

# Laporan Penelitian

## Aspek analisis debit aliran terhadap efisiensi dan efektivitas penampang hidraulik Bendung

Oleh

Soedarwoto Hadhiswoyo  
[soedarwoto\\_hadhiswoyo@yahoo.com](mailto:soedarwoto_hadhiswoyo@yahoo.com)  
[darwoto@unpar.ac.id](mailto:darwoto@unpar.ac.id)



Serayu - Banyumas's dari Google



Source: <http://jimmyauw.com/2008/08/01/gesang-nuning-waldjinah-bengawan-solo/>



Program Studi Teknik Sipil - Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Parahyangan  
2011

# Aspek analisis debit aliran terhadap efisiensi dan efektivitas penampang hidraulik Bendung

oleh

Soedarwoto Hadhisiswoyo

[soedarwoto\\_hadhisiswoyo@yahoo.com](mailto:soedarwoto_hadhisiswoyo@yahoo.com)

[darwoto@unpar.ac.id](mailto:darwoto@unpar.ac.id)

Dosen

Program Studi Teknik Sipil - Fakultas Teknik Unpar

## Abstrak

Rancangan bangunan air untuk pemenuhan kebutuhan air tanaman, selalu melibatkan periode ulang yang dibutuhkan dalam menetapkan besaran beban aliran yang akan digunakan sebagai langkah untuk menentukan dimensi bangunan air. Setiap rancangan bangunan air dalam hal ini bendung memerlukan besaran debit berdasarkan periode ulang yang digunakan tersebut sebagai variabel untuk menetapkan parameter debit, tinggi dan kecepatan aliran, tetapan lebar bendung serta ukuran dari sadap utama (intake).

Debit aliran sebagai parameter dianalisis menggunakan metode yang sesuai untuk keperluan tersebut menurut buku acuan. Dalam penelitian ini, debit rencana merupakan besaran yang dianalisis berdasarkan teori Exponential Ganda Gumbel, periode ulang 25, 50, dan 100 tahun dari 3 data debit aliran Serayu Banyumas tahun 1991-1998, Serayu Rawalo tahun 1991-1999, Bengawan Solo Jurug tahun 1992-1999, komponen muka air dan dasar lantai muka ditetapkan dengan catatan bahwa elevasi sawah tertinggi cocok dengan elevasi mercu hasil analisis. Variabel lebar bendung merupakan suatu besaran yang ditetapkan dalam berbagai ukuran, untuk Serayu Banyumas dan Serayu Rawalo, ditetapkan L bendung berturut-turut adalah sebagai berikut: 55, 57, 59, 61, dan 63 m; sedangkan Bengawan Solo-Curug, L= 25, 27, 29, 31, dan 33 m; beda elevasi muka air di atas mercu tubuh bendung, ditetapkan sedemikian rupa dan berhubungan dengan elevasi sawah tertinggi yang dapat diberi air. Analisis aliran di atas mercu bendung ditetapkan merupakan suatu pelimpah tinggi dengan kriteria  $P/h_1 \geq 1,33$  untuk semua debit dan lebar bendung yang dirancang.

Berdasarkan hasil analisis hubungan antara debit aliran Serayu Banyumas,  $Q_{25} = 351 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $Q_{50} = 389,50 \text{ m}^3/\text{s}$ , dan  $Q_{100} = 427,60 \text{ m}^3/\text{s}$ , lebar bendung, 55, 57, 59, 61, dan 63 m diperoleh tinggi mercu bendung 2,4 m - 2,6 m; 2,5 m-2,8 m; 2,70 m-3,0 m. Serayu Rawalo,  $Q_{25} = 508 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $Q_{50} = 566 \text{ m}^3/\text{s}$ , dan  $Q_{100} = 624 \text{ m}^3/\text{s}$ , diperoleh tinggi mercu bendung 3,0 m-3,35 m; 3,40 m - 3,80 m; 3,50 m-3,85 m; Bengawan Solo-Jurug,  $Q_{25} = 147,60 \text{ m}^3/\text{s}$ ;  $Q_{50} = 162,5 \text{ m}^3/\text{s}$ , dan  $Q_{100} = 177 \text{ m}^3/\text{s}$ , lebar bendung, 25, 27, 29, 31, dan 33 m diperoleh tinggi mercu bendung 2,0 m-2,5 m; 2,20 m - 2,60 m; 2,30 m-2,80 m;

Kata kunci: DAS, periode ulang, lebar dan tinggi air, efisien dan efektif, elevasi sawah tertinggi.

