

EVALUASI KAPASITAS BANGUNAN PENGELAK TIPE *CONDUIT* PADA BENDUNGAN TEMEF DI KABUPATEN TIMOR TENGAH SELATAN

Stephen C. Nangkiawa¹, Denik Sri Krisnayanti^{2*}, Remigildus Cornelis³

¹ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto, Penfui- Kota Kupang 85001 Nusa Tenggara Timur, e-mail nangkiawa1stephen@gmail.com

^{2*} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto, Penfui- Kota Kupang 85001 Nusa Tenggara Timur denik.krisnayanti@staf.undana.ac.id

³ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto, Penfui- Kota Kupang 85001 Nusa Tenggara Timur remi@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Pembangunan bendungan Temef terdiri dari beberapa tahapan yaitu, persiapan pembangunan, perencanaan pembangunan, pelaksanaan konstruksi, dan pengisian awal waduk. Bangunan pengelak pada Bendungan Temef terdiri dari bendungan pengelak (*cofferdam*) hulu serta saluran pengelak dengan tipe *conduit*. Aliran dialihkan menuju *conduit*, sehingga pekerjaan konstruksi bendungan utama dan bangunan pelimpah dapat dilaksanakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi bangunan pengelak apakah mampu mengalirkan aliran banjir dengan banjir rancangan kala ulang 25 tahun. Penelitian memiliki tujuan yaitu mengetahui berapa besarnya dimensi bangunan pengelak dengan tipe *conduit* Tapal Kuda yang mampu mengalirkan debit banjir rencana dengan kala ulang 25 tahun dengan menggunakan desain banjir kala ulang 25, 50, dan 100 tahun. Tetapi dengan dimensi bangunan pengelak yang ada pada saat ini tidak berfungsi dengan baik dikarenakan tidak mempunyai mengalirkan desain banjir yang telah direncanakan. Data yang digunakan adalah data teknis *conduit* pengelak, data curah hujan tahun 2002-2021 dan data topografi lokasi studi. Dalam menghitung debit banjir kala ulang 25 tahun menggunakan metode HSS Nakayasu dan *flood routing* menggunakan metode *Muskingum Cunge*. Untuk menghitung dimensi *conduit* menggunakan analisis hidrolika. Hasil yang didapat dari penelitian ini adalah debit banjir kala ulang 25 tahun (Q_{25}) sebesar $511,23 \text{ m}^3/\text{dt}$; kala ulang 50 tahun (Q_{50}) sebesar $636,07 \text{ m}^3/\text{dt}$; kala ulang 100 tahun (Q_{100}) sebesar $777,41 \text{ m}^3/\text{dt}$. Dimensi pada saluran pengelak pada Bendungan Temef ini tidak mampu mengalirkan debit banjir kala ulang 25 tahun. Kemampuan yang dihasilkan dari 2 buah saluran pengelak adalah $351,06 \text{ m}^3/\text{dt}$. Untuk itu dilakukan evaluasi saluran pengelak yang ada pada saat ini $5,50 \text{ m} \times 5,50 \text{ m}$ menjadi $5,50 \text{ m} \times 7,5 \text{ m}$ berjumlah 2 buah saluran yang mampu mengalirkan $545,45 \text{ m}^3/\text{dt} > Q_{25 \text{ tahun}} = 511,23 \text{ m}^3/\text{dt}$.

