

ANALISIS ENDAPAN SEDIMEN DASAR BENDUNG KAMUN TERHADAP TINGGI MERCU DAN KEHILANGAN DEBIT AIR SALURAN INDUK CILUTUNG BARAT KABUPATEN MAJALENGKA

Arief Rijaluddin¹, Erni Sari Lumban Toruan², Asep Dian Heryadiana³, Yoyo Sunarya⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Majalengka

e-mail : arief_rijaluddin@unma.ac.id, ernisari@unma.ac.id, asepdian@unma.ac.id, yoyoksunarya11@gmail.com

ABSTRACT

Kamun Dam is a permanent weir with its water intake in the Cilutung River Basin (DAS). One major factor affecting water reduction at the weir is sediment settling at the upstream base. Effective and efficient management is crucial for irrigation water and networks to maximize benefits. Water loss from primary to secondary and tertiary channels negatively impacts irrigation system performance. The water flow through weirs and structures with varying discharges influences the water surface profile and its characteristics. This research aimed to determine the water level, total sediment transport capacity, water discharge loss in the West Cilutung main channel, and the water surface profile shape. The data comprised primary data from field investigations and secondary data, including average discharge data from 2008-2017. Water level analysis was performed using hydraulic formulas and the Trial and Error method. The highest water level recorded was 0.74 m in April, and the lowest was 0.22 m in August. Sediment transport analysis, using the Meyer-Peter Muller method, estimated that it would take approximately 13 years to fill the upstream of Kamun Dam with 1,436,470.04 m³ of sediment, without dredging, given a river width of 74.15 m and height of 3 m. Water discharge loss analysis, using the inflow and outflow method, showed Qrenc results from BLK.1-BLB.1 at 0.06 m³/sec and Qactual at 0.27 m³/sec. The water surface profile analysis, using the graphical integration method, yielded Qrenc results for profile I f(y) = 4786 and Qactual results for profile I f(y) = 789.

Keywords : Kamun Dam, Sedimentation, Water Loss, Water Level Profile.

1. PENDAHULUAN

Irigasi merupakan suatu usaha yang dilakukan untuk mendatangkan air dari sumbernya guna keperluan pertanian, mengalirkan dan membagikan air secara teratur dan setelah digunakan dapat dibuang Kembali. Untuk dapat mengairi suatu daerah irigasi, maka keberadaan sumber airnya harus ditinjau. Dalam hal ini, sumber air yang dimaksud adalah sungai yang mempunyai debit dan elevasi yang cukup untuk dapat disadap ke saluran induk dan jaringan irigasi. Air irigasi dan jaringan irigasi dapat memberi manfaat yang maksimal sebagai mana direncanakan apabila dikelola secara efektif dan efisien. Air irigasi yang mengalir dari dalam saluran primer ke saluran sekunder dan tersier menuju ke sawah terjadi kehilangan air sehingga dalam perencanaan selalu dianggap bahwa seperempat sampai sepertiga dari jumlah air yang diambil akan hilang sebelum air itu sampai di sawah. Terdapat salah satu bendung yang ada di Kabupaten Majalengka yaitu Bendung Kamun.

Bendung Kamun terletak di Desa Liang Julang Kecamatan Kadipaten Kabupaten Majalengka Provinsi Jawa Barat. Bendung Kamun merupakan Bendung Tetap yang pengambilan airnya berada di Daerah Aliran Sungai (DAS) Cilutung, Bendung Kamun direncanakan (didesain) mengairi areal pertanian seluas ± 8.426 Ha, terdiri dari dua layanan irigasi dan enam wilayah yaitu daerah layanan irigasi Cilutung Barat seluas 3.503 Ha meliputi Kecamatan Kadipaten, Kertajati, Jatitujuh dan daerah layanan irigasi Cilutung Timur seluas 4.923 Ha meliputi Kecamatan Ligung, Dawuan, Jatiwangi.

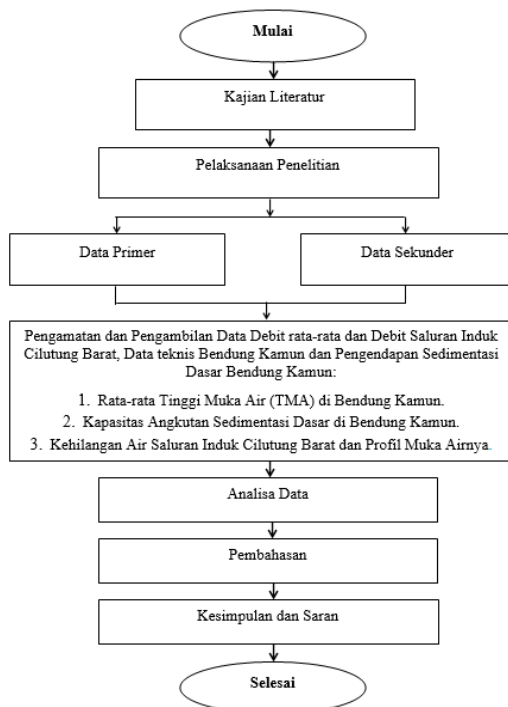
Faktor-faktor yang mempengaruhi berkurangnya air pada bendung meliputi adanya sedimentasi yang mengendap pada dasar bendung, kerusakan struktur bangunan bendung, saluran irigasi primer, sekunder, tersier, rembesan air pada saluran irigasi, sedimentasi pada saluran, pengambilan air untuk keperluan lain, kebocoran di sepanjang saluran dan evaporasi. Aliran air yang melalui bendung dan

bangunan air dengan debit yang berbeda akan berpengaruh pada profil muka air aliran dan karakteristiknya. Analisis profil muka air merupakan suatu cara untuk memprediksi bentuk umum dari profil muka air.

Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jumlah volume sedimen dasar pada Bendung Kamun, sehingga nantinya dapat diketahui debit sedimen yang ada apakah masih memenuhi atau sudah melampaui nilai tampungan matinya, karena banyaknya sedimen yang mengendap pada dasar bendung. Sebagai contoh keseimbangan air terganggu, terjadi banjir pada musim hujan, kekurangan air pada musim kemarau, kehilangan debit air di saluran induk dan bagaimana bentuk profil muka airnya.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Menguraikan tahapan penelitian yang dilakukan di Bendung Kamun secara sistematis berdasarkan penelitian yang dilakukan, Prosedur penelitian dijelaskan pada gambar 1 berikut ini :



Gambar 1. Flowchart Metodologi Penelitian
Sumber : Hasil Olahan Penulis

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Debit Rata-rata Satu Bulan

Pada penelitian ini menggunakan data debit Sungai Cilutung di Bendung Kamun. Data tersedia selama 10 tahun dari tahun 2008-2017 dan merupakan hasil pencatatan petugas Bendung Kamun setiap hari yang nantinya akan dikonversi untuk mengetahui berapa rata-rata tinggi muka air di sungai yang diperlukan untuk menghitung angkutan sedimen menggunakan rumus hidrolika pada sungai tersebut dengan metode *Trial And Error* (coba-coba).

Tabel 1. Debit Rata-rata Satu Bulan

No	Bulan	Debit rata-rata (m ³ /dtk)	Keterangan
1	Januari	47.783	Rerata debit bulanan selama 10 tahun pengamatan (Tahun 2008-2017)
2	Februari	49.830	
3	Maret	56.941	
4	April	79.304	
5	Mei	26.320	
6	Juni	13.624	
7	Juli	13.574	
8	Agustus	10.611	
9	September	31.769	
10	Oktober	10.441	
11	November	19.691	
12	Desember	44.532	

Sumber : Hasil Analisis, 2023

2. Mencari Kapasitas Angkutan Sedimen

A. Persamaan Meyer-Peter Muller :

$$S = \Phi \sqrt{g \cdot \Delta \cdot Dm^3}$$

S = Jumlah sedimentasi yang di transport (m³/det/m¹)

Φ = Intensitas angkut sedimen

g = gravitasi (9,8 m/det²)

Δ = Ukuran Parameter

$Dm^3 = D_{50} (3 \times 10^{-3} \text{ m})$

Diketahui :

- Hitung Tegangan Geser Aliran :

$$\tau_0 = \rho_w \cdot g \cdot h \cdot I$$

- Hitung Kecepatan Aliran :

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

- Coeffisien Chezy :

$$V = C \sqrt{R \cdot I} \longrightarrow C = \frac{V}{\sqrt{R \cdot I}}$$

$$C^1 = 18 \text{ Log } \frac{12R}{D_{90}}$$

- Ripple Factor :

$$\mu = \left(\frac{C}{C_1}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$$\Delta = \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}$$

$$\tau_0^1 = \mu \cdot \tau_0$$

Gaya geser

$$\psi^1 = \frac{\tau_0^1}{\Delta \cdot g \cdot \rho_w \cdot D_{50}}$$

Intensitas Angkutan Sedimen :

$$\Phi = 4 (\psi^1 - 0,188)^{\frac{3}{2}}$$

Jumlah sedimentasi yang di transport (m³/det/m¹)

$$S = \Phi \sqrt{g \cdot \Delta \cdot D m^3}$$

Total angkutan sedimen :

$$S_t = b \times S$$

$$= 0,385$$

$$\emptyset = 4 (\psi^1 - 0,188)^{\frac{3}{2}}$$

$$= 4 (0,385 - 0,188)^{\frac{3}{2}} = 1,574$$

$$S = \emptyset \sqrt{g \cdot \Delta \cdot D_{50}^3}$$

$$= 1,574 \sqrt{9,8 \times 1,2 \times (3 \cdot 10^{-3})^3}$$

$$= 0,00089 \text{ m}^3/\text{det}/\text{m}^1$$

$$S_t = b \times S$$

$$= 74,15 \times 0,00089 \text{ m}^3$$

$$= 0,06599 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dapat diketahui, berapa besaran angkutan sedimen di Bendung Kamun tersebut dilihat dari perhitungan angkutan sedimen rata-rata satu bulanan pada tabel 3 berikut ini :

