

# A SPILLWAY STRUCTURE WITH STILLING BASIN TYPE SOLID ROLLER BUCKET AND BAFFLE BLOCK AT EMBUNG WONOSARI

## BANGUNAN PELIMPAH DENGAN KOLAM OLAK TPE SOLID ROLLER BUCKET DAN BAFFLE BLOCK DI EMBUNG WONOSARI

Hermono Suroto Budinetro<sup>1)</sup>, Jaji Abdurrosyid<sup>2)</sup>, Tauvan Ari Praja<sup>3)</sup>, dan Sri Rahayu<sup>4)</sup>

<sup>1),3),4)</sup> Peneliti Balai Sungai, Pusat Litbang. Sumber Daya Air, Badan Litbang, Kementrian PU, Jl. Solo – Kartosuro Km. 7 Surakarta-57101. E-mail: hermonob@yahoo.com

<sup>2)</sup> Staf pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Tromol Pos 1, Pabelan Surakarta 57102. E-mail: jarrosyid@yahoo.com

### ABSTRACT

A spillway structure is the most important component in embung (small dam), because it will throw away the excessive water from embung. When the overflow is happened, the flow changes from slow to fast with very high energy that will cause erosion at the channel under stilling basin. High speed water's flow is a super-critical condition which has to be slowed down and altered to become sub-critical stream, and energy can be decreased so that the water do not erode the down stream channel. Stilling basin type solid roller bucket is made to reduce water energy, the baffle blocks are added to enhancing the ability of reducing energy. Positioning baffle blocks at the stilling basin will affect energy decrease. For that purpose hydraulic model test was carried out to optimize position of baffle block. The model test was conducted in nine variation position of baffle blocks. From model test, it can be known that the most effective baffle blocks position was Series-II.A. These baffle blocks with size of 5R /12 (0.69 m), in two rows were perpendicularly located from the stream direction. First line was put in early stilling basin, while second lines were put in the middle stilling basin.

**Keywords:** spillway, stilling basin, solid roller bucket, baffle blocks, hydraulic model test

### ABSTRAK

Bangunan pelimpah adalah komponen yang paling utama pada sebuah embung, sebab bangunan pelimpah akan membuang air yang berlebihan dari embung. Ketika banjir terjadi arus akan berubah dari lambat menjadi cepat dengan energi yang tinggi yang akan menyebabkan erosi pada alur di hilir kolam olak. Air mengalir dengan kecepatan tinggi adalah dalam kondisi super kritis, harus diperlambat dan diubah untuk menjadi aliran sub kritis, sehingga energi dapat dikurangi agar air tidak mengikis alur di hilir kolam olak. Bangunan pemecah energi tipe solid roller bucket dibuat untuk mengurangi energi air, baffle block ditambahkan pada kolam olak untuk meningkatkan kemampuan meredam energi. Penempatan baffle block akan berpengaruh terhadap kemampuan peredaman energi. Untuk itu hidrolis model test telah dilakukan untuk mengoptimalkan posisi baffle block. Model test telah dilakukan dalam 9 variasi penempatan baffle block. Dari model test dapat diketahui bahwa posisi baffle block paling efektif adalah Series-II.A. Baffle block dengan ukuran 5R/12 (0,69 m) diletak dua baris tegak lurus dari arah aliran. Garis pertama telah diletakkan pada awal cekungan kolam olak, sedang yang kedua telah diletakkan pada pertengahan kolam olak.

**Kata-kata Kunci:** bangunan pelimpah, kolam olak, solid roller bucket, baffle blocks, hidraulik model test

### PENDAHULUAN

Pelimpah, sebagai salah satu komponen dari saluran pengatur aliran, dibuat untuk meninggikan muka air. Sehingga air akan mengalir atau melintas di atas bangunan pelimpah. Akibat dari peninggian muka air tersebut terjadi perubahan aliran yang cepat dan energi yang sangat besar yang menyebabkan penggerusan saluran di bawah pelimpah. Sebelum aliran air melintasi bendung (bangunan pelimpah), aliran air bersifat alami. Tetapi setelah melewati pelimpah aliran akan mempunyai kecepatan tinggi dalam kondisi super-kritis. Aliran tersebut harus diperlambat dan diubah menjadi aliran sub-kritis sehingga energi dengan daya gerus yang timbul dalam aliran tersebut dapat direduksi hingga mencapai tingkat yang normal kembali, dan aliran tersebut kembali ke sungai tanpa membahayakan kestabilan alur sungai yang bersangkutan.