Kata kunci: Banjir; Pengelak; Muskingum; Nakayasu; Kala Ulang

PENDAHULUAN

Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) merupakan salah satu dari 20 kabupaten yang terdapat pada Provinsi Nusa Tenggara Timur, yang memiliki luas daerah $3.955,36 \text{ km}^2$. Kondisi topografi yang memiliki wilayah Kabupaten TTS meliputi daerah pegunungan, dataran tinggi, dan dataran rendah termasuk daerah pantai. Kabupaten TTS memiliki iklim tropis yang mempunyai dua musim, yaitu musim kemarau dan musim hujan (Profil Daerah Kabupaten Timor Tengah Selatan, 2020). Musim hujan berkisar kurang lebih selama 4 bulan, yaitu dari bulan Desember sampai bulan Maret dengan curah hujan tahunan rata-rata $1.500 \text{ mm}/\text{tahun}$ (Krisnayanti dan Bunganen, 2018). Pada musim hujan, air hujan melimpah sebagai air permukaan dan terkumpul ke sungai-sungai sebagai banjir dan selanjutnya akan terbuang ke laut. Musim kemarau terjadi berkisar kurang lebih selama 8 bulan, yaitu pada bulan April sampai bulan November yang mengakibatkan debit air menurun drastis dan terjadi kekeringan. Sungai Temef terletak di Kabupaten TTS, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Secara geografis dan administratif, Kabupaten Timor Tengah Selatan merupakan salah satu dari 4 kabupaten dan 1 Kota di wilayah bagian barat pulau Timor. Letak dari sungai ini pada koordinat $120^{\circ}4'00'' \text{ BT}$ dan $9^{\circ}28'13'' \text{ LS}-10^{\circ}10'26'' \text{ LS}$. DAS Temef merupakan salah satu dari 8 DAS yang terdapat di Kabupaten TTS yang mempunyai luas sebesar $551,507 \text{ km}^2$ dengan panjang sungai $45,345 \text{ km}$



(Laporan Hidrologi Supervisi Pembangunan Bendungan Temef, 2019). Rata-rata kemiringan lereng pada DAS Temef sebesar $\geq 5\%$ (Aribowo, T., dkk., 2020: 32).

Bangunan pengelak adalah sebuah bangunan yang berfungsi untuk mengalihkan aliran air sementara dalam pekerjaan bangunan bendungan. Bangunan pengelak merupakan struktur vital yang perlu direncanakan secara matang baik konstruksi maupun pelaksanaannya. Bangunan pengelak berfungsi sebagai penyalur debit banjir dalam periode pelaksanaan konstruksi tubuh bendungan. Aliran sungai dialihkan menuju *conduit* dengan pembuatan bendungan pengelak (*cofferdam*) sehingga pekerjaan konstruksi bendungan utama dan bangunan pelimpah dapat dilaksanakan. Bangunan pengelak memiliki fungsi mengalihkan aliran sungai melalui saluran pengelak agar pekerjaan konstruksi bendungan utama dan bangunan pelimpah dapat dilaksanakan. Penelitian tentang bangunan pengelak seperti *conduit* sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya (Rofikha, dkk. 2019; Ramadhanti, 2020; Krisnayanti, 2021). Bangunan pengelak pada Bendungan Temef terdiri dari bendungan pengelak (*cofferdam*) hulu dan saluran pengelak dengan tipe *conduit*. Debit banjir yang digunakan pada bangunan pengelak menggunakan banjir desain kala ulang 25 tahun. DAS Temef yang terletak di Kabupaten Timor Tengah Selatan (TTS) dan Kabupaten Timor Tengah Utara (TTU) juga terkena dampak dari badai siklon seroja yang mengakibatkan banjir besar pada Sungai Temef dan berdampak pada pembangunan infrastruktur Bendungan Temef. Tingginya intensitas hujan pada badai siklon seroja pada tanggal 4 April 2021, mengakibatkan luapan banjir tertumpuk pada inlet bangunan pengelak pada Bendungan Temef sehingga mengganggu pembangunan Bendungan Temef. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas bangunan pengelak pada Bendungan Temef.

KAJIAN PUSTAKA

Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu

Nakayasu dari Jepang menyelidiki hidrograf satuan pada beberapa sungai di Jepang. Ada beberapa parameter yang diperlukan dalam analisa menggunakan Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu antara lain:

- Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (*Time to Peak Magitude*), T_p
- Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*Time Lag*), T_g
- Tenggang waktu hidrograf (*Time Base of Hydrograph*), T_B
- Luas daerah pengaliran (*Catchment Area*), A
- Panjang alur sungai utama terpanjang (*Length of The Longest Channel*), L
- Koefisien pengaliran (*Run off Coefficient*), C

Kamiana I Made (2012), Dr.Nakayasu membuat rumus hidrograf satuan sintetis dari hasil penyelidikannya. Rumus yang dihasilkan oleh Nakayasu adalah:

$$Q_p = \frac{C.A.R_0}{3,6 (0,3T_p + T_{0,3})} \quad (1)$$

Keterangan :

Q_p : Debit puncak banjir (m^3/dtk).

