

KAJIAN TEKNIS DAM SEMBAH PATRANG KABUPATEN JEMBER

Zeny Kurniawan¹, Dr.Ir.Noor Salim, M.Eng,MT², Amri Gunasti, ST., MT³
Universitas Muhammadiyah Jember^{1,2,3}

ABSTRAK

Rangkuman, saya melaksanakannya dengan aturan yang sesuai dan yang ada. Dalam suatu penelitian berbagai bidang. Saya meneliti dan mengkaji bidang air, perencanaan yang saya lakukan ini adalah salah satu kegiatan merencanakan ulang suatu bangunan air, yaitu tepatnya adalah mengkaji ulang DAM (Bendung). Kajian ini digunakan untuk mendapatkan hasil perbandingan atau hasil dari perencanaan ulang suatu bangunan air atau DAM yang sudah ada dengan yang akan direncanakan ulang. Tugas saya adalah memodifikasi maupun merencanakan ulang bentuk maupun kekuatan dari bangunan air atau DAM tersebut agar mendapatkan hasil yang lebih baik ataupun lebih bisa dimanfaatkan dari bangunan air atau DAM yang sudah ada. Saya berharap bisa mendapat hasil yang sesuai dengan target yang di inginkan dan mendapat hasil yang baik dalam memodifikasi dan mengkaji ulang bangunan air atau DAM Sembah, Patrang tersebut.

Kata Kunci : *Bangunan Air, Dam (Bendung)*

ABSTRACT

To summarize, I do so with the appropriate rules and existing. In a study of various fields. I research and study areas of water, which I am planning to do this is one of the activities planned over a waterworks, which is precisely re planning DAM (Weir). This study is used to obtain the results of the comparison or the results of re-planning of a waterworks or existing DAM to be planned again. My job is to modify or re planning a building form and strength of water or DAM proficiency level in order to get better results or more can be used from the waterworks or existing DAM. I hope to get the results that correspond to the desired target and got a good result in modifying and re-building plan water or DAM Sembah, the Patrang.

Keywords : *Waterworks, DAM (Weir)*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di dalam berbagai macam bangunan air, dikhususkan membicarakan tentang bangunan air bendung atau DAM, arti dari bendung atau DAM itu sendiri adalah Bangunan air dengan kelengkapannya hilir dengan terjunan yang dilengkapi dengan kolam olak dengan maksud untuk meredam energi. Bangunan air ini dapat didefinisikan juga sebagai semua bangunan yang direncanakan di sungai atau aliran air untuk membelokkan air ke dalam jaringan irigasi, biasanya dilengkapi dengan kantong lumpur agar bisa mengurangi kandungan sedimen yang berlebihan serta memungkinkan untuk mengukur dan mengatur air yang masuk.

Dan dengan adanya skripsi ini yang berjudul "KAJIAN TEKNIS DAM SEMBAH PATRANG KABUPATEN JEMBER", diharapkan dapat memberikan manfaat untuk perencanaan ulang Dam Sembah yang awal kondisi eksistingnya memiliki tinggi 5 meter

dibangun melintang sungai, dan sengaja dibuat untuk meninggikan muka air dan menampung air dengan ambang tetap sehingga air sungai dapat disadap dan dialirkan secara gravitasi ke jaringan irigasi. Kelebihan airnya dilimpahkan ke

dari mercu sampai kolam loncat air, dan kondisi awal dam ini tidak terdapat kolam loncat air maupun kolam olak, dikarenakan air yang melewati bendung ini membawa material-material seperti bebatuan yang dapat merusak kolam olak. Kajian ini ditujukan untuk mengkaji bendung tersebut dan mendesain ulang tipe mercu lebar efektif dan kolam olak yang cocok dengan kondisi alam yang ada.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun beberapa rumusan masalah di dalam kajian teknis bendung atau DAM Sembah ini yaitu:

1. Bagaimana debit banjir rencana?

2. Bagaimana karakteristik bendung atau DAM tersebut?
3. Bagaimana perhitungan kembali dalam merencanakan bendung atau DAM?

Batasan Masalah

Agar perhitungan kajian DAM Sembah ini tidak, maka permasalahan dibatasi pada :

1. Kajian ulang perhitungan analisa hidrologi dan hidroliknya.
2. Mengkaji ulang lebar efektif bendung, mercu bendung, dan ruang olakan.
3. Analisa perhitungan stabilitas bendung atau DAM.
4. Tidak menghitung rancangan anggaran biaya di dalamnya.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari kajian ini adalah :

1. Mengetahui debit dengan cara analisa hidrologi sehingga didapatkan nilai stabilitas dari DAM
2. Mendesain ulang bentuk Dam yang semula tidak memiliki kolam olak, direncanakan dengan membuat tipe kolam olak tipe bak tenggelam (*Submerget Bucket*).