B. Perhitungan Kapasitas Angkutan Sedimen

❖ Kapasitas angkutan sedimen bulan Januari :

$$\tau_0 = \rho_w \cdot g \cdot h \cdot I$$

$$= 1.000 \times 9,80 \times 0,55 \times 0,0064$$

$$= 34,496 \text{ N}/\text{m}^2$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,045} \times R^{\frac{2}{3}} \times 0,0064^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,778 \times R^{\frac{2}{3}}$$

$$V = 1,778 \times 0,55^{\frac{2}{3}}$$

$$V = 1,193 \text{ m}/\text{det}$$

$$V = C \sqrt{R \cdot I} \longrightarrow C = \frac{V}{\sqrt{R \cdot I}}$$

$$C = \frac{1,193}{\sqrt{0,55 \times 0,0064}}$$

$$C = 20,108 \text{ m}^{\frac{1}{2}}/\text{det}$$

$$C^1 = 18 \text{ Log} \frac{12R}{D_{90}}$$

$$= 18 \text{ Log} \frac{12 \times 0,55}{5,5 \times 10^{-2}}$$

$$= 37,425 \text{ m}^{\frac{1}{2}}/\text{det}$$

$$\mu = \left(\frac{C}{C^1}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$$= \left(\frac{20,108}{37,425}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$$= 0,394$$

$$\Delta = \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w} = \frac{2.200 - 1.000}{1.000} = 1,2$$

$$\tau_0^1 = \mu \cdot \tau_0$$

$$= 0,394 \times 34,496$$

$$= 13,951 \text{ N}/\text{m}^2$$

$$\psi^1 = \frac{\tau_0^1}{\Delta \cdot g \cdot \rho_w \cdot D_{50}} = \frac{13,951}{1,2 \times 9,8 \times 1.000 \times 3 \cdot 10^{-3}}$$

Tabel 2. Kapasitas Angkutan Sedimen Rata-rata Satu Bulanan

No	Bulan	Angkutan Sedimen (m ³ /det)	Keterangan
1	Januari	0,06599	Rerata Angkutan Sedimen bulanan selama 10 tahun pengamatan (Tahun 2008-2017)
2	Februari	0,06748	
3	Maret	0,07786	
4	April	0,10529	
5	Mei	0,03633	
6	Juni	0,01928	
7	Juli	0,01928	
8	Agustus	0,01409	
9	September	0,04449	
10	Oktober	0,01409	
11	November	0,02744	
12	Desember	0,06006	

Sumber : Hasil Analisis, 2023

3. Total Volume Sedimen

Untuk mendapatkan besarnya total volume sedimen dengan persamaan “Meyer-Peter Muller”, yaitu dengan mengalikan aliran sedimen tersebut dengan faktor waktu. Dihitung dengan cara mengkonversi hitungan waktu ke dalam bentuk detik sebagai berikut :

- 1 menit = 60 detik
- 1 jam = 3600 detik
- 1 hari = 86400 detik

Penyelesaian :

- Januari = 0,06599 m³/dtk x 86400 (1 hari)
- = 5701,54 m³/hari
- = 5701,54 m³/hari x 31 (hari)
- = 176747,62 m³/bulan

Untuk perhitungan pertiap bulan tergantung jumlah harinya berbeda-beda.

Lebih jelasnya periksa tabel 4 berikut ini:
Tabel 3. Total Volume Sedimen

No	Bulan	Jumlah Hari	Sedimen		Sedimen Total m ³ /bulan
			m ³ /det	m ³ /hari	
1	Januari	31	0,06599	5701,54	176747,62
2	Februari	28	0,06748	5830,27	163247,62
3	Maret	31	0,07786	6727,10	208540,22
4	April	30	0,10529	9097,06	272911,68
5	Mei	31	0,03633	3138,91	97306,27
6	Juni	30	0,01928	1665,79	49973,76
7	Juli	31	0,01928	1665,79	51639,55
8	Agustus	31	0,01409	1217,38	37738,66
9	September	30	0,04449	3843,94	115318,08
10	Oktober	31	0,01409	1217,38	37738,66
11	November	30	0,02744	2370,82	71124,48
12	Desember	31	0,06006	5189,18	160864,70
Jumlah		365			1443151,30

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Jumlah erosi dasar/tebing Sungai Cilutung selama 1 tahun adalah sebesar **1.443.151,30 m³**. Dengan Estimasi Panjang dari Hulu Bendung sejauh 1.000 m dengan lebar sungai 74,15 m dan tinggi mercu bendung 3 m, dihitung Luas dan Volumennya menggunakan rumus segitiga :

(rumus segitiga) $L = \frac{1}{2} \times a \times t$

$$L_A = \frac{1.000 \times 3}{2} = 1.500 \text{ m}^2$$

$$V_A = 1.500 \text{ m}^2 \times 74,15 \text{ m} = 111.225 \text{ m}^3$$

Sehingga didapat jumlah erosi dasar/tebing sungai dibagi dengan V_A : Lamanya, $\frac{1.443.151,30}{111.225} = 12,975 \sim 13$ Tahun. Jadi, untuk memenuhi Hulu Mercu Bendung Kamun dengan Volume 74,150 m³, dibutuhkan waktu kurang lebih 13 Tahun tanpa pengerukan (normalisasi).