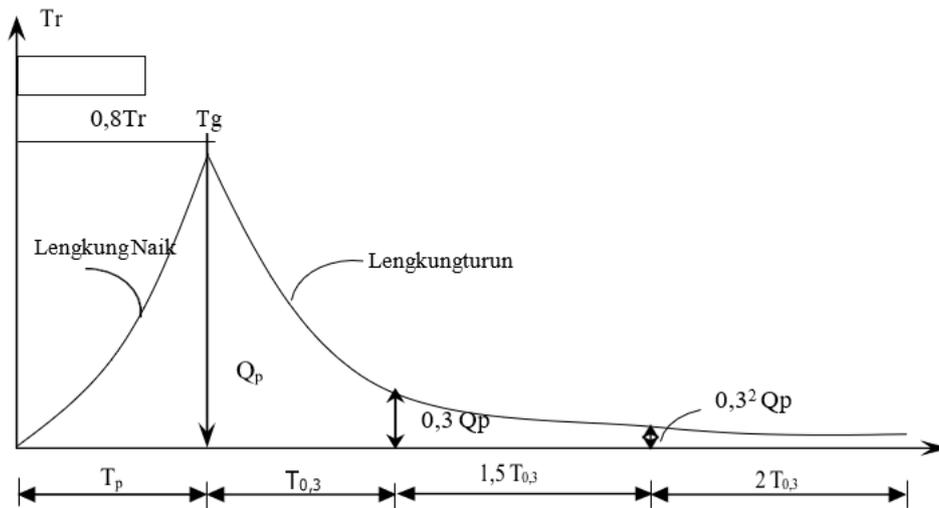
A : Luas daerah aliran sungai (DAS) (km^2).

R_0 : Hujan satuan (mm).

T_p : Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (mm).

$T_{0,3}$: Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai

menjadi 30% dari debit puncak (jam).



Gambar 1. Bentuk Hidrograf satuan Sintetis Nakayasu

Pada Kurva Naik (*Rising Limb*)

$$0 \leq t \leq T_p$$

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

Keterangan :

Q_p : Unsur aliran sebelum mencapai debit puncak (m^3/dtk).

T : Waktu (jam)

Pada Kurva Turun (*Decreasing Limb*)

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

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

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

$$Q_{d2} = Q_p \times 0,3^{\frac{t-T_p+0,5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}}} \quad (4)$$

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

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

Unsur-unsur waktu untuk perhitungan debit pada Persamaan hidrograf satuan sintetik (HSS) Nakayasu adalah:

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

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

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

$$T_g = 0,21.L^{0,7} \quad \text{untuk } L \leq 15 \text{ km}$$

$$T_r = 0,5 T_g \text{ s/d } T_g$$

Keterangan :

T_p : Tenggang waktu (*time lag*) dari permulaan hujan sampai puncak banjir (mm).

T_g : Waktu dari titik berat hujan sampai debit (jam).

$T_{0,3}$: Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai 30% debit puncak (jam).

T_r : Durasi hujan (jam).

Desain Saluran Pengelak (Tipe Conduit)

Kondisi aliran bebas (*free flow*)

Untuk menentukan kecepatan aliran dalam terowongan pengelak digunakan rumus Manning:

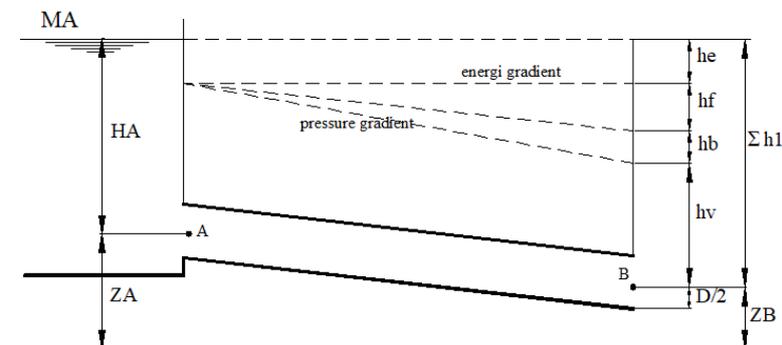
$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (6)$$

$$Q = A \cdot V \quad (7)$$

dengan:

- Q : debit yang mengalir pada kedalaman tertentu (m^3/det)
- R : jari-jari hidrolis = A/P (m)
- A : luas penampang basah (m^2)
- P : keliling basah (m)
- D : diameter terowongan (m)
- S : kemiringan terowongan (m)
- n : koefisien kekerasan Manning

Kondisi aliran tekan (*pressure flow*)



Gambar 2. Diagram Kondisi Aliran Tekan

Syarat yang harus dipenuhi untuk aliran tekan (*pressure condition*):

$$\frac{d}{D} > 1,2.$$

Berlaku rumus:

$$Q=A \cdot V$$

Berdasarkan referensi dari “*Design Of Small Dams*” pada halaman 430 dan 436, diterangkan bahwa:

$\frac{H}{D} > 1,2$ dengan S kemiringan kritis maka pada ujung terowongan terhadap ruang udara.