Manfaat Penelitian

Manfaat dari Kajian ini adalah :

1. Manfaat dari mendesain kolam olak tipe bak tenggelam (*Submerget Bucket*) untuk mencegah terjadinya kerusakan yang tidak terlalu parah pada saat terjadi banjir maupun keadaan alam yang lainnya sehingga dapat memperpanjang umur kekuatan dari DAM atau bendung tersebut.
2. Bagi Instansi terkait, penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan untuk perencanaan ulang Dam Sembah.
3. Dapat menambah wawasan dan pengalaman sebagai penerapan ilmu yang telah diperoleh selama menempuh pendidikan pada Jurusan Teknik Sipil. Sebagai tugas akhir untuk menuntaskan jenjang sarjana.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi digunakan untuk menentukan besarnya debit banjir rencana

maupun keadaan real atupun nyata di lapangan pada suatu perencanaan bangunan air. Data untuk penentuan debit banjir ini terdapat dua cara yaitu dengan cara analisis curah hujan rencana agar mendapatkan besarnya debit rencana dan dengan cara curah hujan realita ataupun kenyataan di lapangan untuk mendapatkan debit air yang nyata di lapangan dengan cara menggunakan data AWLR (*Automatic Water Level Recorder*).

Analisa Curah Hujan Rencana

Analisa curah hujan rencana di dalamnya menghitung curah hujan yang terjadi dalam kala ulang suatu periode tertentu yang terjadi pada suatu daerah, dan analisa ini sangat diperlukan dalam menentukan besarnya debit banjir rencana guna merencanakan suatu bendungan.

Uji Konsistensi Data

Sebelum menentukan analisis hujan yang telah ditetapkan lokasinya adapun langkah yang seharusnya diambil yaitu dilakukannya uji konsistensi data. Data hujan yang tidak konsisten yang diakibatkan oleh berubahnya atau terganggunya lingkungan di sekitar.

Analisis Hujan

Data hujan yang diperoleh dari alat penangkarakan merupakan yang terjadi hanya pada suatu titik atau suatu tempat saja / point rainfall. Ada tiga macam cara untuk menghitung hujan rata-rata kawasan, yaitu :

Metode Rata-Rata Aljabar

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n}$$

Metode Polygon Thiessen

$$P = \frac{P_1.A_1 + P_2.A_2 + P_3.A_3 + \dots + P_n.A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Metode Isohyet

$$P = \frac{A_1 \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) + A_2 \left(\frac{P_2 + P_3}{2} \right) + \dots + A_{n-1} \left(\frac{P_{n-1} + P_n}{2} \right)}{A_1 + A_2 + \dots + A_{n-1}}$$

Curah Hujan Harian Maksimum

Dari hasil rata-rata yang diperoleh (sesuai dengan jumlah pos hujan) dipilih yang tertinggi setiap tahun, merupakan hujan maksimum harian DAS untuk tahun yang bersangkutan. (*Suripin, 2004 : 59*).

Analisa Frekuensi

Ada dua macam seri data yang diperlukan dalam analisa frekuensi, yaitu (Suripin, 2004 : 32).

Distribusi Normal

Distribusi Log Person III

Analisis Hidrolika

Analisis Hidrolika bisa disebut juga analisa hidrolis, dan dalam perencanaan suatu bendung diharuskan adanya analisa hidrolis. Dan Perencanaan hidrolis meliputi bagian-bagian pokok bangunan utama akan dijelaskan dalam pasal-pasal berikut ini.

Kemiringan Dasar Sungai

rumus perhitungan (Soenarno, 1972)

Dengan :

$$i = \frac{\Delta H/L}{n-1}$$

Tinggi Air Banjir di Hilir Bendung

. Persamaan yang digunakan dalam perhitungan (Standart Perencanaan irigasi KP – 03, 1986) :

$$\text{Manning} : V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{Chezy} : V = C\sqrt{R \cdot i}$$

Dimensi saluran :

$$A = (b + m \cdot h) \cdot h$$

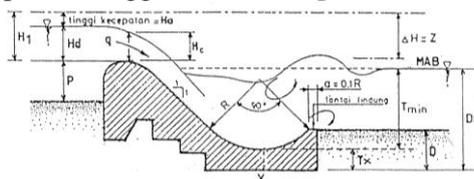
$$P = b + 2 h \sqrt{1 + m^2}$$

$$R = A / P$$

$$Q = A \cdot V$$

Ruang Olakan

Pemilihan tipe kolam olak. Secara garis besar kolam olak terdiri dari tiga tipe (Standart Perencanaan irigasi KP – 02, 1986 : 60 relatif tahan gerusan, biasanya cocok dengan kolam olak tipe bak tenggelam/submerged bucket



Gambar. Peredam energi tipe bak tenggelam

Analisis Stabilitas

Stabilitas bendung adalah kekuatan atau kestabilan konstruksi bendung akibat gaya-gaya yang bekerja pada tubuh bendung. Analisa stabilitas pada bendung dilaksanakan dalam keadaan air normal dan keadaan air banjir.