Tabel 4. Hasil Rekap Perhitungan

No	Bulan	h (m)	Q (m ³ /det)	Sedimen	
			<i>Trial and Error</i>	(m ³ /det)	m ³ /bulan
1	Januari	0,55	47,783	0,06599	5701,54
2	Februari	0,56	49,905	0,06748	5830,27
3	Maret	0,61	57,529	0,07786	6727,10
4	April	0,74	79,299	0,10529	9097,06
5	Mei	0,38	26,187	0,03633	3138,91
6	Juni	0,26	13,925	0,01928	1665,79
7	Juli	0,26	13,925	0,01928	1665,79
8	Agustus	0,22	10,544	0,01409	1217,38
9	September	0,43	32,166	0,04449	3843,94
10	Oktober	0,22	10,544	0,01409	1217,38
11	November	0,32	19,675	0,02744	2370,82
12	Desember	0,52	44,121	0,06006	5189,18

Sumber : Hasil Analisis, 2023

4. Perhitungan Debit Aliran

Dalam penelitian ini diperlukan perhitungan debit dan kecepatan aliran untuk digunakan sebagai bahan perhitungan kehilangan air total di saluran induk cilutung barat dari BLK.1 s/d BLB.5, menggunakan persamaan *Manning* sebagai berikut.

Diketahui :

- Luas penampang basah (A) :
 $A = (b + m \cdot y) y$
- Keliling penampang basah (P) :
 $P = b + 2 y \sqrt{m^2 + 1}$
- Kecepatan aliran (V) :
 $V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$
- Jari-jari hidrolik (R) :
 $R = \frac{A}{P}$
- Menghitung Debit (Q) :
 $Q = A \times V$

Selanjutnya menghitung kehilangan air total digunakan untuk pengukuran kehilangan air pada saluran dilakukan dengan metode *inflow-outflow* atau teknik keseimbangan air pada suatu ruas saluran. Hal ini dapat dilakukan dengan mengukur debit *inflow* pada hulu saluran dan debit *outflow* pada hilir saluran dari BLK.1 s/d BLB.5 untuk menghitung kehilangan air total selama penyaluran dinyatakan dengan persamaan:

- $Q_{\text{kehilangan}} = Q_{\text{hulu}} - Q_{\text{hilir}}$

Sehingga persentase efisiensi saluran dapat dihitung dengan rumus :

- $E_c = \frac{\text{debit outflow}}{\text{debit inflow}} \times 100\%$

5. Perhitungan Debit Aliran Rencana

1) Saluran BLK.1 s/d BLB.1

- (inflow)
 - a) Luas basah (A) :
 $= h (b + m \cdot h)$
 $= 1,65 (5,00 + 1 \times 1,65)$
 $= 10,973 \text{ m}^2$
 - b) Keliling basah (P) :
 $= b + 2 \cdot h \sqrt{1 + m^2}$
 $= 5,00 + 2 \times 1,65 \sqrt{1 + 1^2} = 9,300 \text{ m}$

- c) Kemiringan (I) :
 $= 0,00013 : I^{1/2}$
 $= 0,011$
- d) Kecepatan aliran (V) :
 $V = 1/n \times R^{2/3} I^{1/2}$
 Dimana $n = 0,025$ (koefisien) $1/n = 40$
 $R = A/P = 10,973/9,300 = 1,179 : R^{2/3}$
 $= 1,116$
 $V = 40 \times 1,116 \times 0,011$
 $V = 0,491 \text{ m/det}$
- e) Debit aliran :
 $Q \text{ BLK.1} = V \times A$
 $Q \text{ BLK.1} = 0,491 \times 10,973$
 $Q \text{ BLK.1} = 5,391 \text{ m}^3/\text{det}$

▪ (outflow)

- a) Luas basah (A) :
 $= h (b + m.h)$
 $= 1,64 (5,00 + 1 \times 1,64)$
 $= 10,890 \text{ m}^2$
- b) Keliling basah (P) :
 $= b + 2h \sqrt{1+m^2}$
 $= 5,00 + 2 \times 1,64 \sqrt{1 + 1^2} = 9,280 \text{ m}$
- c) Kemiringan (I) :
 $= 0,00013 : I^{1/2}$
 $= 0,011$
- d) Kecepatan aliran (V) :
 $V = 1/n \times R^{2/3} I^{1/2}$
 Dimana $n = 0,025$ (koefisien) $1/n = 40$
 $R = A/P = 10,890/9,280 = 1,173 : R^{2/3}$
 $= 1,113$
 $V = 40 \times 1,113 \times 0,011$
 $V = 0,490 \text{ m/det}$
- e) Debit aliran :
 $Q \text{ BLB.1} = V \times A$
 $Q \text{ BLB.1} = 0,490 \times 10,890$
 $Q \text{ BLB.1} = 5,331 \text{ m}^3/\text{det}$

Tabel 5. Efisiensi pada saluran Induk Cilutung Barat dengan persamaan manning berdasarkan perhitungan debit aliran rencana