$\frac{H}{D}$ 1,2 sampai dengan 1,5 kemiringan kritis maka sepanjang terowongan banyak terdapat ruang udara.

$\frac{H}{D}$ 1,5 dengan S kemiringan kritis maka sepanjang terowongan alirannya mempunyai sifat tekan (*pressure flow*)

Dari uraian di atas dapat ditulis:

Untuk $\frac{H}{D}$ 1,2 sampai dengan 1,5 sifat alirannya adalah *pressure flow* yang belum stabil.

Untuk $\frac{H}{D}$ 1,5 sifat alirannya adalah *pressure flow*.

Untuk kondisi aliran dalam sistem terowongan tertutup. Persamaan Bernouli adalah sebagai berikut:

$$H_T = H_L + H_{r2}$$

dengan:

H_T : total kehilangan tinggi

H_L : kehilangan tinggi energi komulatif dari sistem

Penelusuran Banjir Lewat Saluran Pengelak

Penelusuran banjir adalah merupakan perkiraan hidrograf di suatu titik pada suatu aliran atau bagian sungai yang didasarkan atas pengamatan hidrograf di titiklain. Hidrograf banjir dapat ditelusuri lewat palung sungai atau waduk. Tujuan penelusuran banjir adalah untuk (Soemarto, 1999):

Perhitungan hidrograf satuan untuk berbagai titik sepanjang sungai dari hidrograf satuan di suatu titik di sungai tersebut.

Perkiraan terhadap kelakuan sungai setelah terjadi perubahan dalam palung sungai (misalnya karena adanya pembangunan bendungan atau pembuatan tanggul).

Derivasi hidrograf sintetik.

Perhitungan Persamaan kontinuitas yang umum digunakan dalam penelusuran banjir (*flood routing*) sebagai berikut (Soemarto, 1995):

$$I - Q = \frac{ds}{dt} \quad (8)$$

Bila:

$$I = \frac{I_1 + I_2}{2} \quad (9)$$

$$Q = \frac{Q_1 + Q_2}{2} \quad (10)$$

$$ds = S_2 - S_1 \quad (11)$$

Persamaan di atas menjadi:

$$\frac{I_1 + I_2}{2} + \frac{Q_1 + Q_2}{2} - S_1 - S_2 \quad (12)$$

$$\frac{I_1 + I_2}{2} \Delta t + \left(S_1 - \frac{Q_1}{2} \Delta t \right) = \left(S_2 - \frac{Q_2}{2} \Delta t \right) \quad (13)$$

$$\frac{I_1+I_2}{2} + \left(\frac{S_1}{\Delta t} - \frac{Q_1}{2}\right) = \left(\frac{S_2}{\Delta t} - \frac{Q_2}{2}\right) \quad (14)$$

Maka,

$$\frac{S_1}{\Delta t} - \frac{Q_1}{2} = \psi_1 \quad (15)$$

$$\frac{S_2}{\Delta t} - \frac{Q_2}{2} = \varphi_1 \quad (16)$$

$$\frac{I_1+I_2}{2} + \psi_1 = \varphi_1 \quad (17)$$

dengan:

- S : Besarnya tampungan (*Storage*) (m^3)
- I : Debit yang masuk (m^3/dt)
- Q : Denit yang keluar (m^3/dt)
- dt : Periode penelusuran (detik, jam atau hari)

Desain Bendungan Pengelak (*Cofferdam*)