[Referensi Rozgar Baban- Dar]

## BAB 1. PENDAHULUAN

Aspek desain yang diterapkan dalam perancangan untuk memperoleh penampang hidraulik bendung dapat dilakukan dengan memilih dan memilah parameter yang terkait dengan unsur-unsur yang digunakan dalam analisis, dikenal dalam pengertian survei, investigasi, desain, land aquitition, construction, operation, dan maintenance, disingkat SIDLACOM. Undang-undang nomor 7 Tahun 2004 tentang sumber daya air mengamanatkan bahwa setiap kegiatan yang akan diselenggarakan dan menyangkut masyarakat banyak harus menyertakan masyarakat terkait dengan penyelenggaraan yang berhubungan dengan

proses kegiatan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan urutan sesuai dengan SIDLACOM tersebut, demi dan untuk kepentingan masyarakat.

Saat ini pemilihan bentuk tubuh bendung didasarkan kepada sistem bertangga pada permukaan dasar bendung, yang seringkali digunakan sebagai antisipasi dalam menghadapi permukaan dasar sungai yang mempunyai perbedaan tinggi signifikan. Kajian berupa studi literatur dalam penelitian ini penulis menggunakan alternatif lain berupa perletakan dasar tubuh bendung berupa bidang datar.

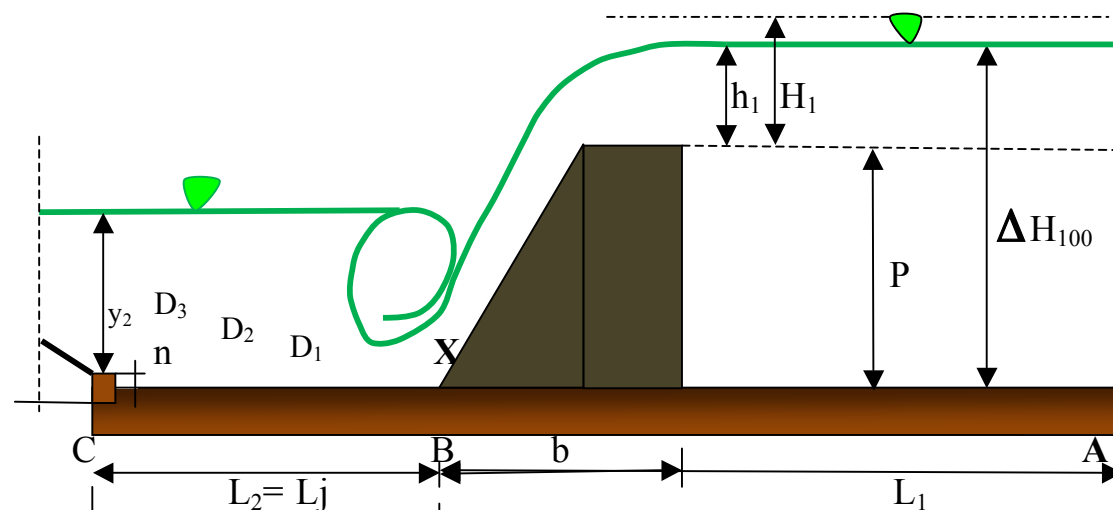
Sebagai upaya menyajikan rumusan parameter terkait dengan penampang hidraulik bendung, dianalisis menggunakan data lapangan berupa data debit aliran, dengan lebar dan tinggi air di atas lantai muka sampai dengan muka air rencana ditetapkan.

Keadaan tanah di lokasi pembangunan bendung yang dianalisis mengadopsi jenis tanah dalam Tabel 6.1 halaman 102 buku Rozgar Baban, yang merupakan jenis tanah menjadi suatu tolok ukur dalam menetapkan kriteria *exit gradient* yang memenuhi aspek kesesuaian antara *exit gradient* yang terjadi harus lebih kecil dari *exit gradient* yang disyaratkan.

