



PERENCANAAN BANGUNAN PENGENDALI SEDIMEN, ZONA NON CEKUNGAN AIR TANAH, HULU SUNGAI SERANG, WONOSEGORO, KABUPATEN BOYOLALI

Rizki Adi Prasetyo, Adib Amali, Sri Eko Wahyuni^{*)}, Robert J. Kodoat^{*)}

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

ABSTRAK

Lokasi perencanaan Check Dam Wonosegoro di Hulu Sungai Serang, Kecamatan Wonosegoro Kabupaten Boyolali, memiliki karakteristik hidrogeologis berupa daerah Non Cekungan Air Tanah (Non CAT). Luas DAS Serang Wonosegoro 177,16 km². Debit banjir rencana diperoleh dengan metode Rasional sebesar 581,425 m³/detik dengan periode ulang 100 tahun. Check Dam didesain dari beton bertulang dengan tinggi efektif Main Dam 2 m Sub Dam 1 m dan lebar 55 m, elevasi puncak mercu dam + 118,93 m diatas permukaan laut dan panjang apron 26,390 m. Hasil transport sedimen dengan metode Ackers & White adalah $Q_s = 5,174$ ton/hari. Besarnya laju sedimentasi pada DAS Serang adalah sebesar 17,579 ton/ha/tahun. Waktu rencana pelaksanaan proyek adalah 28 minggu dengan rencana anggaran biaya sebesar Rp. 6.422.807.000,00.

kata kunci : *check dam, non-CAT, DAS Serang, debit banjir rencana, sedimentasi*

ABSTRACT

The location plan of Wonosegoro Check Dam in the Upper Serang river, District of Wonosegoro regency of Boyolali, has the hydrogeological characteristics of Non ground water basin (Non CAT). The Serang Wonosegoro watershed has 177.16 km² area. The flood discharge plan obtained by the Rational method in the amount of 581.425 m³/second with a return period of 100 years. Check Dam has design by reinforced concrete with effective main dam height of 2 m, Sub Dam 1 m, and width 55 m, summit peak elevation of dam + 118.93 m above sea level and length of apron 26.390 m. Results of sediment transport by Ackers & White method is $Q_s = 5,174$ tonnes / day. The magnitude of the rate of sedimentation in the Serang watershed amounted to 17.579 tons / ha / year. Time project of execution plan is 28 weeks with a budget plan is Rp. 6,422,807,000.00.

keywords: *check dam, non-CAT, Serang watershed, flood discharge plan, sedimentation*

^{*)} *Penulis Penanggung Jawab*

PENDAHULUAN

Sungai Serang Hulu, Kecamatan Wonosegoro terletak di Kabupaten Boyolali, memiliki karakteristik hidrogeologis berupa daerah Non Cekungan Air Tanah (Non CAT), di mana daerah tersebut tidak memiliki aliran dasar (*base flow*), air sungai lebih banyak bersumber dari hasil lepasan aliran antara (*interflow*) daripada aliran air tanah (*ground water flow*).

Ketersediaan air waduk Kedung Ombo dari tahun ke tahun cenderung semakin menurun. Hal tersebut berbanding terbalik dengan permintaan air yang semakin meningkat sebagai akibat peningkatan jumlah penduduk, beragamnya pemanfaatan air, berkembangnya pembangunan, serta kecenderungan menurunnya kualitas air akibat pencemaran oleh berbagai kegiatan. Waduk Kedung Ombo mengalami penyusutan air 42.67 % dari volume air normal (723.16 juta m³). Data dari Departemen Pekerjaan Umum per Februari 2007 menyebutkan bahwa volume ketersediaan air di Waduk Kedung Ombo hanya setengah dari yang direncanakan. (Kementerian Lingkungan Hidup, 2003).

Peningkatan laju sedimen juga berdampak pada kejernihan kualitas air minum Perusahaan Air Minum Daerah (PDAM). Air dari lima pintu air Waduk Kedung Ombo yang mengalir ke Bendung Sidorejo bercampur sedimen lumpur pekat (Suara Merdeka, 2010).