Bendungan pengelak (*cofferdam*) adalah bersifat sementara yang digunakan untuk mengalihkan aliran sungai atau menutup suatu daerah tertentu selama konstruksi bendungan dilakukan. Tinggi bendungan pengelak ini harus didesain bersama-sama dengan ukuran bukaan terowongan/*conduit*, sehingga tercapai kondisi yang baik ditinjau dari keamanan dan ekonominya. Pada tugas akhir ini mencakup studi tinggi bendungan pengelak terhadap kapasitas aliran sungai yang melalui terowongan/*conduit*, termasuk penelusuran banjir (*flood routing*) dari debit banjir yang didesain. Bila bangunan *outlet* telah ditentukan menggunakan ukuran bukaan yang besar, maka bendungan pengelak akan menjadi lebih rendah. Perlu diingat bahwa air banjir yang terkumpul di belakang bendungan pengelak harus segera dikeluarkan pada waktunya sehingga tidak terjadinya banjir (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2017). Bendungan pengelak harus didesain dengan mempertimbangkan terhadap pengaruh penggalian dan pengeringan (*dewatering*) serta stabilitasnya. Biasanya, bendungan pengelak tersebut dikonstruksi dengan menggunakan material-material yang ada di lokasi. Jenis yang biasa digunakan adalah timbunan tanah dan timbunan batu yang dilengkapi dengan lapisan kedap air. Desain bendungan pengelak ini juga mengikuti kriteria dan asumsi yang digunakan untuk bendungan permanen. Dengan pertimbangan ekonomi, bendungan pengelak tersebut didesain dan dikonstruksi seperti bendungan permanen dimana bendungan pengelak ini nantinya juga menyatu dengan bendungan permanennya.

Tinggi bendungan pengelak

Tinggi bendungan pengelak menurut Sosrodarsono dan Takeda (1977:259) adalah elevasi permukaan air yang terdapat di depan pintu pemasukan saluran pengelak ditambah tinggi jagaan yang diperlukan untuk keamanan bendungan pengelak.

$$H = HWL + hf \quad (18)$$

$$hf = h_w + \frac{h_e}{2} + h_a + h_i \quad (19)$$

dengan:

- H : elevasi puncak bendungan pengelak (m)
- HWL : muka air tertinggi di depan saluran pengelak (m)
- hf : tinggi jagaan (m)
- h_w : tinggi ombak akibat tiupan angin (m)

- h_e : tinggi ombak akibat gempa (m)
 h_a : tinggi kemungkinan kenaikan pembukaan waduk (m)
 h_i : tinggi tambahan yang didasarkan pada tingkat urgensi waduk (m)

Lebar mercu bendungan

Dalam memperoleh lebar minimum mercu bendungan, dilakukan dengan rumus sebagai berikut (Sosodarsono dan Takeda 1977:174)

$$B=3,6H^{\frac{1}{3}} - 3 \quad (20)$$

dengan:

- B : lebar mercu bendungan (m)
 H : tinggi bendungan (m)

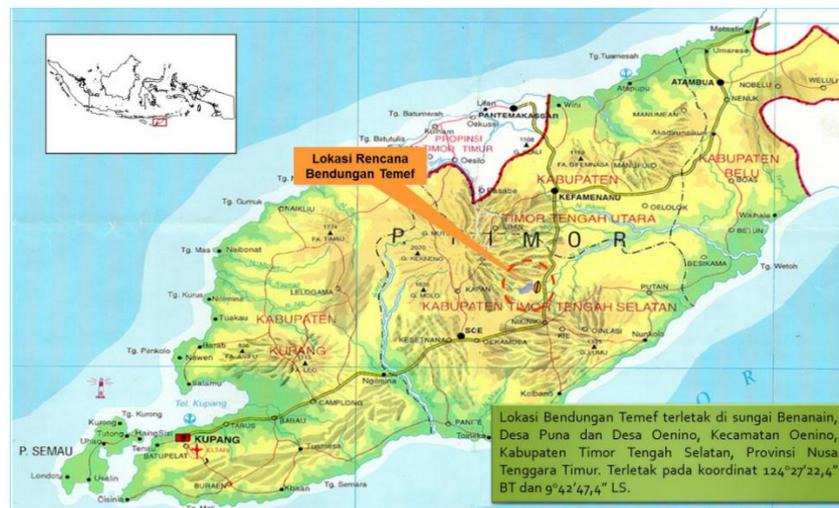
Kemiringan bendungan

Kemiringan rata-rata lereng bendungan (lereng udik dan ujung hilir) adalah perbandingan antara panjang garis vertikal yang melalui puncak dan panjang garis horizontal yang melalui tumit masing-masing lereng tersebut (Sosodarsono dan Takeda 1977:171).