Guna mereduksi energi yang terdapat di dalam aliran tersebut, maka di ujung hilir saluran peluncur biasanya dibuat bangunan peredam energi pencegah gerusan (*scour protection stilling basin*). Bangunan peredam energi yang dipakai biasanya adalah kolam olakan (*stilling basin*). Dilihat dari segi ekonomi kolam olak tipe *solid roller bucket* sangat murah pembuatannya, karena panjang kolam olak tipe *solid roller bucket* sangat pendek. Karena kolam olak pendek, kemampuan redaman energi kurang baik sehingga perlu ditambahkan *baffle blocks* atau blok-blok halang untuk menambah efektifitas redaman energi. Penempatan

posisi *baffle blocks* pada kolam olak juga sangat berpengaruh dalam meredam energy, sehingga *baffle blocks* harus ditempatkan pada posisi yang tepat agar dapat menghasilkan redaman yang efektif dan efisien.

Maksud dari kegiatan ini adalah untuk mengkaji desain bangunan pelimpah untuk rencana Embung Wonosari Semarang. Tujuannya adalah untuk mendapatkan parameter desain bangunan pelimpah dengan *baffle blocks* yang tepat dan efisien.

### TINJAUAN PUSTAKA

Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan peredam energi pada kolam olakan diantaranya :

Chanson (1992) dalam Ari Praja (2009), melakukan penelitian tentang *Stepped Spillway*, dan menghasilkan kesimpulan bahwa *Stepped Spillway* merupakan cara yang sangat efektif untuk mengendalikan debit banjir dan secara signifikan dapat meningkatkan kehilangan energi dan juga mereduksi panjang kolam olak.

Penelitian yang dilakukan oleh Boedijono (1999) yang menyimpulkan bahwa pemecahan atau pengurangan energi dapat dilakukan dengan cara memperbesar gesekan antar dinding saluran dengan aliran, membenturkan aliran dengan aliran atau benda keras, membentuk loncatan air dan olakan-olakan air, dan memberikan kontra energi.

Menurut Agnes (1999) menyimpulkan bahwa pemasangan atau penambahan *baffle blocks* sangat mempengaruhi loncatan air yang terjadi pada kolam olakan lantai miring dan juga tata letak *baffle blocks* yang berbeda akan menghasilkan panjang kolam olakan yang berbeda pula. Pada model pelimpah yang tidak memakai *baffle blocks* loncatan yang dihasilkan lebih panjang dibandingkan model yang memakai *baffle blocks*.

Atmaja (2003) melakukan penelitian tentang efektivitas ukuran *baffle blocks* pada kolam olakan tipe IV. Pada penelitian tersebut dapat diperoleh *baffle blocks* dalam berbagai ukuran akan mempengaruhi kecepatan aliran di hilir ( $V_2$ ) panjang loncatan di hilir ( $L_j$ ). Pemasangan *baffle blocks* sangat efektif untuk meredam kecepatan di hilir ( $V_2$ ) dan panjang loncatan di hilir ( $L_j$ ).

## LANDASAN TEORI

Pelimpah sebagai salah satu komponen dari saluran pengatur aliran, dibuat untuk meninggikan muka air sehingga mengalir atau melintas di atas bangunan pelimpah. Akibat dari peninggian muka air tersebut terjadi perubahan aliran yang cepat dan energi yang sangat besar yang menyebabkan penggerusan saluran di bawah pelimpah (Mays, 1999; Triatmodjo, 1995; Ranga Raju, 1986). Sebagai salah satu alternatif untuk mengurangi gerusan tersebut dibuat suatu bangunan peredam energi atau yang lebih dikenal dengan kolam olakan (*stilling basin*). Sering kali kolam olak dilengkapi dengan adanya *baffle blocks* atau blok-blok halang untuk menambah efektifitas redaman energi (Peterka, 1974).

### 1. Karakteristik Aliran

#### a. Aliran Pada Saluran Terbuka

Saluran terbuka adalah saluran dengan muka air bebas pada semua titik di sepanjang saluran dengan tekanan di permukaan air adalah sama, yang biasanya adalah tekanan atmosfer. Pengaliran melalui suatu pipa (saluran tertutup) yang tidak penuh (masih ada muka air bebas) masih termasuk dalam aliran terbuka (Chow, 1992; Raju, 1986)).