Hasil keluaran yang diharapkan berupa grafik praktis **diubah penyajiannya menjadi Tabel** untuk keperluan *preliminary* desain bendung dengan kriteria tertentu, berupa hubungan antara debit aliran, lebar, dan tinggi air di atas lantai muka dan muka air rencana, yang menghasilkan tinggi bendung dan tinggi aliran di atas mercu dan efek yang terjadi di lokasi peredam energi.

## BAB 2. DASAR-DASAR TEORI

Teori yang dikembangkan untuk menganalisis bangunan melintang sungai yang berfungsi meninggikan muka air disebut bendung dan selanjutnya dimanfaatkan sebagai pemberi air irigasi, dengan segala ukuran komponen-komponennya menurut Standar Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan Irigasi(SPI-KPI) yang sampai saat ini diberlakukan, dalam rangka kegiatan analisis suatu bendung.



Dalam penelitian ini tidak dilakukan kajian terhadap DAS alami, tetapi besaran debit aliran sesuai dengan teori terkait di analisis untuk mendapat besaran debit yang digunakan dalam menetapkan ukuran penampang dan komponen-komponen bendung menggunakan kriteria yang digunakan dalam Standar Perencanaan Irigasi(SPI) berikut:

Menurut SPI-KPI- buku Petunjuk rumusan untuk menganalisis debit aliran yang terjadi di suatu DAS lokasi bendung dengan menggunakan peta dasar skala 1: 250 000, debit aliran

didasarkan kepada analisis aliran berdasarkan debit sungai atau debit curah hujan di lokasi terkait, peneliti menggunakan data debit aliran di lokasi tertentu, periode ulang terkait dengan debit rencana dalam penelitian ini 25, 50, dan 100 tahun. Lebar, tinggi air diperhitungkan dari lantai muka sampai dengan muka air rencana( $\Delta H$ ), dilanjutkan suatu analisis terkait dengan loncatan air dan panjang peredam energi dengan keadaan aliran di peredam energi.

Salah satu cara analisis untuk debit rencana

Nilai ekstrim Gumbel  $F(x) = \exp(-e^{-y})$

$$y = \frac{1}{0,7797} (X - Xr + 0,45) \sigma$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - Xr)^2}{N-1}}$$

untuk bendung, dengan  $Tr = 25, 50, \text{ dan } 100$  tahun

$$\frac{1}{T} = (1 - p) \quad p = 1 - 1/T$$

$T=25 \quad p= 1-1/25 = 0,96$   
 $T=50 \quad p= 1-1/50 = 0,98$   
 $T=100 \quad p= 1-1/100 = 0,99$

Salah satu cara analisis lebar efektif bendung:

$$L_e = L_b - 2(nK_p + K_a) \times H_e \tag{2.1}$$

dengan pengertian:

- $L_e$  adalah lebar efektif, m
- $L_b$  adalah lebar bersih, m
- $n$  jumlah pilar
- $K_p$  adalah koefisien kontraksi pilar.
- $K_a$  adalah koefisien kontraksi *abutment*
- $H_e$  adalah tinggi energi, m

Aliran air di atas mercu bendung

$$Q = C \times L_e \times H_e^{1,5} \tag{2.2}$$

dengan pengertian:

- $Q$  adalah debit aliran di atas mercu bendung,  $m^3/s$
- $C$  adalah koefisien debit aliran;
- $L_e$  adalah lebar efektif atau lebar bersih aliran, m.

Persamaan bentuk mercu bagian hilir

$$X^n = K_o H_d^{n-1} \times y \tag{2.3}$$

dengan pengertian:

- $K_o$  adalah koefisien
- $H_d$  adalah tinggi rencana aliran
- $y$  adalah letak/kedudukan titik arah tegak
- $X$  adalah kedudukan titik arah mendatar

Parameter bentuk mercu *weir*-rumus WES

no	Bentuk udik bendung	$K_o$	$n$
1	tegak	2,0	1,85
2	3:1	1,936	1,836
3	3:2	1,939	1,810
4	3:3	1,873	1,776