Metodologi Penelitian

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada Bendungan Temef yang berada pada koordinat $124^{\circ} 27' 22,4''$ BT dan $9^{\circ} 42' 47,4''$ LS dengan luas daerah aliran sungai sebesar $551,507 \text{ km}^2$ dan panjang sungai $45,345 \text{ km}$ dari hulu ke hilir. Sedangkan waktu penelitian dan analisis data dimulai dari mulai dari bulan November 2021 sampai dengan bulan Februari 2023.



Gambar 3. Peta Rencana Lokasi Bendungan Temef

Subyek dan Obyek Penelitian

Subyek penelitian

Pada penelitian ini subyek yang ditinjau berlokasi pada sungai Temef, Desa Konbaki, Kecamatan Polen dan Desa Oenino, Kabupaten Timor Tengah Selatan, Provinsi Nusa Tenggara Timur.

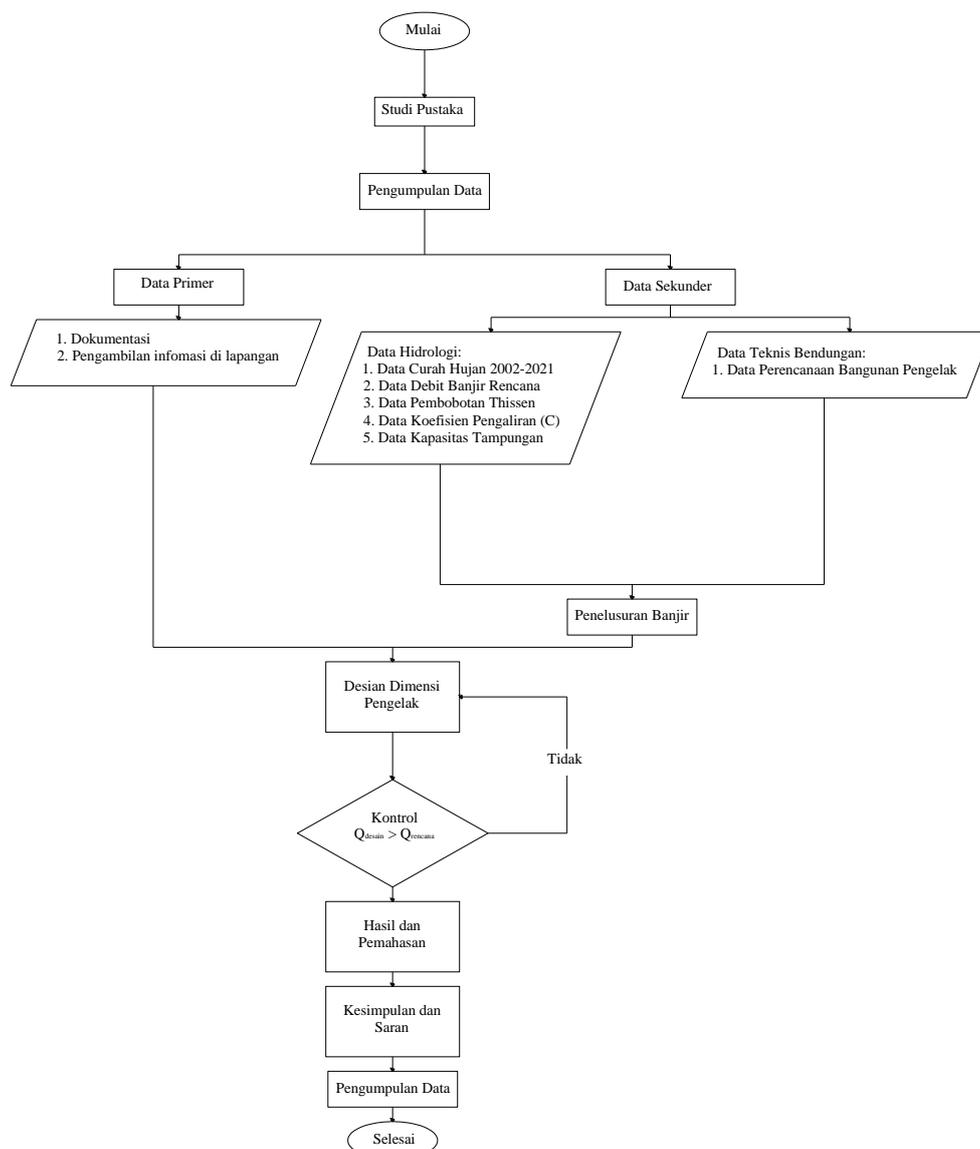
Obyek penelitian

Pada penelitian ini obyek yang ditinjau adalah Bendungan Temef untuk mengevaluasi bangunan pengelak dengan tipe *conduit*.