Gaya-gaya yang bekerja

Gaya Akibat Berat Bendung (G)

Gaya Akibat Gempa (K)

Gaya Akibat Tekanan Lumpur (S)

Gaya Akibat Tekanan Air (Pw)

Uji Kecocokan Distribusi Frekuensi

Ada 2 uji yang bisa dilakukan yaitu Uji Smirnov Kolmogorof dan Uji Chi

Gaya Akibat Tekanan Tanah (P)

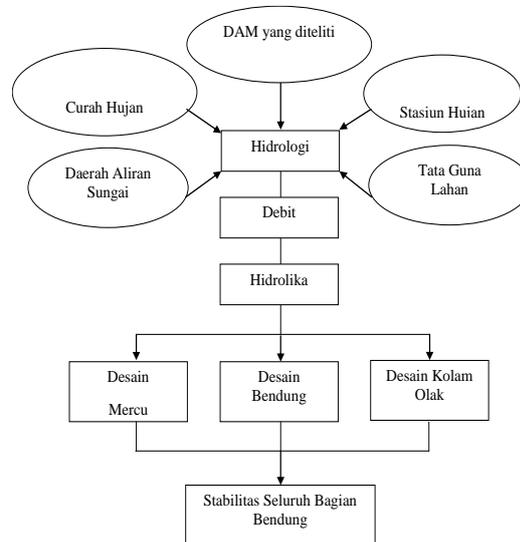
Gaya Akibat Uplift Pressure (U)

Daya Dukung Tanah

KERANGKA KONSEP PENELITIAN DAN HIPOTESIS

Kerangka Konsep Penelitian

Dari rumusan dan tujuan di atas di dapat kerangka konsep sbb :

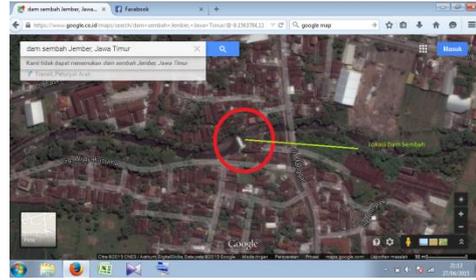
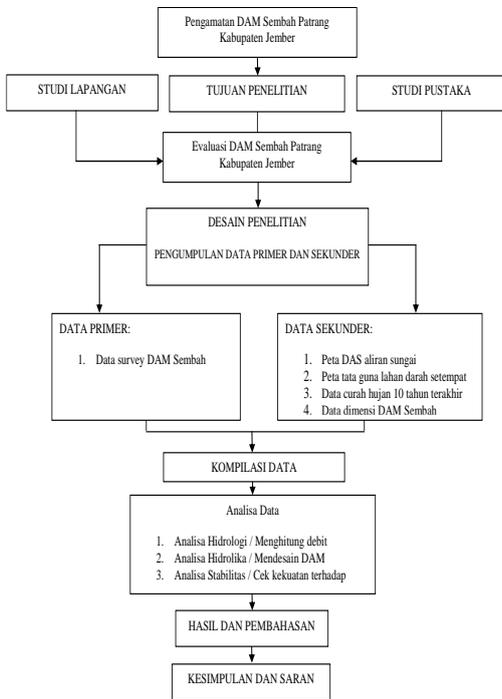


Gambar 1. Kerangka konsep

Dapat dikemukakan hipotesis sebagai berikut : Dari nilai debit didapatkan nilai stabilitas yang nantinya digunakan sebagai acuan untuk merencanakan bendung. Didapatkan bentuk desain ulang yang baru menggunakan kolam olak tipe bak tenggelam atau disebut juga Submerget Bucket.