Panjang peredam energi, pada Gambar 1. tersebut di atas dirumuskan sebagai berikut

$$L_j = 5(n + y_2) \tag{2.4}$$

Dengan pengertian:

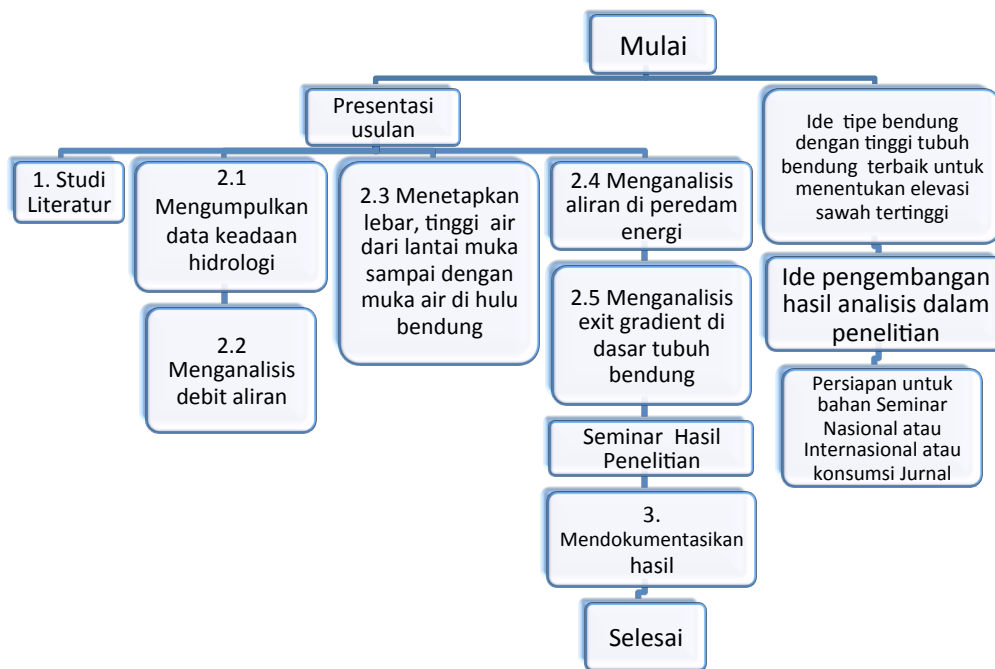
- $L_j$  : panjang peredam energi, m
- $n$  : tinggi ambang akhir
- $y_2$ : kedalaman air di atas ambang

### BAB 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang merupakan kerangka penelitian disusun mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

1. Studi literatur;
2. Mengumpulkan data sekunder, dan menetapkan keadaan hidrologi sesuai dengan teori yang sesuai untuk itu, dan keadaan sungai, meliputi lebar, elevasi, jenis tanah tempat bendung akan dibangun di sungai;
3. Menganalisis debit aliran berdasarkan informasi data yang diperoleh dari debit aliran suatu sungai, periode ulang;
4. Menetapkan lebar, dengan jarak tinggi air dari lantai muka ke permukaan aliran; penampang hidraulik bendung, terkait dengan lantai muka, tubuh bendung, dan peredam energinya;
5. Menganalisis aliran di peredam energi;
6. Menganalisis *exit gradient* yang terjadi di dasar tubuh bendung, dalam menetapkan jenis tanah yang cocok untuk digunakan sebagai lokasi pembangunan bendung;
7. Mendokumentasikan data hasil analisis dan dipersiapkan untuk acara Seminar Nasional atau Internasional, dan atau konsumsi jurnal.