Saluran	Debit Inflow (m ³ /det)	Debit Outflow (m ³ /det)	Kehilangan Air (m ³ /det)	Efisiensi
BLK.1-BLB.1	5,391	5,331	0,06	98,89%
BLB.1-BLB.2	5,331	5,212	0,12	97,77%
BLB.2-BLB.3	5,212	5,202	0,01	99,81%
BLB.3-BLB.4	5,202	4,319	0,89	83,03%
BLB.4-BLB.5	4,319	4,372	-0,06	101,23%
				96,15%

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Diperoleh efisiensi penyaluran air berdasarkan perhitungan debit aliran saluran rencana di Saluran Induk Cilutung Barat dari BLK.1 s/d BLB.5 sebesar 96,15%. Jika dibandingkan dengan kondisi normal efisiensi untuk saluran induk yaitu 90% maka irigasi ini tergolong efisien penyalurannya.

6. Dimensi Saluran Irigasi

Saluran Induk Cilutung barat memiliki dimensi saluran irigasi yang pada ruas ke 1 (BLK.1–BLB.1) memiliki lebar saluran 5 m, dengan tinggi saluran 1,65 m, kemiringan 1 m, kemiringan dasar saluran 0,00013 dan mengairi areal sawah 3,304 ha. Pada ruas ke 2 (BLB.1–BLB.2) memiliki lebar saluran 5 m, dengan tinggi saluran 1,64 m, kemiringan 1 m, kemiringan dasar saluran 0,00013 dan mengairi areal sawah 3,287 ha. Pada ruas ke 3 (BLB.2–BLB.3) memiliki lebar saluran 4,9 m, dengan tinggi saluran 1,62 m, kemiringan 1 m, kemiringan dasar saluran 0,00013 dan mengairi areal sawah 3,260 ha. Pada ruas ke 4 (BLB.4–BLB.4) memiliki lebar saluran 4,88 m, dengan tinggi saluran 1,48 m, kemiringan 1 m, kemiringan dasar saluran 0,00013 dan mengairi areal sawah 3,228 ha. Pada ruas ke 5 (BLB.4–BLB.5) memiliki lebar saluran 4,88 m, dengan tinggi saluran 1,49 m, kemiringan 1 m, kemiringan dasar saluran 0,00013 dan mengairi areal sawah 3,190 ha.

7. Perbandingan Debit Pengaliran Saluran Dengan Debit Kebutuhan

Tabel 6. Perbandingan Debit Pengaliran Saluran Dengan Debit Kebutuhan

Saluran	Qrenc	Qakt	Qkeb
	(m ³ /dtk)	(m ³ /dtk)	(m ³ /dtk)
BLK. 1 - BLB.1	5.39	4.69	4.76
BLB. 1 - BLB. 2	5.33	4.42	4.73
BLB. 2 - BLB. 3	5.21	4.18	4.69
BLB. 3 - BLB. 4	5.20	4.09	4.65
BLB. 4 - BLB. 5	4.31	3.40	4.59

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Debit kebutuhan di dapat dari hasil perhitungan luas areal layanan dikalikan dengan faktor kebutuhan air di sawah (Tabel 6). Faktor kebutuhan air diambil yang tertinggi yaitu pada saat awal musim tanam sebesar 1,44 L/det/ha.

Dari (Tabel 9), bahwa Q rencana masih lebih besar dari Q kebutuhan itu berarti seharusnya debit air kebutuhan terpenuhi akan tetapi Q aktual lebih kecil dibandingkan dengan Q kebutuhan yang artinya Q aktual tidak mencapai debit yang dibutuhkan diakibatkan oleh terjadinya perubahan fisik saluran dan adanya bocoran - bocoran pada saluran.

8. Menghitung Profil Muka Air

Profil muka air pada saluran induk cilutung barat digunakan untuk menghitung dan mengetahui bentuk profil muka air pada saluran tersebut. Untuk itu digunakan persamaan manning dan metode integratifis dalam penyelesaian perhitungan ini :

Persamaan manning :

- Luas penampang basah (A)
 $A = (b + m.y) y$
- Keliling basah (P)
 $P = b + 2.y (\sqrt{1 + m^2})$
- Kecepatan aliran (V)
 $V = 1/n . R^{2/3} . I^{1/2}$
- Jari-jari hidrolis (R)
 $R = A/P$
- Debit (Q)
 $Q = A \times V$

9. Metode Integrasi Grafis

Persamaan integrasi grafis :

- $\int_{x_1}^{x_2} dx = \int_{y_1}^{y_2} f(y) dy = \int_{y_1}^{y_2} \frac{dx}{dy} dy A$
- $f(y) = 1 - \frac{\alpha Q^2}{g} - \frac{T}{A^3}$

Dimana :

- $\alpha = 1,11$
- $g = 9,81 \text{ m/d}^2$

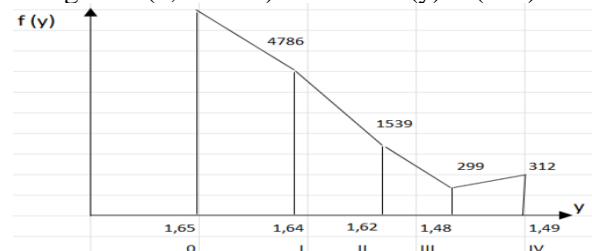
- $t = B = (\text{bervariasi}) \text{ m}$
- $If = \frac{Q^2}{RA^2.C^2}$