3.METODOLOGI

Kerangka Operasional Penelitian



Sumber : Google Map

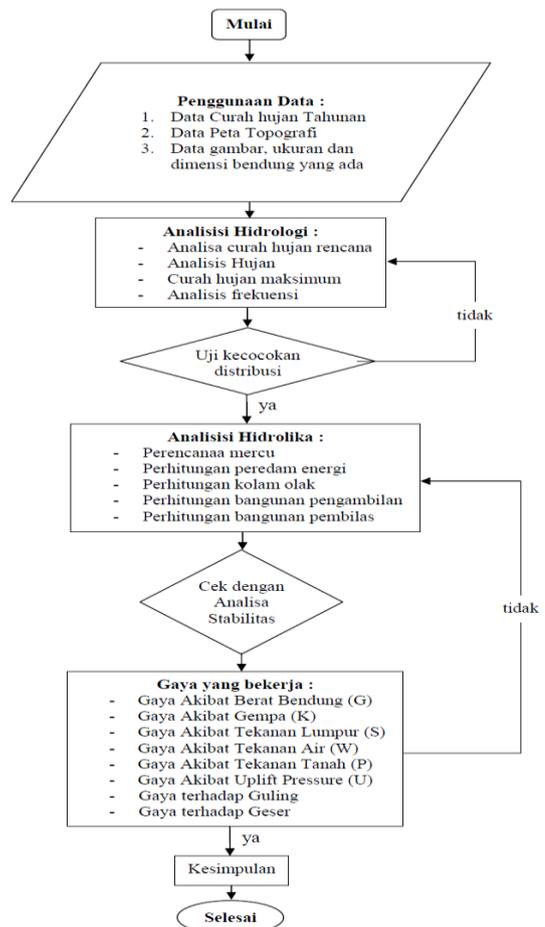
Gambar 2. Lokasi Penelitian

Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan tahapan:

- Menganalisa Hidrologi
- Menganalisa Hidrolika
- Menganalisa stabilitas

Alur Penelitian



Penelitian ini dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam Penelitian ini berupa data sekunder yang dikumpulkan dari Dinas PU Kabupaten Jember :

- Peta topografi atau tata guna lahan skala 1: 25.000
- Data pengukuran curah hujan selama 10 tahun dimulai dari tahun 2005 sampai dengan 2014
- Peta DAS dan aliran sungai lokasi sampel skala 1 : 100.000
- Data dimensi Bagian-bagian DAM yang sudah adadalam bentuk gambar.

Tempat dan Waktu Penelitian

Studi ini dilaksanakan dikota Jember yang bertempat di JL. Manggar, dan memiliki titik koordinat 8° 9'22,72" lintang selatan dan 113°41'32,27" bujur timur.

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisa Hidrologi

Analisa Curah Hujan Rencana

Berikut ini adalah data stasiun dan data 10 tahun di masing-masing stasiun, stasiun yang diteliti adalah :

- Stasiun Sembah
- Stasiun Arjasa
- Stasiun Bintoro

Uji Kecocokan Distribusi

Uji kesesuaian distribusi secara horizontal menggunakan metode Smirnov Kolmogorof dan metode Chi Square. Langkah dalam perhitungan uji chi square adalah sebagai berikut :

1. Langkah awal ialah mengurutkan data pengamatan dari kecil ke besar atau sebaliknya, akan tetapi dalam uji ini data diurutkan dari yang terkecil ke terbesar.

2. Kelompokkan data menjadi K kelas, tiap kelas minimal 4 data pengamatan. Pengelompokan data dapat dibuat dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} & ,22 \log n \\ & = ,22 \log 10 \\ & = \sim 4 \end{aligned}$$

3. Menghitung batas kelas dengan sebaran peluang dengan rumus sebagai berikut :

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

4. Menghitung nilai X :

Untuk Pr 75%, dan G = 0,8555, didapat K = -0,736

$$\text{Log } X = \text{Log } X_{\text{rerata}} + (K \times S)$$

5. Menghitung nilai frekuensi teoritis / yg dihitung F_t :

$$\begin{aligned} F_t &= 25\% \times n \\ &= 25\% \times 10 \\ &= 2,5 \end{aligned}$$

6. Menghitung X^2 dengan persamaan :

$$X^2_{\text{hitung}} = \sum_{i=1}^K \frac{F_e - Ft^2}{Ft}$$

Memperkirakan Laju Aliran Puncak

Berdasarkan karakteristik aliran syngai, laju aliran puncak dapat diperkirakan menggunakan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu Persamaan yang di pakai untuk memperkirakan laju aliran puncak dari persamaan (2.29-2.41).

Data :

Berdasarkan ketentuan dimana $L > 15$ km, maka untuk mencari waktu konsentrasi (t_g) dipakai persamaan

$$t_g = 0,4 + 0,586 \times L$$

$$= 0,4 + 0,058 \times 21,05$$

$$= 1,6209 \text{ jam}$$

$$t_r = 0,5 t_g \text{ sampai } t_g \text{ (jam)}$$

$$= 0,5 \times 1,6209 \text{ sampai } 1,6209$$

$$= 0,81045 \text{ sampai } 1,6209$$

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

$$= 1,6209 + 0,8 \cdot (1,6209)$$

$$= 2,9176 \text{ jam} = 3 \text{ jam}$$

Untuk daerah pengaliran nilai α sebesar 2

$$T_p = 2,9176 \text{ jam}$$

$$T_{0,3} = 3,2418 \text{ jam}$$

$$1,5 \times T_{0,3} = 4,8627 \text{ jam}$$

Dalam memperkirakan laju aliran puncak (Q_p) didapatkan seperti rumus di bawah ini :