STUDI PUSTAKA

Prinsip Daerah Cekungan Air Tanah (CAT) Dan Non-CAT

Dalam UU Sumber Daya Air daerah aliran air tanah disebut Cekungan Air Tanah (CAT) atau *groundwater basin*. Definisi CAT adalah suatu wilayah yang dibatasi oleh hidrogeologis, tempat semua kejadian hidrogeologis seperti proses pengimbuhan, pelepasan air tanah berlangsung, dan pengaliran air. Oleh karena itu, CAT juga merupakan batas teknis pengelolaan sumber daya air untuk air tanah (Kodoatie 2012).

Sedangkan daerah bukan CAT (Non-CAT) adalah wilayah yang tidak dibatasi oleh batas hidrogeologis dan tidak atau bukan tempat semua kejadian hidrogeologi seperti proses pengimbuhan, pengaliran, dan pelepasan air tanah berlangsung serta tidak memiliki satu kesatuan sistem akuifer (Kodoatie, 2012).

Analisis Data Hidrologi

Tujuan dari analisis hidrologi adalah untuk menentukan periode ulang (*return period / recurrence interval*) dan mengestimasi desain parameter (hujan, debit atau unsur hidrologi lain) dan biasanya kalau untuk sesuatu yang sangat penting (misalnya dalam menentukan tanggul banjir) maka desain parameter di estimasi dengan beberapa macam cara, yang dapat menjadi alternatif untuk membantu para pengambil keputusan dalam menentukan kebijakan.

Periode Ulang

Periode ulang adalah periode di mana banjir/hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tersebut. Dalam hal ini tidak ada

pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur untuk setiap periode ulang (Wahyuni, 2010).

Menguji Konsistensi Data Hujan

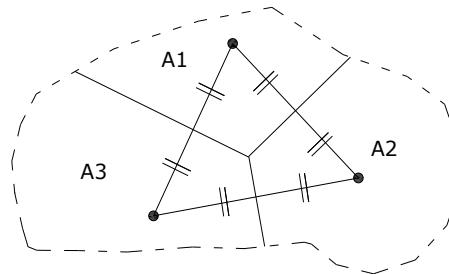
Untuk menguji konsistensi data hujan, pendekatan yang dapat dilakukan misalnya dengan Analisis Massa Ganda (*Double Mass Analysis*), yaitu menguji konsistensi hasil pengukuran pada suatu stasiun dan membandingkan akumulasi dari hujan yang bersamaan untuk suatu kumpulan stasiun yang mengelilinginya.

Perhitungan Curah Hujan Maksimum Harian Rata – Rata

Cara poligon Thiessen

Metode poligon *Thiessen* merupakan cara terbaik dan paling banyak digunakan saat ini, walau masih memiliki kekurangan karena tidak memasukkan pengaruh topografi. Metode ini dapat digunakan pada daerah yang memiliki titik pengamatan yang tidak tersebar merata (Dirjen Pengairan, 2002).

$$\begin{aligned}\bar{R} &= \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + A_3 R_3 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \\ &= \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + A_3 R_3 + \dots + A_n R_n}{A} \\ &= W_1 R_1 + W_2 R_2 + W_3 R_3 + \dots + W_n R_n\end{aligned}$$



Gambar 1. Poligon Thiessen

Distribusi Peluang untuk Analisis Frekuensi Curah Hujan

Distribusi peluang (*probability distribution*) adalah suatu distribusi yang menggambarkan peluang dari sekumpulan variat sebagai pengganti frekuensinya. Analisis frekuensi curah hujan membutuhkan data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan. Analisis frekuensi didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan yang akan datang.

Parameter Statistik

Parameter statistik (*statistical parameters*) adalah parameter yang digunakan dalam analisis susunan data dari sebuah variabel. Susunan data itu dapat berupa distribusi

(*distribution*) atau deret berkala (*time series*). Parameter statistik yang digunakan diantaranya :

- a. Nilai Rata-Rata Hitung (\bar{X}).
- b. *Deviasi Standard* (S_d).
- c. Koefisien Variasi (C_v).
- d. Koefisien Kemencengan/ *Skewness* (C_s).
- e. Koefisien Kurtosis (C_k)

Pemilihan Jenis Sebaran

- Distribusi Normal

Distribusi normal banyak digunakan dalam hidrologi untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi curah hujan tahunan, debit rata-rata tahunan dan sebagainya.

