Spillway* Bendungan Loea Kabupaten Kolaka Timur Provinsi Sulawesi Tenggara". Universitas Brawijaya. 2018.
- [8] Alik, Nataniel Yunus. "Tinjauan Perencanaan *Spillway* Bendungan Karalloe Di Kabupaten Gowa". Paulus Civil Engineering Journal, 2(1), 2020.
- [9] Huda, Reja Palevi Al, "Studi Perencanaan Embung Lapangan Lengkong Kabupaten Nganjuk Provinsi Jawa Timur". Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air 1(1), 2021.
- [10] Maulana, Moh. Lutfi, "Studi Perencanaan Bangunan Pelimpah (*Spillway*) Pada Bendungan Tugu Kabupaten Trenggalek". Jurnal Rekayasa Sipil, 6(2), 2018