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

Dengan :

$$Q_p = \text{debit puncak banjir (m}^3/\text{detik)}$$

$$R_o = 1 \text{ mm}$$

$$T_p = 2,9176 \text{ jam}$$

$$T_{0,3} = 3,2418 \text{ jam}$$

$$\begin{aligned} Q_p &= \frac{0,3567 \times 13 \times 1}{3,6((0,3 \times 2,9176) + 3,2418)} \\ &= 0,3127 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Memperkirakan lengkung naik (rising limb)

$$Q_a = Q_p \left[\frac{t}{T_p} \right]^{2,4}$$

$$Q_a = 0,3127 \left[\frac{2}{2,9176} \right]^{2,4}$$

$$= 0,126 \text{ m}^3/\text{det}$$

Memperkirakan bagian lengkung turun (decreasing limb)

1. Untuk $Q_d > 0,3 Q_p$ untuk

$$T_p \leq t \leq T_{0,3}$$

$$Q_d = Q_p \cdot 0,3 \cdot \left(\frac{t - T_p}{T_{0,3}} \right)$$

$$= 0,3127 \cdot 0,3 \left(\frac{6,159 - 2,9176}{3,4128} \right)$$

$$= 0,093 \text{ m}^3/\text{det}$$

2. Untuk $0,3 Q_p > Q_d > 0,3^2 Q_p$

$$Q_p \text{ untuk } T_{0,3} \leq t < 1,5 T_p :$$

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

$$= 0,3127 \cdot 0,3 \cdot \left(\frac{(11,02 - 2,9176) + 0,5 \cdot 3,4128}{1,5 \times 3,4128} \right)$$

$$= 0,028 \text{ m}^3/\text{det}$$

3. Untuk $0,3^2 Q_p > Q_d$ untuk $t \geq 1,5 T_{0,3}$

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

$$= 0,3127 \cdot 0,3 \cdot \left(\frac{(12 - 2,9176) + 1,5 \cdot 3,4128}{2 \times 3,4128} \right)$$

$$= 0,023 \text{ m}^3/\text{det}$$

Analisa Hidrolika

Menentukan kemiringan dasar sungai

Untuk menentukan kemiringan sungai, terlebih dahulu menentukan kemiringan dasar sungai rata-rata disekitar lokasi bendung yang berpatokan pada elevasi dan jarak potongan memanjang sungai, dan perhitungannya didapat seperti pada perhitungan di bawah ini.

$$i = \frac{\Delta H/L}{n-1}$$

$$\Delta H = \text{elv. Hulu} - \text{elv hilir}$$

$$= +93,55 - +90,55$$

$$= 0,12 \text{ m}$$

Dengan :

$$L = 25 \text{ m}$$

$$N = 8$$

$$i = \frac{0,12}{8-1}$$

$$= 0,01714$$

Untuk menentukan tinggi air banjir di hilir bendung menggunakan persamaan

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

Dengan :

$$i = \text{kemiringan dasar sungai rata-rata}$$

$$n = 0,025 \text{ koefisien kekasaran Manning}$$

$$b = 21,3 \text{ (m)}$$

$$m = 0,68$$

$$h = 0,703 \text{ (m)}$$

Dimensi saluran :

$$A = (b + m \cdot h) \cdot h$$

$$A = (21,3 + 0,68 \cdot 0,703) \cdot 0,703$$

$$= 10,820 \text{ m}^2$$

$$P = b + 2 \cdot h \cdot \sqrt{1 + m^2}$$

$$= 21,3 + 2 \cdot 0,703 \cdot \sqrt{1 + 0,68^2}$$

$$= 22,509 \text{ m}$$

$$R = A / P$$

$$= 10,820 / 22,509$$

$$= 0,481 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{0,025} \cdot 0,481^{\frac{2}{3}} \cdot 0,0059^{\frac{1}{2}}$$

$$= 1,890 \text{ m/det}$$

$$Q = A \cdot V$$

$$= 10,820 \cdot 1,890$$

$$= 20,451 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Lebar efektif bendung

Perhitungan lebar efektif bendung disesuaikan dengan data eksisting, dan data-data tersebut sebagai berikut.