- Distribusi *Log* Normal

Distribusi *Log* Normal, merupakan hasil transformasi dari distribusi Normal, yaitu dengan mengubah variat X menjadi nilai logaritmik variat X. Distribusi *Log Pearson* Tipe III akan menjadi distribusi *Log* Normal apabila nilai koefisiensi kemencengan $C_s = 0,00$.

- Distribusi Gumbel Tipe I

Distribusi Gumbel Tipe I umumnya digunakan untuk analisis data maksimum, misalnya untuk analisis frekuensi banjir.

- Distribusi *Log Pearson* Tipe III

Distribusi *Log Pearson* tipe III banyak digunakan dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrem. Bentuk distribusi *Log Pearson* tipe III merupakan hasil transformasi dari distribusi *Pearson* tipe III dengan menggantikan varian menjadi nilai logaritmik.

Uji Sebaran

- Uji Kecocokan Data dengan Metode *Chi-Square*

Uji *Chi Square* merupakan sebuah metode yang banyak digunakan untuk menguji apakah sekumpulan data mengikuti distribusi *Gauss* atau tidak. Distribusi *Chi square* termasuk dalam statistik nonparametrik yaitu distribusi dimana besaran-besaran populasi tidak diketahui (Soewarno, 1995).

- Uji Kecocokan Data dengan Metode *Smirnov-Kolmogorof*

Uji Kecocokan Data dengan Metode *Smirnov-Kolmogorof* dilakukan dengan cara membandingkan *probabilitas* untuk tiap-tiap variabel dari distribusi empiris dan teoritis didapat perbedaan (Δ). Perbedaan maksimum yang dihitung (Δ maks) dibandingkan dengan perbedaan kritis (Δ_{cr}) untuk suatu derajat nyata dan banyaknya variat tertentu, maka sebaran sesuai jika ($\Delta_{maks} < \Delta_{cr}$). Rumus yang dipakai (Soewarno, 1995).

Debit Banjir Rencana

Metode yang biasa dipakai dalam menghitung debit banjir rencana adalah sebagai berikut :

- Metode *Haspers*.
- Metode Rasional.

- Metode Hidrograf Satuan Sintetik GAMA I.
- FSR Jawa Sumatra.
- Metode *Passing Capacity*.

Erosi Dan Sedimentasi

Model Prediksi Erosi USLE

Sebelum *USLE* dikembangkan lebih lanjut, perkiraan besarnya erosi ditentukan berdasarkan data atau informasi kehilangan tanah di suatu tempat tertentu. Dengan demikian prakiraan besarnya erosi tersebut dibatasi oleh faktor-faktor topografi/geologi vegetasi dan meteorologi. Dengan adanya keterbatasan dalam menentukan besarnya erosi untuk tempat-tempat di luar lokasi yang telah diketahui spesifikasi tanahnya tersebut, maka dikembangkan cara untuk memperkirakan besarnya erosi yang terjadi dengan menggunakan persamaan matematis metode *USLE* (Dirjen Pengairan, 1982):

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Perencanaan Konstruksi

Perencanaan Pelimpah

Dalam perencanaan pelimpah digunakan rumus :

$$Q = 2m_2 \times \frac{2}{15} \times C \sqrt{2g(3B_1 + 2B_2) \times h^{\frac{3}{2}}}$$

Perencanaan Main Dam

• Penampang Main dam

Rumus yang digunakan kemiringan penampang adalah:

Untuk $H < 15$ m

$$(1 + \alpha)m^2 + [2(n + \beta) + n(4\alpha + \gamma)]m - (1 + 3\alpha) + \alpha\beta(4n + \beta) + \gamma(3n\beta + \beta^2 + n^2) = 0$$

• Lebar Main Dam

Lebar mercu dapat dicari dengan rumus sebagai berikut :

$$Bm = \frac{1}{2,4n [0,06 \times v^2 + h_a \times \frac{1}{2}d]}$$

Stabilitas Main Dam

• Stabilitas terhadap geser :

$$SF = \frac{V \times \tan \phi + C \times b_2}{H}$$

- Stabilitas terhadap guling :

$$SF = \frac{M \cdot \text{tahan}}{M \cdot \text{guling}}$$

Perencanaan Pondasi

Dalam perencanaan perencanaan pondasi, daya dukung tanah dihitung dengan rumus :

$$q_{uh} = C \times N_c + \gamma \times D \times N_\gamma + 0,4 \times \gamma \times N_q$$

- Pemerikasaan Piping

$$C_e < \frac{\sqrt{3} L_h + L_v}{\Delta h}$$

METODOLOGI PENELITIAN

Analisis Data Hidrologi

Dalam perhitungan curah hujan rencana terdapat beberapa metode yang dapat dipakai, yaitu :

- Normal.
- Gumbel.
- Log Pearson Tipe III.
- Log Normal.