Bagan Alir Kegiatan Penelitian:



Jadual Penelitian

Kegiatan	1	2	3	4
<b>A. Persiapan Penelitian</b>				
Siapkan rencana penelitian				
Ajukan rencana presentasi				

<b>B. Pelaksanaan Penelitian</b>																
Mengumpulkan data debit																
Memilih data keadaan hidrologi																
Menentukan periode ulang																
Menentukan lebar rencana bendung																
Menentukan tinggi lantai muka sampai dengan muka air rencana																
Menentukan peredam energi																
<b>C. Analisis</b>																
Menetapkan teori yang digunakan																
Menganalisis aliran peredam energi																
Menganalisis <i>exit gradient</i>																
<b>D. Evaluasi</b>																
Diskusi																
Perbaikan																
<b>E. Laporan</b>																
Pengetikan																
Penjilidan																
Pengiriman																

### Langkah Penelitian

Mengumpulkan data debit aliran sungai 3 lokasi, Serayu Rawalo tahun 1991-1999, Serayu Banyumas tahun 1992-1998, data Bengawan Solo- Curug 1991-1998. Sejalan denganteori yang dikemukakan di dalam proposal dianalisis besaran debit menggunakan Exponential Ganda Gumbel, dengan periode ulang 25, 50, dan 100 tahun sebagai landasan untuk memperoleh debit rencana  $Q_{25}$ ,  $Q_{50}$ , dan  $Q_{100}$ .

Berdasarkan pendekatan keadaan sungai, ditetapkan beberapa lebar sungai dan menentukan jarak antara muka air pada periode ulang yang ditetapkan dan lantai muka rencana bendung, dianalisis dan diperoleh hasil berupa  $P$  dan  $h_1$ , dengan catatan bahwa aliran di atas mercu bendung dengan kriteria pelimpah tinggi menurut teori dari Rozgar Baban dinyatakan sebagai  $\frac{P}{h_1} \geq 1,33$ . Kontrol aliran di peredam energi dengan metode Bernoulli, dan diperoleh bahwa besaran  $D_1 < Y_c$ ; kedalaman air di peredam energi  $D_2$ , dan dari analisis  $D_1$  *conjugate depth(sequent depth)* yang digunakan sebagai variabel untuk menentukan panjang lantai peredam energi,  $L_j$ . Tabel 1. merupakan hasil analisis dari beberapa variabel tersebut  $P > 4,00$  m, demikian pula beberapa besaran  $h_1 > 4,00$  m ( dalam tabel dituliskan dengan huruf *italic*) dan ini tidak disarankan karena adanya pembatasan tinggi mercu( $P$ ) dan aliran air( $h_1$ ) di atas mercu bendung  $\leq 4,00$  m.

Tabel 1. Hasil analisis debit, lebar, tinggi bendung dan aliran air di atas mercu