Dengan :

$$\text{Lebar bendung / mercu (B)} = 19 \text{ m}$$

$$K_p = 0,1 \text{ (tabel KP-02)}$$

$$K_a = 0,1 \text{ (tabel KP-02)}$$

$$H_1 = 1,68 \text{ m}$$

$$n = 0 \text{ (tidak terdapat pilar)}$$

untuk mendapatkan perhitungan lebar efektif bendung menggunakan persamaan

$$B_e = B - 2(n \cdot K_p + K_a) H_1$$

$$= 19 - 2(0 \cdot 0,1 + 0,1) \cdot 1,68$$

$$= 18,664 \text{ m}$$

Tinggi ait banjir diatas mercu

Didalam perencanaan ini mercu yang digunakan pada bendung ini menggunakan mercu tipe Ogee dengan kemiringan hulu 1 : 1, dan tinggi air di atas mercu dapat dihitung :

$$Q = C_d \cdot \frac{2}{3} \cdot \sqrt{\frac{2}{3} g} \cdot B_e \cdot H_1^{\frac{3}{2}}$$

Dengan :

$$Q = 20,43 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$C_d = 1,27 \text{ (} C_d = C_0 \times C_1 \times C_2 \text{)}$$

$$G = 9,81 \text{ m/dt}$$

$$B_e = 18,664 \text{ m}$$

$$H_1 = 1,68 \text{ m}$$

Perhitungan tinggi air di atas mercu dilakukan dengan cara coba-coba memasukan nilai H_1 dan C_d sampai didapat nilai C_d coba-coba sama dengan C_d hitung serta debit rencana sama dengan debit hitung.

Dicoba :

$$H_1 = 1,68$$

$$C_d = 1,27$$

$$20,43 = 1,27 \times \frac{2}{3} \times \sqrt{\frac{2}{3}} \times 9,81 \times 18,664 \times 1,68^{\frac{3}{2}}$$

$$20,43 = 20,43 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Faktor-faktor lain yang mempengaruhi tinggi air banjir di atas mercu perhitungannya sebagai berikut :

$$P = \text{elevasi mercu} - \text{elevasi sawah tertinggi}$$

$$= 94,55 - 93,55$$

$$= 1 \text{ m}$$

Debit persatuan lebar (q) :

$$q = Q / B_e$$

$$= 20,43 / 18,664$$

$$= 1,095 \text{ m}^3/\text{dt} \cdot \text{m}$$

Kecepatan air di hulu bendung (V) :

$$V = q / (P + H_1)$$

$$= 1,095 / (1 + 1,68)$$

$$= 0,408 \text{ m/dt}$$

Tinggi kecepatan energy (H_{a1}) :

$$H_{a1} = V^2 / 2g$$

$$= 0,408^2 / (2 \times 9,81)$$

$$= 0,00845 \text{ m}$$

Tinggi muka air dihilu bending (Hd) :

$$\begin{aligned} Hd &= H_1 - Ha_1 \\ &= 1,68 - 0,00845 \\ &= 1,672 \text{ m} \end{aligned}$$

Cek”

$$\begin{aligned} H_1 / Hd &= 1,68 / 1,672 &= \mathbf{1,0051} \\ P / Hd &= 1 / 1,672 &= \mathbf{0,598} \\ P / H_1 &= 1 / 1,68 &= \mathbf{0,595} \\ C_0 &= 1,3 \text{ (konstanta)} \\ C_1 &= 0,975 \text{ (grafik)} \\ C_2 &= 1,008 \text{ (grafik)} \end{aligned}$$

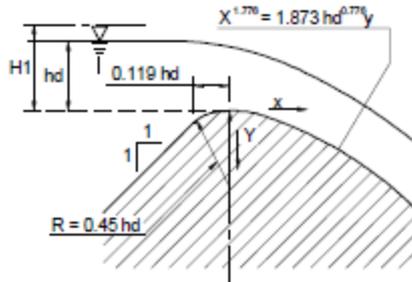
Dari nilai di atas didapat :

$$\begin{aligned} Cd \text{ (coba2)} &= Cd \text{ hitung} \\ 1,27 &= C_0 \times C_1 \times C_2 \\ 1,27 &= 1,3 \times 0,975 \times 1,008 \\ 1,27 &= 1,27 \end{aligned}$$

Karena Cd coba-coba sama dengan Cd hitung, maka nilai Cd coba-coba dapat diterima.

Perhitungan jari – jari mercu

Perhitungan dimensi mercu mercu bendung dihitung dengan persamaan sebagai berikut :



Gambar. 4. Perencanaan mercu Ogee dengan permukaan hulu 1 : 1

$$\begin{aligned} R &= 0,45 \times Hd & \text{jarak } R &= 0,119 \times Hd \\ &= 0,45 \times 1,672 & &= 0,119 \times 1,672 \\ &= 0,752 \text{ m} & &= 0,198 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X^{1,776} &= 1,837 \times Hd^{0,776} \times Y \\ X^{1,776} &= 1,939 \times 1,672^{0,776} \times Y \\ X^{1,776} &= 2,790 \times Y \\ Y &= 1 / 2,790 \times X^{0,776} \\ Y &= 1,776 / 2,790 \times X^{0,776} \end{aligned}$$