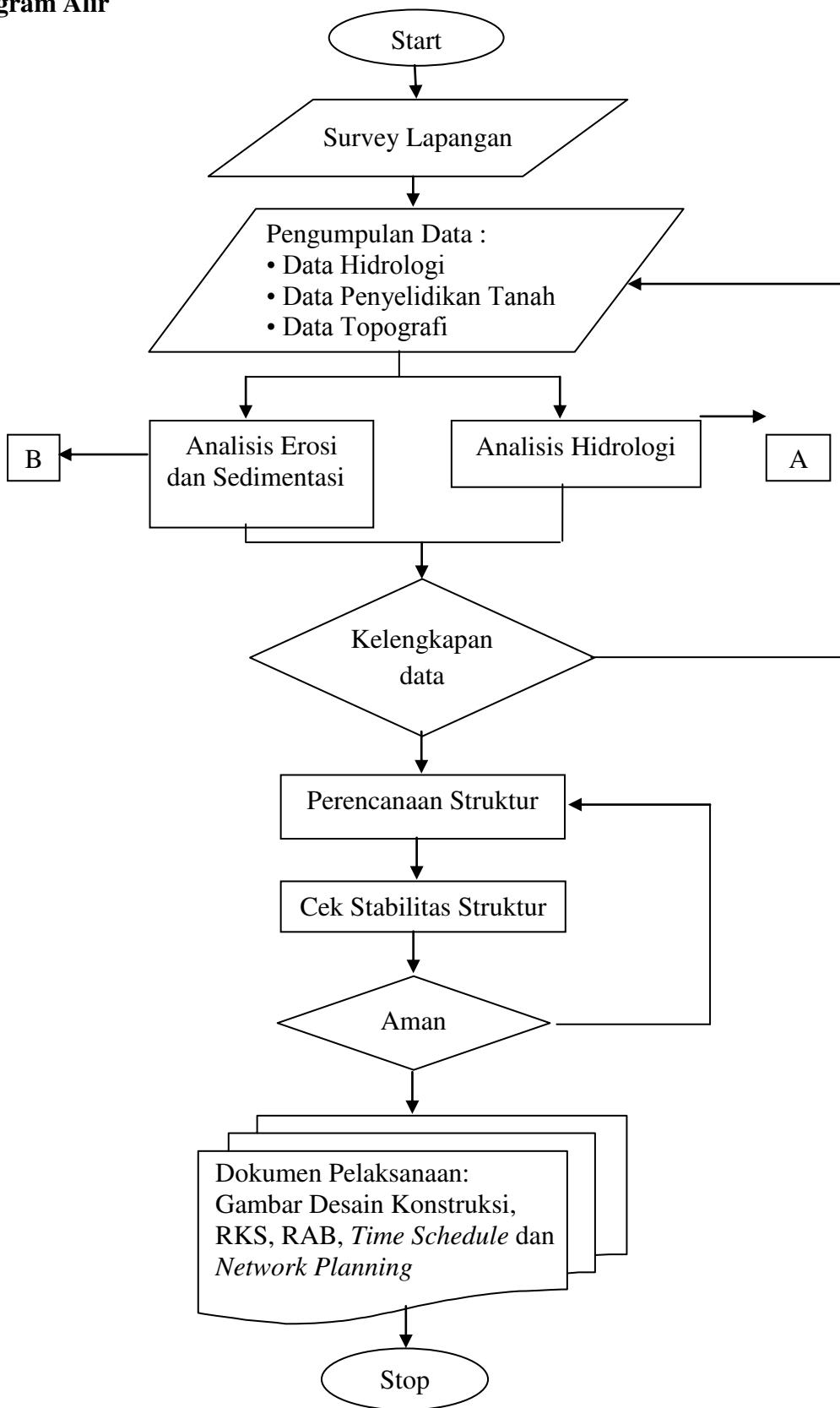
Dalam perhitungan debit banjir rencana menggunakan beberapa metode sebagai berikut :

- Haspers.
- Rasional.
- Metode Hidrograf Satuan Sintetik GAMA I.
- FSR Jawa Sumatra.
- Metode Passing Capacity.