Tabel 7. Hitung Profil Muka Air (Qrenc) dengan Metode Integrasi Grafis

Profil	Y (m)	B (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	If	f (y)
0	1,65	5,00	10,97	9,67	1,13506	0,00013	∞
I	1,64	5,00	10,89	9,64	1,12979	0,000133	4786,052268
II	1,62	4,99	10,71	9,57	1,11869	0,000138	1539,965069
III	1,48	4,88	9,41	9,07	1,03824	0,000193	299,1385765
IV	1,49	4,88	9,50	9,09	1,04365	0,000189	312,343175

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Dapat dilihat hasil perhitungan profil muka air disepanjang Saluran Induk Cilutung Barat Daerah Irigasi Layanan Wilayah Kadipaten dari BLK.1 s/d BLB.5 dengan hasil perhitungan dari profil 0, di dapat nilai kemiringan garis energi $If = (0,00013)$ dan nilai $f(y) = (\infty)$ tak terhingga/tidak digunakan. Profil 1, di dapat nilai kemiringan garis energi $If = (0,000133)$ dan nilai $f(y) = (4786)$. Profil 2, di dapat nilai kemiringan garis energi $If = (0,000138)$ dan nilai $f(y) = (1539)$. Profil 3, di dapat nilai kemiringan garis energi $If = (0,000193)$ dan nilai $f(y) = (299)$. Profil 4, di dapat nilai kemiringan garis energi $If = (0,000189)$ dan nilai $f(y) = (312)$.



Gambar 2. Grafik Profil Muka Air (Qrencana)
Sumber : Hasil Olahan Penulis

Dari gambar grafik diatas dapat dilihat bentuk profil muka air sepanjang saluran induk cilutung barat dari BLK.1 s/d BLB.5, didapat hasil profil muka air tertinggi berada pada saluran BLB.1-BLB2 dengan nilai 4786 sedangkan profil muka air paling rendah berada pada saluran BLB.3-BLB.4 dengan nilai 299.

$$X_0 - X_1 = X_{01} = (\infty + 4786) \times \frac{-1}{2} = \infty$$

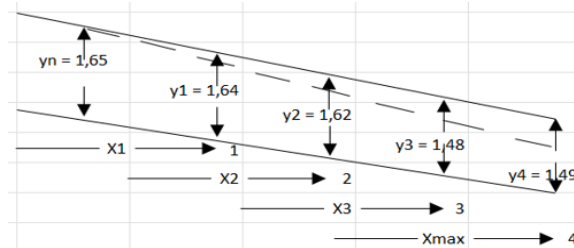
$$X_1 - X_2 = X_{12} = (4786 + 1539) \times \frac{-2}{2} = -6325 \text{ m}$$

$$X_2 - X_3 = X_{23} = (1539 + 299) \times \frac{-14}{2} = -12866 \text{ m}$$

$$X_3 - X_4 = X_{34} = (299 + 312) \times \frac{1}{2} = 305 \text{ m}$$

Jarak Kumulatif :

$$\begin{aligned} X_{\max} - X_3 &= 305 \text{ m} \\ X_{\max} - X_2 &= - 12866 \text{ m} \\ X_{\max} - X_1 &= - 6325 \text{ m} \\ X_{\max} - X_0 &= \infty \end{aligned}$$



Gambar 3. Profil Muka Air (Qrencana) hasil hitungan dengan Metode Integrasi Grafis
Sumber : Hasil Olahan Penulis

1) Debit Aktual (Qaktual)

Diketahui suatu saluran trapesium dengan lebar dasar bervariasi $b =$ (berbeda-beda) m, kedalaman normal $y_n = 1,61$ m dan kedalaman air di batas hilir adalah $y = 1,30$ m. kemiringan dasar saluran $I_o = 0,00013$. Koefisien kekasaran manning (n) = $40 \text{ m}^2/\text{s}$. koef alfa (α) = $1,11$ dan $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Hitung profil muka air dengan metode integrasi :

Diketahui :

- $b = (4,50\text{m}, 4,40\text{m}, 4,30\text{m}, 4,20\text{m}, 4,10\text{m})$ berbeda-beda.
- $y_0 = 1,61$
- $y_{\text{hilir}} = 1,30$
- $I_o = 0,00013$
- Manning (n) = 40
- Alfa = $1,11$
- $g = 9,81$
- $Q = 4,722462$

Penyelesaian :