Analisa aliran melalui saluran terbuka adalah lebih sulit dari pada aliran melalui pipa (saluran tertutup). Di dalam pipa,ampang lintang aliran adalah tetap yang tergantung pada dimensi pipa. Demikian juga kekasaran dinding pipa adalah seragam di sepanjang pipa. Pada saluran terbuka, misalnya sungai (saluran alam), variabel aliran sangat tidak teratur baik terhadap ruang maupun waktu. Variabel tersebut adalahampang lintang saluran, kekasaran, kemiringan dasar, belokan, debit aliran, dan sebagainya. Ketidakteraturan tersebut menyebabkan analisis aliran sangat sulit diselesaikan secara analitis. Oleh karena itu analisis aliran melalui saluran terbuka adalah lebih empiris dibandingkan dengan aliran melalui pipa

#### b. Jenis Aliran

Aliran viskos dapat dibedakan menjadi dua tipe yaitu aliran laminar dan turbulen. Dalam aliran laminar partikel-partikel zat cair bergerak secara teratur mengikuti lintasan yang saling sejajar. Aliran ini terjadi apabila kecepatan kecil atau kekentalan besar. Pengaruh kekentalan adalah sangat besar sehingga dapat meredam gangguan yang dapat menyebabkan aliran menjadi turbulen. Dengan berkurangnya kekentalan dan bertambahnya kecepatan aliran maka daya redam terhadap gangguan akan berkurang, yang sampai pada suatu batas tertentu akan menyebabkan terjadinya perubahan aliran dari laminar menjadi turbulen (Triatmodjo, 1995; Raju, 1986).

Pada aliran turbulen gerakan partikel-partikel zat cair tidak teratur. Aliran ini terjadi apabila kecepatan besar dan kekentalan zat cair kecil. Pada umumnya aliran pada saluran terbuka adalah turbulen, karena kecepatan aliran dan kekasaran dinding relatif besar. Aliran melalui saluran terbuka akan turbulen apabila angka

Reynolds  $Re > 1000$ , dan laminar apabila  $Re < 500$  (Triatmodjo, 1995).

Aliran melalui saluran terbuka disebut seragam (*uniform flow*) apabila berbagai variabel seperti kedalaman aliran, tampang basah, kecepatan, dan debit pada setiap tampang di sepanjang aliran adalah konstan. Aliran disebut tidak seragam atau berubah (*varied flow*) apabila variabel aliran seperti kedalaman, tampang basah, kecepatan, disepanjang saluran tidak konstan.

Aliran disebut mantap apabila variabel di suatu titik seperti kedalaman dan kecepatan tidak berubah terhadap waktu, dan apabila berubah terhadap waktu disebut aliran tidak mantap. Selain itu aliran pada saluran terbuka juga dapat dibedakan menjadi aliran sub-kritis (mengalir) dan super-kritis (meluncur). Di antara kedua aliran tersebut aliran adalah kritis. Aliran disebut sub-kritis apabila suatu gangguan (misalnya batu dilemparkan ke dalam aliran sehingga menimbulkan gelombang) yang terjadi disuatu titik pada aliran dapat menjalar ke arah hulu. Aliran sub-kritis dipengaruhi oleh kondisi di hilir, dengan kata lain keadaan di hilir akan mempengaruhi aliran di sebelah hulu. Apabila kecepatan aliran cukup besar sehingga gangguan yang terjadi tidak menjalar ke hulu maka aliran adalah super kritis (Chow, 1992; Triatmodjo, 1995).

#### c. Loncatan Hidrolis

Loncatan hidrolis mempunyai ciri-ciri aliran air mengalami suatu perubahan baik kecepatan atau kedalaman saluran basah ataupun perubahan kemiringan saluran. Suatu loncatan hidrolis terjadi apabila aliran super-kritis berubah menjadi aliran sub-kritis. Terdapat suatu kenaikan tiba-tiba pada permukaan dan kehilangan energi yang besar dalam loncatan hidrolis. Pusaran turbulen yang berukuran besar terbentuk pada awal loncatan, pusaran ini menarik energi utama dan pusaran terpecah ke dalam bagian-bagian yang lebih kecil dan mengalir ke bagian hilir. Energi tersebut diredamkan ke dalam pusaran-pusaran ini.

Dari pandangan pemakaian praktis, loncatan hidrolis sangat berguna sebagai peredam berlebih pada aliran super-kritis. Peredam ini berguna untuk mencegah erosi yang mungkin terjadi pada saluran pelimpah, saluran curam, dan pintu air geser tegak, dengan cara memperkecil kecepatan aliran pada lapisan pelindung hingga pada suatu titik di mana aliran tidak mempunyai kemampuan untuk mengikis dasar saluran di bagian hilir (Chow, 1992).