Analisis Erosi dan Sedimentasi

untuk mengetahui besarnya erosi lahan dianalisis dengan metode *Universal Soil Loss Equation (USLE)*. Setelah diketahui besarnya erosi lahan yang terjadi, lalu dikonversi dengan *Sediment Delivery Ratio (SDR)* untuk mengetahui besarnya sedimentasi yang terbawa aliran sungai.

Diagram Alir

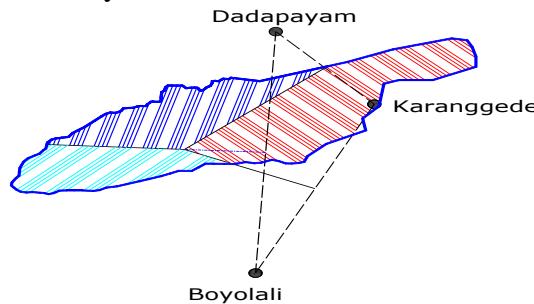


Gambar 2. Diagram Alir Rancangan Kerja Tugas Akhir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Curah Hujan Rencana

Dalam analisis curah hujan dengan metode *Thiessen* dimana luas DAS 177,16 Km² dan daerah pengaruhnya didasarkan pada 3 stasiun pengamatan, yaitu : Stasiun Dadap Ayam, Stasiun Karanggede, Stasiun Boyolali.



Gambar 3. Luas DAS Pengaruh 3 Stasiun Curah Hujan Hulu Sungai Serang

Dari analisis pemilihan jenis sebaran, dipilih yang mendekati syarat adalah metode *Log Pearson III* dengan nilai sebaran sebagai berikut :

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Analisis Frekuensi

Rekapitulasi Hasil Analisa Frekuensi					
No	Jenis Sebaran	Syarat	Hasil Perhitungan		Keterangan
1	Normal	$C_s \approx 0$	$C_s =$	0.561	Tidak mendekati
		$C_k \approx 3$	$C_k =$	2.687	
2	Gumbel Tipe I	$C_s \approx 1,14$	$C_s =$	0.561	Tidak mendekati
		$C_k \approx 5,4$	$C_k =$	2.687	
3	Log Normal	$C_s = 0.133$	$C_s =$	0.429	Tidak mendekati
		$C_k = 3.032$	$C_k =$	2.518	
4	<i>Log Pearson III</i>	$C_s \neq 0$	$C_s =$	0.429	Mendekati
		$C_v = 0.3$	$C_v =$	0.044	

Sumber : Perhitungan Analisis Frekuensi

Tabel 2. Perhitungan Curah Hujan Rencana Metode Distribusi *Log Pearson* Tipe III

No	T	Log X _{rt} (mm)	S	KT <i>Log Pearson</i>	Log X _t (mm)	X _t (mm)
1	2	1.743	0.077	-0.066	1.738	54.673
2	5	1.743	0.077	0.816	1.806	63.986
3	10	1.743	0.077	1.317	1.845	69.966
4	20	1.743	0.077	1.880	1.888	77.356
5	50	1.743	0.077	2.261	1.918	82.795
6	100	1.743	0.077	2.615	1.945	88.191
7	200	1.743	0.077	2.949	1.971	93.604

Sumber : Perhitungan Curah Hujan Rencana

Perhitungan Debit Banjir Rencana

Dalam perhitungan debit banjir digunakan beberapa metode yaitu : Metode *Haspers*, Metode Rasional, Metode Hidrograf Sintetik GAMA I, Metode FSR Jawa Sumatra, dan Metode *Passing Capassity*.