Kemiringan dihilir bendung direncanakan 1 : 0,7

Dengan $Y' = \tan \theta$, maka $Y' = 1 / 0,7 = 1,4285$

$$\begin{aligned} 1,428 &= 1,776 / 2,790 \times X^{0,776} \\ X &= \sqrt[1,776]{(1,428 \times 2,790 / 1,776)} \\ X &= 2,835 \text{ m} \\ Y &= 1 / 2,790 \times 2,835^{1,776} \\ Y &= 2,280 \text{ m} \end{aligned}$$

Kolam loncat air

Elevasi kolam loncat air direncanakan +89,55 m. Perhitungan kecepatan awal loncatan dihitung dengan data-data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} H_1 &= 1,68 \text{ m} \\ Z &= \text{elv. mercu} - \text{elv. kolam loncat air} \\ &= +94,55 - 89,55 \\ &= 5 \text{ m} \\ g &= 9,81 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

• Kecepatan awal loncatan (V_1) :

$$\begin{aligned} V_1 &= \sqrt{2g \left(\frac{1}{2} H_1 + Z \right)} \\ &= \sqrt{2 \times 9,81 \left(\frac{1}{2} \times 1,68 + 5 \right)} \\ &= 10,704 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

Tinggi air pada titik V_1 (Y_u) :

$$\begin{aligned} Q &= A \times V_1 \\ &= b \times h \times V_1 \\ h (Y_u) &= Q / (b \times V_1) \\ &= 20,43 / (21,3 \times 10,704) \\ &= 0,0896 \text{ m} \end{aligned}$$

Kedalaman konjugasi dalam loncat air Y_2

$$Y_2 / Y_u = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8 F_r^2} - 1 \right)$$

$$\begin{aligned} \text{Dengan } Fr &= \frac{V_1}{\sqrt{g Y_u}} \\ &= 10,704 / \sqrt{9,81 \times 0,0896} \\ &= 11,415 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_2 / Y_u &= \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8 F_r^2} - 1 \right) \\ &= 11,415 \\ Y_2 &= 11,415 \times 0,0896 \\ &= 4,0929 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan ruang olakan

Dalam perhitungan ruang olakan ini menggunakan kolam olak tipe bak tenggelam atau submerged bucket menggunakan persamaan

$$Hc = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

$$\begin{aligned} q &= 1,095 \text{ m}^3/\text{dt} \\ g &= 9,80 \text{ m/dt}^2 \\ R &= 5 \end{aligned}$$

$$Hc = \sqrt[3]{\frac{1,098^2}{9,80}}$$

$$\begin{aligned} &= 0,1 \text{ m} \\ a &= 0,1 \times R \\ &= 0,1 \times 5 \end{aligned}$$

$$\Delta H = \text{elevasi mercu} - \text{elevasi sungai hilir} = 94,55 - 90,55 = 4 \text{ m}$$

Adapun syarat dalam kolam olak tipe bak tenggelam ini yaitu :

$$\begin{aligned} \Delta H / Hc &\geq 2,4 \\ &= 4 / 0,1 \geq 2,4 \end{aligned}$$

$$= 34,31 \geq 2,4$$

Dan,

$$H_2 / H_1 \geq 2 / 3$$

$$0,6 \geq 0,667$$

Jika h_2/h_1 lebih tinggi dari $2/3$, maka aliran akan menyelim ke dalam bak dan tidak ada efek peredaman yang bisa diharapkan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari seluruh tahapan perhitungan dapat disimpulkan bahwa :

- Menghitung debit banjir rencana yang ada menggunakan data stasiun hujan yang berdekatan dengan lokasi yang diteliti minimal 10 thn dan menggunakan kolam olak tipe bak tenggelam (*submerged bucket*) yang bisa membawa bongkahan atau batu-batu besar tanpa harus merusak kolam olak.
- Perhitungan dimulai dari menganalisa hidrologi. Setelah itu analisa Hidrolika, selanjutnya adalah menghitung stabilitas :

a. Perhitungan kontrol stabilitas kondisi air normal

Stabilitas terhadap guling

$$F_g = \frac{\sum M_t}{\sum M_g} \geq 1,5$$

$$F_g = \frac{97,964}{44,835} \geq 1,5$$

$$F_g = 2,185 \geq 1,5 \quad \text{..... aman !!!}$$

Stabilitas terhadap geser

$$F_s = \frac{\sum V x f}{\sum H} \geq 1,5$$

$$F_s = \frac{35,501 x 0,7}{11,392} \geq 1,5$$

$$F_s = 2,1813 \geq 1,5 \quad \text{..... aman !!!}$$

Stabilitas terhadap eksentrisitas (retak)

$$e = \left(\frac{B}{2} - \frac{\sum M_t - \sum M_g}{\sum V} \right) < \frac{1}{6} B$$

$$e = \left(\frac{1,5}{2} - \frac{97,964 - (-7,982)}{35,501} \right) < \frac{1}{6} 1,5$$

$$e = -0,7466 < 0,25 \quad \text{..... aman !!!}$$

Stabilitas terhadap daya dukung tanah

$$\sigma = \frac{\sum V}{B} x \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) < \sigma_{ijin}$$

$$\sigma = \frac{35,501}{1,5} x \left(1 \pm \frac{6 x (-0,7466)}{1,5} \right) < 22,315 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma = -47,011 < 22,315 \text{ t/m}^2 \quad \text{..... aman !!!}$$