no	Tr	Serayu-Rawalo			Serayu Banyumas			Bengawan Solo Curug		
	25 tahun	507,53 m <sup>3</sup> /s			351,23 m <sup>3</sup> /s			147,55 m <sup>3</sup> /s		
(1)	Lebar Bendung, ( m ) (2)	P (m) (3)	ΔH (m) (4)	Lj (m) (5)	P (m) (6)	ΔH (m) (7)	Lj (m) (8)	P (m) (9)	ΔH (m) (10)	Lj (m) (11)
	25	5,69	9,951	53,69	4,43	7,75	33,40	2,46	4,31	23,38
	27	5,39	9,44	50,88	4,20	7,36	32,14	2,34	4,09	22,2
	29	5,15	9,002	48,46	4,00	7,01	31,03	2,22	3,892	21,13
	31	4,90	8,59	46,19	3,83	6,71	29,99	2,13	3,72	20,21
	33	4,71	8,24	44,26	3,67	6,42	29,07	2,03	3,56	19,34
	35	4,52	7,912	42,45	3,53	6,174	33,20	1,96	3,424	18,63
	37	4,36	7,635	40,91	3,39	5,939	31,88	1,89	3,3	17,93
	39	4,20	7,36	39,40	3,28	5,735	30,73	1,82	3,18	17,30
	41	4,06	7,11	38,01	3,16	5,54	29,64	1,75	3,07	16,73
	43	3,94	6,89	36,79	3,07	5,37	28,69	1,70	2,98	16,22
	45	3,82	6,68	36,03	2,98	5,211	28,22	1,65	2,88	15,68
	47	3,70	6,48	34,92	2,88	5,049	27,36	1,60	2,8	15,25
	49	3,60	6,3	33,91	2,80	4,91	26,61	1,55	2,72	14,80
	51	3,51	6,14	33,01	2,74	4,79	25,94	1,51	2,65	14,45
	53	3,42	5,98	32,12	2,66	4,65	25,23	1,47	2,58	14,10
	55	3,33	5,83	30,87	2,59	4,54	25,48	1,44	2,514	13,75
	57	3,25	5,69	30,10	2,54	4,44	24,70	1,40	2,453	13,40
	59	3,18	5,56	29,36	2,47	4,33	24,01	1,37	2,396	13,10
	61	3,11	5,44	28,71	2,41	4,23	23,29	1,34	2,34	12,78
	63	3,04	5,32	28,01	2,36	4,14	22,56	1,31	2,29	12,48
no	Tr	565,85 m <sup>3</sup> /s			389,53 m <sup>3</sup> /s			162,46 m <sup>3</sup> /s		
(1)	Lebar Bendung, ( m ) (2)	P (m) (3)	ΔH (m) (4)	Lj (m) (5)	P (m) (6)	ΔH (m) (7)	Lj (m) (8)	P (m) (9)	ΔH (m) (10)	Lj (m) (11)
	25	6,11	10,698	57,80	4,74	8,31	45,06	2,62	4,592	24,9
	27	5,79	10,145	54,77	4,51	7,89	42,76	2,49	4,359	23,64
	29	5,53	9,68	52,20	4,29	7,51	40,66	2,37	4,152	22,53
	31	5,28	9,244	49,81	4,10	7,18	38,80	2,26	3,967	21,54
	33	5,06	8,86	47,69	3,94	6,89	37,21	2,18	3,81	20,69
	35	4,52	8,515	45,78	3,78	6,62	35,69	2,09	3,66	19,85
	37	4,36	8,205	44,08	3,65	6,38	34,35	2,01	3,52	19,15
	39	4,20	7,92	42,50	3,51	6,15	33,07	1,94	3,4	18,49
	41	4,06	7,653	41,01	3,40	5,95	31,94	1,87	3,28	17,84
	43	3,94	7,42	39,73	3,28	5,754	30,85	1,82	3,18	17,30
	45	4,11	7,19	38,86	3,19	6,62	30,19	1,76	3,08	16,75
	47	4,00	6,99	37,74	3,09	6,38	29,34	1,71	2,988	16,25
	49	3,88	6,795	36,67	3,01	6,15	28,54	1,66	2,907	15,82
	51	3,78	6,613	35,66	2,93	5,95	27,77	1,62	2,832	15,40
	53	3,68	6,44	34,69	2,86	5,754	27,10	1,57	2,756	15,03
	55	2,59	6,28	33,39	2,78	4,87	25,86	1,53	2,684	14,60
	57	2,54	6,13	32,57	2,71	4,752	25,16	1,50	2,62	14,33
	59	2,47	5,98	31,73	2,66	4,65	24,58	1,46	2,56	14,01
	61	2,41	5,85	31,00	2,59	4,54	23,94	1,43	2,5	13,63
	63	2,36	5,73	30,33	2,53	4,44	23,38	1,40	2,45	13,39
no	Tr	623,73 m <sup>3</sup> /s			427,55 m <sup>3</sup> /s			177,27 m <sup>3</sup> /s		
(1)	Lebar Bendung, ( m ) (2)	P (m) (3)	ΔH (m) (4)	Lj (m) (5)	P (m) (6)	ΔH (m) (7)	Lj (m) (8)	P (m) (9)	ΔH (m) (10)	Lj (m) (11)
	25	6,52	11,418	61,76	5,05	8,85	48,04	2,79	4,9	26,44