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan diperoleh besarnya debit banjir rencana untuk sebagai berikut :

Tabel 3. Perhitungan Debit Banjir Rencana

No	T (tahun)	Metode			
		Haspers (m ³ /det)	Rasi-onal (m ³ /det)	HSS Gama (m ³ /det)	FSR Jawa Suma-tera (m ³ /det)
1	2	65.224	360.445	30.08	
2	5	76.335	421.846	47.49	44.17
3	10	83.470	461.273	60.39	53.55
4	25	92.286	509.994	76.33	65.38
5	50	98.775	545.852	88.06	79.98
6	100	105.21	581.425	99.70	96.68
7	200	111.67	617.111	111.38	132.84
8	1000	126.99	701.791	139.08	136.32

Sumber : Perhitungan Debit Banjir Rencana

ANALISIS EROSI DAN SEDIMENTASI

Perhitungan Erosi Lahan Dengan Metode *USLE*

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai $R = 2956,786$ KJ/ha/tahun $K = 0,287$ Kemiringan Lereng (LS) = 1,190 $C = 0,439$ dan nilai $P = 0,119$. Dari nilai tersebut maka dapat dihitung besarnya erosi yang terjadi pertahun dengan rumus :

$$E_a = R \times K \times LS \times C \times P$$

Maka Nilai E_a :

$$E_a = 2956,786 \text{ KJ/ha/tahun} \times 0,287 \times 1,190 \times 0,439 \times 0,119$$

$$E_a = 53,106 \text{ ton/ha/tahun.}$$

Dengan menggunakan kriteria erosi, dapat diketahui tingkat bahaya erosi yang terjadi di daerah studi adalah ringan.

PERHITUNGAN KONSTRUKSI

Main Dam

Berdasarkan perhitungan dimensi konstruksi *Main Dam* diperoleh panjang efektif dasar pelimpah menyesuaikan lebar sungai yang ada yaitu sebesar 55 m, tinggi mercu 2 m, lebar mercu 3,722 m, tinggi jagaan 1 m, dan kedalaman pondasi 2 m.

- Stabilitas terhadap geser :

$$SF = \frac{V \times \tan \theta + C \times b^2}{H}$$

$$SF = \frac{68,812 \times \tan 27 + 0,23 \times 8,453}{23,272}$$

$$= 1,590 > 1,2 \dots\dots\dots \text{(aman)}$$

- Stabilitas terhadap guling :

$$SF = \frac{M_{tahan}}{M_{guling}}$$

$$SF = \frac{287,206}{67,265}$$

$$= 4,27 > 1,2 \dots\dots\dots \text{(aman)}$$

- Tegangan Dasar Pondasi

$$q_{ult} = 0,23 \times 29,94 + 1,686 \times 2 \times 16,62 + 0,5 \times 1,686 \times 13,7$$

$$= 74,462 \text{ t/m}^2$$

$$q_{aman} = \frac{q_{ult}}{SF}$$

$$q_{aman} = \frac{74,462}{2,5}$$

$$= 29,785 \text{ t/m}^2$$

Tegangan yang timbul pada dasar pondasi *main dam* :

$$\sigma_1 = 14,094 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_2 = 2,188 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_1, \sigma_2 < 29,785 \text{ t/m}^2 \text{ (Aman)}$$

- Stabilitas terhadap *piping*

Pemeriksaan *piping* dengan formula *Lane* adalah sebagai berikut:

$$Cc = \frac{\frac{1}{3} L h + Lv}{\Delta h}$$

$$Cc = \frac{\frac{1}{3} \times 34,817 + 5,119}{1,579}$$

$$Cc = 10,592$$

Syarat $Ce < Cc$

$$6 < 10,588 \dots\dots \text{(Aman)}$$

Sub Dam

Berdasarkan perhitungan dimensi konstruksi *Sub Dam* diperoleh panjang efektif dasar pelimpah menyesuaikan lebar sungai yang ada yaitu sebesar 55 m, tinggi mercu 1 m, lebar mercu 4 m, tinggi jagaan 1 m, dan kedalaman pondasi 1,5 m.