Stabilitas terhadap erosi bawah tanah (piping)

$$C_L = \frac{\sum L_V + 1/3 \sum L_H}{\Delta H}$$

Dimana :

$$L_V = 18,393 \text{ m}$$

$$L_H = 27,835 \text{ m}$$

$$\Delta H = 4 \text{ m}$$

$$C_L \text{ min} = 4,0$$

$$4,0 \leq \frac{18,393 + 1/3 x 27,835}{4}$$

$$4,0 \leq 6,918 \quad \text{..... aman !!!}$$

b. Perhitungan kontrol stabilitas kondisi air banjir

• Stabilitas terhadap guling

$$F_g = \frac{\sum M_t}{\sum M_g} \geq 1,5$$

$$F_g = \frac{101,923}{47,796} \geq 1,5$$

$$F_g = 2,132 \geq 1,5 \quad \text{..... aman !!!}$$

• Stabilitas terhadap geser

$$F_s = \frac{\sum V x f}{\sum H} \geq 1,5$$

$$F_s = \frac{38,926 x 0,7}{11,926} \geq 1,5$$

$$F_s = 2,285 \geq 1,5 \quad \text{..... aman !!!}$$

• Stabilitas terhadap eksentrisitas (retak)

$$e = \left(\frac{B}{2} - \frac{\sum M_t - \sum M_g}{\sum V} \right) < \frac{1}{6} B$$

$$e = \left(\frac{1,5}{2} - \frac{101,923 - (2,285)}{38,926} \right) < \frac{1}{6} 1,5$$

$$e = -0,6405 < 0,25 \quad \text{..... aman !!!}$$

• Stabilitas terhadap daya dukung tanah

$$\sigma = \frac{\sum V}{B} x \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) < \sigma_{ijin}$$

$$\sigma = \frac{38,926}{1,5} x \left(1 \pm \frac{6 x (-0,6405)}{1,5} \right) < 22,315 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma = -40,5327 < 22,315 \text{ t/m}^2 \quad \text{..... aman !!!}$$

• Stabilitas terhadap erosi bawah tanah (piping)

$$C_L = \frac{\sum L_V + 1/3 \sum L_H}{\Delta H}$$

Dengan :

$$L_V = 18,393 \text{ m}$$

$$L_H = 27,835 \text{ m}$$

$$\Delta H = 4,696 \text{ m}$$

$$C_L \text{ min} = 4,0$$

$$4,0 \leq \frac{18,393 + 1/3 x 27,835}{4,696}$$

$$4,0 \leq 5,90 \quad \text{..... aman !!!}$$

Saran

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan serta desain yang telah dibuat, maka dapat penulis sarankan sebagai pertimbangan selanjutnya, dan adapun sarannya sebagai berikut :

- a. Perlu diadakannya pengembangan penelitian lebih lanjut mengenai DAM ini, terhadap mercu, kolam loncat air dan yang lainnya.
- b. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat disosialisasikan kepada pihak-pihak yang berkaitan dengan bidang yang diteliti ini, sebagai pertimbangan dalam pengembangan tentang perencanaan ulang DAM maupun bangunan air yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- C.D.Soemarto, 1987, *Hidrologi Teknik*, Usaha Nasional. Surabaya.
- , 1995, *Hidrologi Teknik*. Gramedia. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Pengairan Direktorat Sungai, 1992, *Cara Menghitung Design Flood*, Yayasan Badan Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Imam Subarkah, 1978, *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*, Bandung.
- K.Linsley, Ray Jr, Kohler, Max A, H.Paulus, Joseph L, 1996, *Hidrologi Untuk Insinyur*, Erlangga.
- Anonim. 1986. *Standart Perencanaan Irigasi KP – 01*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
- Anonim. 1986. *Standart Perencanaan Irigasi KP – 02*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
- Anonim. 1986. *Standart Perencanaan Irigasi KP – 03*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
- Anonim. 1986. *Standart Perencanaan Irigasi KP – 04*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
- Anonim. 1986. *Standart Perencanaan Irigasi KP – 05*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta
- Motacih, Lily. 2009. *Hidrologi Teknik Terapan*. CV. Ansrori, Malang.
- Soenarno. 1972. *Perhitungan Bendung Tetap*. Dinas Pengairan Provinsi Jawa Timur, Surabaya.