Jenis Data

Data primer dalam penelitian ini adalah dokumentasi dan pengamilan informasi di lapangan oleh peneliti. Sedangkan data sekunder yang digunakan yaitu, data curah hujan (2002-2021), debit banjir rencana, data pembobotan thissen, data koefisien pengaliran (C), data kapasitas tampungan, dan data perencanaan bangunan pengelak.

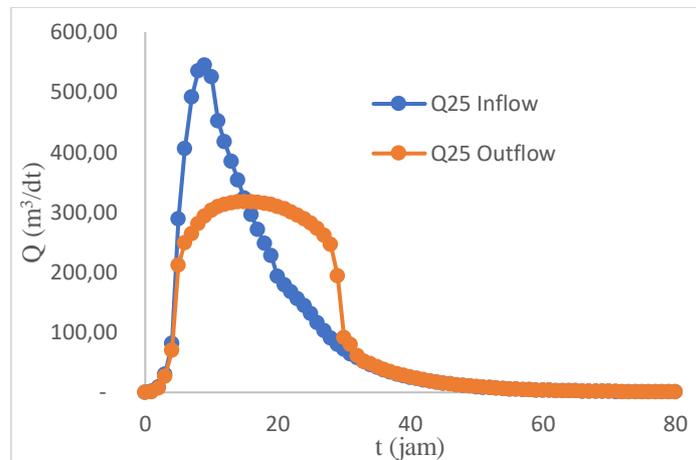
Diagram Alir



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

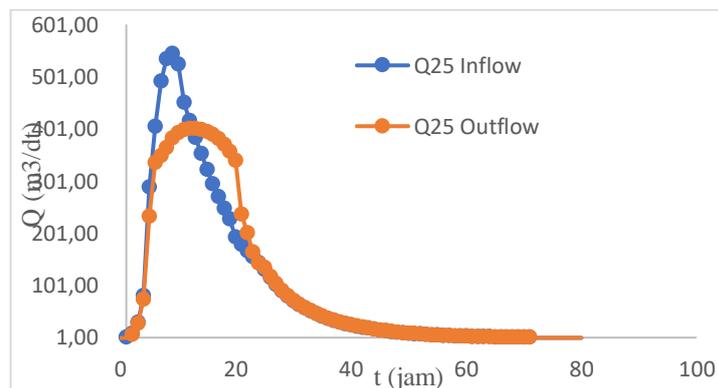
Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan yang sudah dilakukan, dimensi bangunan pengelak pada Bendungan Temef ini tidak mampu mengalirkan debit banjir rencana kala ulang 25 tahun sebesar $511,23 \text{ m}^3/\text{dt}$. Kemampuan yang dihasilkan dari 2 buah saluran pengelak adalah $351,06 \text{ m}^3/\text{dt}$, sehingga bangunan pengelak pada Bendungan Temef tidak mampu menyalurkan debit banjir kala ulang 25 tahun.



Gambar 4. Hubungan debit *inflow* dan *outflow* Q₂₅

Dari Gambar 4 ketika *inflow* sebesar $544,85 \text{ m}^3/\text{dt}$ diperoleh debit *outflow* untuk debit banjir Q₂₅ dengan jumlah saluran pengelek berjumlah 2 buah dan besar rencana dimensi pengelak $5,5 \text{ m} \times 5,5 \text{ m}$ sebesar $317,08 \text{ m}^3/\text{dt}$. Untuk mengevaluasi bangunan pengelak pada Bendungan Temef, menggunakan penelusuran banjir menggunakan metode Muskingum-Cunge dan dimensi pengelak menggunakan analisis Hidrolika. Dari hasil perhitungan dengan perencanaan dimensi yang baru dengan dimensi $5,5 \times 7,5 \text{ m}$ didapat *inflow* sebesar $544,85 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan *outflow* sebesar $401,24 \text{ m}^3/\text{dt}$. Berikut hasil grafik perhitungan penelusuran banjir yang dilakukan.