- Stabilitas terhadap geser :

$$SF = \frac{V \times \tan \theta + C \times b^2}{H}$$

$$SF = \frac{35,818 x \tan 27 + 0,23 x 4,86}{15,163} \\ = 1,277 > 1,2 \dots \dots \dots \text{(aman)}$$

- Stabilitas terhadap guling :

$$SF = \frac{M_{tahan}}{M_{guling}} \\ SF = \frac{99,006}{22,168} \\ = 4,466 > 1,2 \dots \dots \dots \text{(aman)}$$

- Tegangan Dasar Pondasi

$$q_{ult} = 0,23 x 29,94 + 1,686 x 1,5 x 16,62 + 0,5 x 1,686 x 13,7 \\ = 60,455 \text{ t/m}^2$$

$$q_{aman} = \frac{q_{ult}}{SF} \\ q_{aman} = \frac{60,455}{2,5} \\ = 24,182 \text{ t/m}^2$$

Tegangan yang timbul pada dasar pondasi *Sub Dam* :

$$\sigma_1 = 9,961 \text{ t/m}^2$$

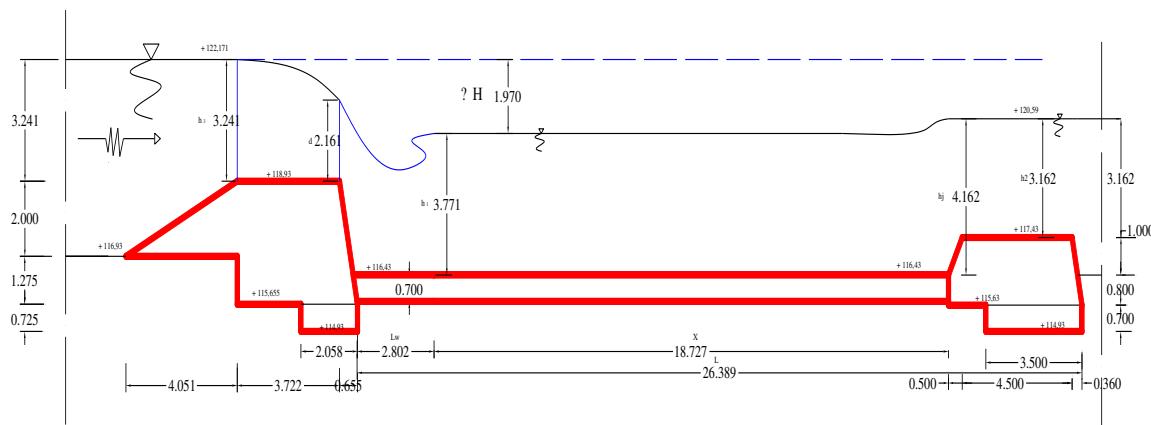
$$\sigma_2 = 4,779 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_1, \sigma_2 < 24,182 \text{ t/m}^2$$

$(\sigma_{\max} < q_{aman}) \dots \dots \dots \text{(aman)}$

RENCANA ANGGARAN BIAYA DAN JADUAL PELAKSANAAN PROYEK

Rencana anggaran biaya menggunakan perhitungan volume unit *price* dengan nilai konstruksi Rp. 6.422.807.000,- (*Enam Milliar Empat Ratus Dua Puluh Dua Juta Delapan Ratus Tujuh Ribu Rupiah*) Jadual pelaksanaan menggunakan metode NWP dengan Rencana waktu pelaksanaan Pembangunan *Check Dam* Wonosegoro adalah selama 28 minggu.



Gambar 4. Dimensi *Check Dam*

KESIMPULAN

1. DAS Serang Wonosegoro merupakan daerah aliran sungai yang bermuara di Waduk Kedung Ombo terletak pada zona Non-CAT. Hasil Erosi dan Sedimentasi yang terjadi pada DAS Serang merupakan salah satu penyebab berkurangnya volume tumpungan dan umur rencana Waduk Kedung Ombo. Oleh karena itu diperlukan pembangunan *check dam* di daerah aliran ini untuk mengurangi sedimentasi dan menjaga fungsi Waduk Kedung Ombo agar dapat berfungsi dengan baik sesuai perencanaan.
2. Debit banjir rencana untuk periode ulang 100 tahun sebesar $581,425 \text{ m}^3/\text{dt}$ menghasilkan 17,579 ton/ha/tahun sedimen yang masuk ke daerah tersebut.
3. Dalam perencanaan konstruksi *check dam* pada Tugas Akhir ini klasifikasinya termasuk *dam* rendah ($H < 15 \text{ m}$) dimana perhitungan analisis stabilitas yang dihitung umumnya hanya gaya berat (W) dan hidrostatik (P), tetapi karena lokasi studi terletak pada zona Non-CAT yang rawan terhadap gerakan tanah longsor dan banjir maka diperhitungkan gaya gempa, tekanan tanah, dan *Up Lift*.
4. Sebagai langkah penanggulangan erosi dan sedimentasi pada DAS Serang direncanakan bangunan *check dam* dengan perencanaan sebagai berikut :
 - *Check Dam* dari beton bertulang.
 - Elevasi puncak mercu dam + 118,93 m diatas permukaan laut.
 - Tinggi efektif *main dam* 2 m.
 - Daya tumpung *check dam* $1464,812 \text{ m}^3$.
 - Waktu pengurasan 9 bulan.