	27	6,18	10,835	58,56	4,81	8,41	45,62	2,65	4,6	25,09
	29	5,89	10,324	55,75	4,58	8,011	43,41	2,52	4,4	23,93
	31	5,65	9,89	53,35	4,38	7,66	41,47	2,41	4,2	22,88
	33	5,41	9,47	51,04	4,19	7,34	39,69	2,31	4,0	21,93
	35	5,20	9,1	49,01	4,03	7,05	38,09	2,21	3,88	21,08
	37	5,01	8,77	47,19	3,88	6,797	36,68	2,13	3,74	20,31
	39	4,83	8,46	45,48	3,75	6,56	35,35	2,06	3,608	19,60
	41	4,67	8,18	43,93	3,61	6,329	34,08	1,99	3,486	18,95
	43	4,52	7,92	42,49	3,51	6,14	33,01	1,93	3,374	18,38
	45	4,38	7,675	41,14	3,39	5,942	32,15	1,87	3,27	17,77
	47	4,26	7,46	39,95	3,29	5,77	31,22	1,81	3,18	17,31
	49	4,14	7,248	38,78	3,21	5,62	30,41	1,76	3,086	16,77
	51	4,03	7,06	37,73	3,13	5,47	29,60	1,72	3,005	16,35
	53	3,92	6,869	37,07	3,04	5,318	28,81	1,67	2,925	15,90
	55	3,83	6,71	35,78	2,96	5,19	27,68	1,63	2,852	15,49
	57	3,74	6,55	34,90	2,90	5,07	26,98	1,59	2,78	15,10
	59	3,66	6,401	34,06	2,83	4,95	26,30	1,55	2,72	14,86
	61	3,57	6,25	33,22	2,76	4,84	25,67	1,52	2,66	14,54
	63	3,50	6,12	32,51	2,70	4,73	25,05	1,48	2,598	14,15

#### BAB 4. PEMBAHASAN

Data debit aliran sungai yang diteliti dan dianalisis mempunyai suatu besaran yang bertingkat dari terkecil di Bengawan Solo-Jurug,  $Q_{25}= 147,55 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{50}= 162,46 \text{ m}^3/\text{s}$ , dan  $Q_{100}= 177,27 \text{ m}^3/\text{s}$ ; Debit terbesar di S. Serayu Rawalo,  $Q_{25}= 507,53 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{50}= 565,85 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{100}= 623,73 \text{ m}^3/\text{s}$

Lebar bendung disesuaikan dengan medan di lokasi sungai berada, untuk debit terkecil diperoleh keadaan sesuai dengan persyaratan kriteria, Pada penelitian ini rancangan bendung diletakkan di atas permukaan dasar sungai mendatar, tanpa menggunakan dinding halang atau turap; kajian bendung dengan dinding halang silakan baca laporan Penelitian dengan judul:

“Studi Eksperimental Jaringan Aliran Air di Bawah Tubuh Bendung pada Satu Jenis Material Tanah Tanpa dan Dengan Dinding Halang”

Kajian material dasar di bawah tubuh bendung menggunakan Tabel *Exit gradient* Lane dan Bligh yang dijadikan pegangan dalam menetapkan jenis material di bawah tubuh bendung yang cocok dengan hasil analisis *exit gradient*, dengan cara atau langkah mengubah panjang lantai muka ( $L_1$ ) bendung.

Hasil analisis dalam penelitian ini berdasarkan debit, lebar, dan tinggi air dari dasar sampai ke muka air dengan kriteria periode ulang tertentu dan memberikan hasil tinggi bendung, tinggi air di atas mercu bendung keadaan pelimpah tinggi; kedalaman air di kaki pembawa aliran memberikan informasi tentang adanya loncatan air, *sequent depth*, panjang lantai peredam energi, memberikan hasil panjang lantai muka



yang bersama-sama memberikan panjang ekivalen dasar tubuh bendung dengan lantai mendatar. Selanjutnya memberikan kriteria jenis material yang memenuhi untuk mendukung tubuh bendung tersebut. Dalam penelitian ini ditetapkan jenis material menurut teori Lane adalah *coarse gravel* dan menurut Bligh adalah *gravel and sand*; sebagai material yang dapat digantikan dengan material di dalam Tabel dengan nomor urut lebih kecil, dengan cara mengubah panjang lantai muka atau  $L_1$ .

Dalam penelitian ini kajian ekonomi tidak dibahas.