Gambar 5. Hubungan debit *inflow* dan *outflow* Q₂₅

Hal yang perlu diperhatikan adalah pada perencanaan dimensi saluran pengelak pada Bendungan Temef yang tidak mampu mengalirkan debit kala ulang 25 tahun. Maka dapat disimpulkan adalah jumlah saluran bisa tetap yaitu dua buah seperti pada kondisi saat ini, tetapi dimensi saluran pengelak harus diubah menjadi $5,5 \text{ m} \times 7,5 \text{ m}$. Yang dimana mampu mengalirkan debit banjir sebesar $272,72 \text{ m}^3/\text{dt}$ per 1 saluran pengelak. Jika ada 2 saluran pengelak menjadi $545,45 \text{ m}^3/\text{dt} > 511,23 \text{ m}^3/\text{dt}$.



Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap dimensi *conduit* pengelak pada waduk Temef dapat disimpulkan sebagai berikut:

Debit banjir yang terjadi pada DAS Temef untuk kala ulang 25 tahun sebesar 511,23 m³/dt; kala ulang 50 tahun sebesar 636,07 m³/dt; kala ulang 100 tahun sebesar 777,41 m³/dt.

Dimensi pada saluran pengelak pada Bendungan Temef ini tidak mampu mengalirkan debit banjir kala ulang 25 tahun sebesar 511,23 m³/dt. Kemampuan yang dihasilkan dari 2 buah saluran pengelak adalah 351,06 m³/dt.

Untuk itu dilakukan evaluasi saluran pengelak yang ada pada saat ini, seharusnya dimensi saluran pengelak bukanlah 5,50 m x 5,50 m. Tetapi menjadi 5,50 m x 7,5 m, yang dimana per 1 saluran pengelak dapat mengalirkan 272,72 m³/dt. Jika ada 2 buah saluran pengelak mampu mengalirkan 545,45 m³/dt > Q_{25 tahun} = 511,23 m³/dt.

Saran

Berikut saran yang dapat diberikan terkait penelitian ini:

- Kesalahan dalam menganalisis hidrolika pada bangunan pelengkap yaitu saluran pengelak, seharusnya dicermati dengan solusi penanganan teknis yang tepat pada saat pelaksanaan pekerjaan. Sehingga harus ada metode untuk menangani atas luapan banjir apabila terjadi banjir pada *inlet* saluran pengelak yang sudah terlanjur terpasang dengan membangun *checkdam* sementara pada hulu sungai guna mengurangi volume limpasan pada *inlet* saluran pengelak.
- Dapat dilakukan penelitian lanjutan dengan menghitung perencanaan bangunan *checkdam* pada hulu Sungai Temef.

Daftar Pustaka

- Aribowo, T., dkk. 2020. Analisis Distribusi Sedimen dan Laju Erosi pada Waduk Temef, Jurnal Teknik Sipil, Volume 6, No. 1: 26-37. p-ISSN 2443-1729.
- I Made Kamiana, 2012. Teknik Perhitungan Debit Rancangan Bangunan Air, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Krisnayanti, D.S., Bunganaen, W. 2018. Koefisien Limpasan Permukaan untuk Embung Kecil di Nusa Tenggara Timur. Lembaga Universitas Nusa Cendana Kupang, Kupang.
- Krisnayanti, D. S., dkk. 2020. Analisis Pengisian Awal (Impounding) Pada Bendungan Raknamo Dengan Model Tangki, Media Komunikasi Teknik Sipil, Volume 26, No. 1:61-72. doi: mkts. v26il.26757.
- Ramadhanti, D., Triadmodjo, B. 2020. Perencanaan Bangunan Pengelak dan Pelimpah Menggunakan Perangkat Lunak HEC-HMS dan HEC-RAS Studi Kasus: Waduk Gondang, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. Skripsi. UGM. Yogyakarta 40
- Rofikha, A.A., Marsudi, S., Cahya, E.N. 2019. Analisis Struktur Terowongan Pengelak pada Bendungan Kualu Kabupaten Toba Samosir Provinsi Sumatra Utara. Jurnal Teknik Pengairan, Vol. 10 No. 1 Mei 2019, hlm 28-38.
- Singh, V.P. 1992. Elementary Hydrology. Prentice Hall Inc. New York
- Sosrodarsono, S. 1981. Bendungan Type Urugan. Jakarta. Pradnya Paramita Jl. Kebonsirih 46, Jakarta.
- Soemarto, C. D., 1987. Hidrologi Teknik. Surabaya: Usaha Nasional.