SARAN

1. Perlunya bangunan konservasi air pada zona Non-CAT karena pada zona Non-CAT rentan terjadi kekeringan, banjir maupun longsor karena lapisan *top soil* lebih tipis dari pada zona CAT dan pada zona Non-CAT hanya terjadi aliran permukaan (*Surface Run Off*), aliran antara (*inter flow*) sehingga mudah terjadi bencana alam.
2. Perlunya menjaga lapisan humus yang hilang akibat galian C yang dilakukan oleh warga pada hulu sungai Serang karena di bawah lapisan humus hanya batuan kedap air tanaman tidak akan tumbuh lagi.
3. Pembangunan *Check Dam* merupakan langkah penunjang yang paling optimal dalam penanggulangan erosi dan sedimentasi di Sub DAS Serang seiring dengan berjalannya langkah konservasi lahan.
4. Perlu adanya penyuluhan kepada warga sekitar tentang pentingnya konservasi lahan, agar dalam implementasi penggunaan lahan oleh warga dalam pertanian dan pertambangan dapat memperhatikan keseimbangan lingkungan.
5. Perlu adanya kerjasama yang baik antar instansi terkait supaya langkah penanggulangan erosi dan sedimentasi di DAS Serang bisa berjalan dengan baik dan berkesinambungan.
6. Sosialisasi peraturan pemerintah dalam pengaturan penggunaan lahan sesuai penggunaan dan sanksi bagi yang melakukan pelanggaran.
7. Sebelum mendirikan bangunan perlu diketahui kondisi dan karakter geologi keberadaan air (CAT dan Non-CAT) harus benar-benar dipahami sehingga bisa diantisipasi dengan disiplin ilmu yang sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay, 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Bradja, M. Das, 1996. *Mekanika Tanah (Prinsip – Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid 2. Erlangga, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2006. *Standar Perencanaan Bangunan Air*.
- Direktorat Jenderal Pengairan, 1982. *Buku Petunjuk Perencanaan Irigasi*. Galang Persada, Bandung.
- Harto, Sri Br, 1993. *Analisis Hidrologi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Kodoatie, Robert J., dan Sjarief Roestam, 2010. *Tata Ruang Air*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Kodoatie, Robert J., dan Sugiyanto, 2002. *Banjir*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Kodoatie, Robert J., 2012. *Tata Ruang Air Tanah*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Loebis, Joesron, 1987. *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Bandung.
- PT. PP, 2003. *Buku Referensi Untuk Kontraktor Bangunan Gedung dan Sipil*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Roth, D, Henry. 1993. *Dasar – Dasar Ilmu Tanah*. Terjemahan oleh Soenartono. Erlangga, Jakarta.
- Salamun, 2003. *Diktat Bangunan Air I*. Jurusan Sipil Fakultas Teknik Undip, Semarang.
- Soemarto, C. D., 1995. *Hidrologi Teknik*. Usaha Nasional, Surabaya.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi Metode Statistik Untuk Analisa Data, Jilid I*. Nova, Bandung.
- Suripin, 2004. *Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Andi Offset, Yogyakarta.
- Suripin, 2010. *Modul Ajar Pengembangan Sumber Daya Air*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Undip, Semarang.
- Triatmodjo, Bambang, 2010. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Utomo Jati, dkk. 2004. *Modul Ajar Manajemen Konstruksi I*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Undip, Semarang.
- Wahyuni, Sri Eko, 2010. *Modul Ajar Hidrologi*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Undip, Semarang.