## **Bab 5. SIMPULAN dan SARAN**

### **5.1 Simpulan**

1. Hasil analisis debit dikelompokkan menjadi  $Q_{25}$ ;  $Q_{50}$ ;  $Q_{100}$  (Tabel 1.a,b,c Tabel 2.a,b,c dan Tabel 3.a,b,c)
2. Hasil analisis lebar sungai dikelompokkan menjadi  $L_s = 25, 27, 29, 31, \text{ dan } 33 \text{ m}$   
 $L_s = 35, 37, 39, 41, \text{ dan } 43 \text{ m}$ ;  $L_s = 45, 47, 49, 51, \text{ dan } 53$ ;  $L_s = 35, 37, 39, 41, \text{ dan } 43$   
 $L_s = 55, 57, 59, 61, \text{ dan } 63 \text{ m}$ .
3. Hasil analisis tinggi dan aliran di atas mercu bendung dikelompokkan berdasarkan tinggi muka air (tma) dari penentuan tma sampai dengan dasar lantai muka dengan debit yang berbeda-beda hasil analisis dalam kelompok debit, dan memenuhi kriteria pelimpah tinggi yang direncanakan, lihat Tabel 1. kolom (3), (4); (6), (7); (9), (11)
4. Berdasarkan analisis tinggi mercu bendung melalui pembawa aliran diperoleh hasil analisis untuk berbagai keadaan, dengan debit dan lebar bendung tertentu memberikan kedalaman aliran di kaki pembawa aliran dan dengan penetapan koefisien dalam suatu persamaan pangkat 3, diperoleh hasil dengan cepat, efisien untuk mendapatkan hasil  $D_1$  dan *sequent depth* atau *conjugate depth* yang dikontrol  $< Y_c$  dan juga tinggi air  $D_2$  yang mengungkapkan terjadinya loncatan air;  $F_1 > 1$  dan di lokasi peredam energi tersebut  $F_2 < 1$ .
5. Analisis selanjutnya berkaitan dengan panjang lantai peredam energi yang digunakan sebagai faktor untuk menetapkan teknik analisis dalam menentukan panjang lantai muka ( $L_1$ ); bersama lantai peredam energi memberikan suatu panjang ekivalen untuk menetapkan besaran *exit gradient* yang diinginkan dan terjadi di bawah dasar tubuh bendung yang memberikan hasil sesuai dengan besaran exit gradient dipilih, dan dalam penelitian ini prediksi material menurut Lane adalah *coarse gravel* dan menurut Bligh adalah *gravel and sand*.

6. Berdasarkan analisis tinggi mercu bendung pada Tabel seperti disebutkan pada butir 3. dapat ditetapkan elevasi sawah tertinggi yang dapat diberi air sesuai dengan kehilangan tinggi energi dan tinggi tekan dalam perjalanan aliran sejak mercu bendung sampai dengan rencana sawah tertinggi.

## 5.2 Saran

1. Besar debit aliran hasil analisis perlu divalidasi, dievaluasi, dikalibrasi, agar mendekati debit aliran yang sering terjadi di suatu lokasi studi atau penelitian, dengan perkataan lain hasil yang dihasilkan berupa *preliminary study*;
2. Hasil analisis lebar, tinggi mercu bendung, lantai muka, peredam energi, dan penampang hidraulik lainnya perlu diuji model fisik.
3. Efisiensi dan efektivitas analisis debit aliran maupun penampang hidraulik hasil analisis lainnya, perlu dikembangkan agar lebih praktis untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas yang lebih tinggi dalam perangkat analisis .

## Bab 6. DAFTAR PUSTAKA

1. Baban,R.,*Design of Diversion Weir Small Scale Irrigation in hot Climate*, 1995, McGrawHill, New York, p47-p126;
2. Chow, ven Te, et al, *Applied Hydrology*, 1988, McGrawHill. p350 – p394;
3. Direktorat Irigasi, SPI-KPI, “*Buku Petunjuk*”, 1986, CV Galang Persada, h20-h27, h29-h31, h40-h47;
4. Hadhiswoyo, S., *Studi Eksperimental Jaringan Aliran Air di Bawah Tubuh Bendung pada Satu Jenis Material Tanah Tanpa dan Dengan Dinding Halang*, 2011, Laporan Penelitian-LPPM;
5. Ponce, V.M., *Engineering Hydrology*, 1988, , McGrawHill. p205 – p212;
6. <http://www.pu.go.id>, Pusat Komunikasi Publik;
7. <http://www.indonesia.go.id>, Peraturan PerUndang-undangan RI;