1. Profil 0

- Luas penampang basah
 $(A) = (b + m \cdot y) \cdot y$
 $= (4,5 + 1 \times 1,61) \cdot 1,61$
 $= 9,90 \text{ m}^2$
- Keliling penampang basah
 $(P) = b + 2 \cdot y \cdot (\sqrt{1 + m^2})$
 $= 4,5 + 2 \times 1,61 \cdot (\sqrt{1 + 1^2})$
 $= 9,05 \text{ m}$
- Jari-jari hidrolis

$$\begin{aligned} (R) &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{9,90}{9,05} \\ &= 1,094 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kemiringan garis energi

$$\begin{aligned} (I_f) &= \frac{Q^2}{RA^2 \cdot C^2} \\ &= \frac{(4,722462)^2}{1,094 \times (9,90)^2 \cdot 40^2} \\ &= 0,00013 \end{aligned}$$

- Profil Muka Air

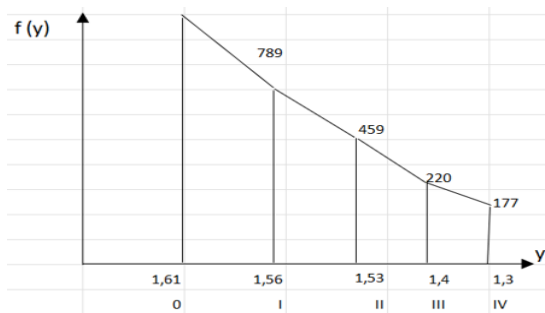
$$\begin{aligned} f(y) &= 1 - \frac{\alpha Q^2}{g} - \frac{T}{A^3} \\ &= 1 - \frac{1,11 \times (4,722462)^2}{9,81} - \frac{4,5}{(9,90)^3} \\ &= 1 - \frac{24,755}{9,81} - 0,004637 \\ &= - 1,52808 \text{ (tak terhitung) tidak digunakan.} \end{aligned}$$

Tabel 8. Hitung Profil Muka Air (Qakt) dengan Metode Integrasi Grafis

Profil	Y (m)	B (m)	A (m ²)	P (m)	R (m)	If	f (y)
0	1,61	4,50	9,90	9,05	1,09363	0,00013	∞
I	1,56	4,40	9,42	8,81	1,06923	0,000147	789,488302
II	1,53	4,30	9,06	8,63	1,04985	0,000162	459,740616
III	1,40	4,20	7,95	8,16	0,97453	0,000226	220,126850
IV	1,30	4,10	7,27	7,78	0,93443	0,000282	177,825833

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Dapat dilihat hasil perhitungan profil muka air disepanjang Saluran Induk Cilutung Barat Daerah Irigasi Layanan Wilayah Kadipaten dari BLK.1 s/d BLB.5 dengan hasil perhitungan dari profil 0, di dapat nilai kemiringan garis energi $I_f = (0,00013)$ dan nilai $f(y) = (\infty)$ tak terhitung/tidak digunakan. Profil 1, di dapat nilai kemiringan garis energi $I_f = (0,000147)$ dan nilai $f(y) = (789)$. Profil 2, di dapat nilai kemiringan garis energi $I_f = (0,000162)$ dan nilai $f(y) = (459)$. Profil 3, di dapat nilai kemiringan garis energi $I_f = (0,000226)$ dan nilai $f(y) = (220)$. Profil 4, di dapat nilai kemiringan garis energi $I_f = (0,000282)$ dan nilai $f(y) = (177)$.



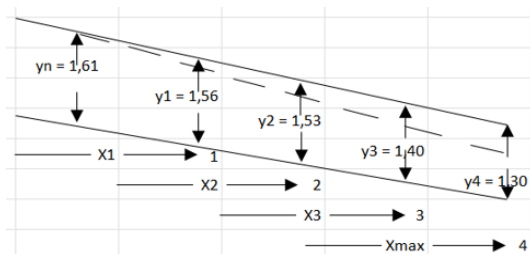
Gambar 4. Grafik Profil Muka Air (Qaktual)
Sumber : Hasil Olahan Penulis

Dari gambar grafik diatas dapat dilihat bentuk profil muka air sepanjang saluran induk cilutung barat dari BLK.1 s/d BLB.5, didapat hasil profil muka air tertinggi berada pada saluran BLB.1-BLB2 dengan nilai 789 sedangkan profil muka air paling rendah berada pada saluran BLB.4-BLB.5 dengan nilai 177.

$$\begin{aligned}
 X_0-X_1 = X_{01} &= (\infty + 789) \times \frac{-5}{2} = \infty \\
 X_1-X_2 = X_{12} &= (789 + 459) \times \frac{-3}{2} = - 1872 \text{ m} \\
 X_2-X_3 = X_{23} &= (459 + 220) \times \frac{-13}{2} = - 4413 \text{ m} \\
 X_3-X_4 = X_{34} &= (220 + 177) \times \frac{-10}{2} = - 1985 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jarak Kumulatif :

$$\begin{aligned}
 X_{\max} - X_3 &= - 1985 \text{ m} \\
 X_{\max} - X_2 &= - 4413 \text{ m} \\
 X_{\max} - X_1 &= - 1872 \text{ m} \\
 X_{\max} - X_0 &= \infty
 \end{aligned}$$



Gambar 5. Profil Muka Air (Qaktual) hasil hitungan dengan Metode Integrasi Grafis
Sumber : Hasil Olahan Penulis

4. KESIMPULAN

1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian penulis di Bendung Kamun, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dapat diketahui Tinggi Muka Air bulanan di Bendung Kamun, didapat hasil Tinggi Muka

Air paling tinggi berada pada Bulan April 0,74m dan Tinggi Muka Air paling rendah pada Bulan Agustus dan Oktober 0,22m.

2. Dapat diketahui Jumlah Kapasitas Angkutan Sedimentasi, untuk memenuhi Hulu Mercu Bendung Kamun dengan besar angkutan sedimen selama 1 tahun sebesar **1.436.470,04 m³** dengan estimasi panjang dari Hulu Bendung sejauh 1.000 m dengan lebar sungai 74,15 m dan tinggi mercu 3 m, dibutuhkan waktu kurang lebih 13 Tahun tanpa pengerukan (normalisasi).
3. Dapat diketahui Kehilangan Debit Air pada Saluran Induk Cilutung Barat, didapat hasil debit aliran Qrencana dari BLK.1-BLB.1 sebesar 0.06 m³/dtk, BLB.1-BLB.2 sebesar 0,12 m³/dtk dll dan Qaktual dari BLK.1-BLB.1 sebesar 0.27 m³/dtk, BLB.1-BLB.2 sebesar 0,12 m³/dtk dll. Sedangkan untuk hasil analisis Profil Muka Air Qrencana didapat hasil profil I f (y) = 4786, profil II f (y) = 1539 dll dan Qaktual didapat hasil profil I f (y) = 789, profil II f (y) = 459.

2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian penulis di bendung kamun, dapat diambil saran sebagai berikut :

1. Perlu diadakan penghutanan kembali (reboisasi) di bagian hulu sungai untuk mengurangi erosi lahan.
2. Pembuatan waduk/bendungan di Hulu Bendung Kamun untuk dapat mengatur suplay debit air dikala musim banjir dan kemarau.
3. Pembuatan terasering untuk sawah-sawah pada daerah yang curam.
4. Pembuatan kantong lumpur untuk meminimalisir endapan sedimen masuk ke saluran irigasi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akbar, M. (2023). *Analisis Sedimentasi Pada Bendung Awo Kabupaten Wajo*, Jurnal Karajata Engineering, Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare, Parepare.
- [2] Andi Yahya. (2013). *Studi Experimental Angkutan Sedimen Dasar pada Saluran*

- Terbuka*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Hasanuddin. Makassar.
- [3] Asdak, C. (2014). *Hidrologi dan Pengolahan Daerah Aliran Sungai*, Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- [4] Direktorat Jendral Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum, (1986). *Standar Perencanaan Irigasi: Kriteria Perencanaan Jaringan Irigasi (KP-01)*, Jakarta.
- [5] Hambali, R. (2016). *Studi Karakteristik Sedimen dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng-Kabupaten Bangka Barat*. Jurnal Fropil Vol 4 Nomor 2, 173.
- [6] Hermawan, A., & Afiato, E. N. (2021). *Analisis Angkutan Sedimen Dasar (Bed Load) Pada Saluran Irigasi Mataram Yogyakarta*, Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Yogyakarta.
- [7] Karim, T Nenny. (2010) *Bahan Kuliah Angkutan Sedimen*, Teknik Sipil Unismuh Makassar, Makassar.
- [8] Mangore, V. R., Wuisan, E. M., Kawet, L., & Tangkudung, H. (2013). *Perencanaan bendung untuk daerah irigasi sulu*. Jurnal Sipil Statik, Universitas Sam Ratulangi. 1(7).
- [9] Priyantoro, (1991). *Studi Eksperimental Aliran laminar pada Saluran Terbuka*, Tesis Teknik Sipil UKRIM, Yogyakarta.
- [10] Puslitbang SDA, (2010). *Pedoman Pengelolaan Dan Pengukuran Sedimen*, Kementerian Pekerjaan Umum, Bandung.
- [11] Siswanto, R., Kartini, K., & Herawati, H. (2021). *Studi Karakteristik Dan Laju Angkutan Sedimen Parit Langgar Desa Wajok Hilir Kecamatan Siantan Kabupaten Mempawah*. Jurnal Teknik Sipil Universitas Tanjungpura.
- [12] Soewarno, (2013). *Hidrometri dan Aplikasi Teknosabo Dalam Pengelolaan Sumber Daya Air*. Graha Ilmu Hidrologi. Yogyakarta.
- [13] Sood, M. F. (2018). *Analisa Angkutan Sedimen Sungai Jawi Kecamatan Sungai Kakap Kabupaten Kubu Raya*. 9.
- [14] Susianty, E. (2015). *Studi Sedimentasi di Bendung Namu Sira-Sira dan Kaitannya terhadap Tinggi Mercur Bendung*, (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- [15] Triatmodjo, Bambang, (2008). *Hidrologi II*, Beta Offset, Yogyakarta. Maedjikoen, Pragnyono, *Transportasi Sedimen*, UGM.
- [16] Van Rijn, L. C. (1984). Sediment transport: Part I: Bed load Sediment Transport: Part II: Suspended Sediment Transport. Journal of Hydraulics Engineering, ASCE, Vol. 110, 10-11