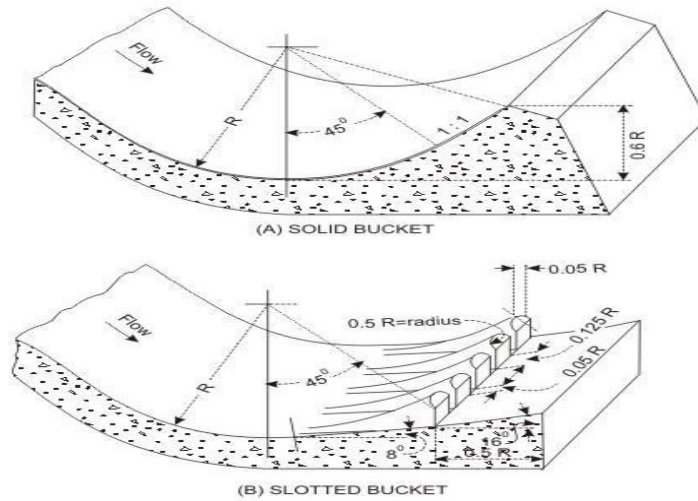
#### d. Tipe Loncatan Hidrolis

Loncatan hidrolis yang terjadi pada dasar mendatar, terdiri dari beberapa jenis yang berbeda-beda. Biro Reklamasi Amerika Serikat membedakan jenisnya berdasarkan bilangan *Froude* ( $Fr$ ) (Chow, 1992), jenis tersebut adalah:

- Untuk  $Fr = 1$ , aliran adalah kritis. Pada aliran ini tidak terbentuk loncatan.
- Untuk  $Fr = 1$  sampai dengan 1,7 terjadi ombak pada permukaan air, dan loncatan yang terjadi dinamakan loncatan berombak.
- Untuk  $Fr = 1,7$  sampai dengan 2,5, terbentuk rangkaian gelombang ombak pada permukaan loncatan, tetapi permukaan di hilir masih halus. Secara keseluruhan kecepatannya seragam, dan kehilangan energinya kecil, loncatan ini dinamakan loncatan lemah.
- Untuk  $Fr = 2,5$  sampai dengan 4,5, terdapat semburan berosilasi setiap osilasi dan menghasilkan gelombang tak teratur yang besar dan menjalar sampai jauh. Hal ini menyebabkan kerusakan pada tanggul-tanggul dan loncatan ini dinamakan loncatan berosilasi.
- Untuk  $Fr = 4,5$ , sampai dengan 9, ujung permukaan hilir akan bergulung, dan titik di mana kecepatan semburannya tinggi cenderung memisahkan diri dari aliran. Loncatan hidroliknya sangat seimbang. Peredaman energinya berselang antara 45 sampai dengan 70%. Loncatan ini dinamakan loncatan lunak atau lemah.

f) Untuk  $Fr = 9$  dan lebih besar, kecepatan semburan yang tinggi akan memisahkan hempasan gelombang gulung dari permukaan loncatan dan menimbulkan gelombang-gelombang hilir. Jika permukaannya kasar, akan mempengaruhi ge-

lombang yang terjadi. Gerakan loncatan jarang terjadi, tetapi efektif peredamannya akan mencapai 85%. Loncatan ini disebut loncatan kuat.



Gambar 1. Kolam olak tipe *roller bucket* (Peterka, 1974)

## 2. Peredam Energi Tipe *Roller Bucket*

Pembangunan kontruksi di hilir bangunan pelimpah atau *outlet* yang berupa kolam olak sebagai peredam energi, bertujuan untuk meredam energi di hilir bangunan pelimpah dapat berkurang atau lebih penting lagi ialah agar energi dihilir bangunan tidak membahayakan bangunan pelimpah tersebut. Kontruksi tersebut disebut dengan peredam energi atau *energy dissipator* atau kolam olak (*stilling basin*) (Peterka, 1974; USBR, 1984). Peredam energi atau kolam olak yang baik mempunyai ciri atau syarat yaitu pengerusan di hilir relatif kecil, pengerusan terdalam jauh dari kontruksi, harus kuat dan ekonomis.

Peredam energi tipe *roller bucket* adalah bangunan peredam energi yang terdapat di dalam aliran dengan proses pergesehan di antara molekul-molekul air akibat timbulnya pusaran-pusaran vertikal di dalam kolam olak. Peredam energi tipe *roller bucket* terdiri *solid roller bucket* dan *slotted roller bucket*. Bentuk kolam olak tipe *roller bucket* ditunjukkan pada Gambar 1 di atas (USBR, 1984; Mawardi & Memed, 2002).

## METODE PENELITIAN

### 1. Pengumpulan data:

- Data Hidrologi dan Topografi  
Data hidrologi digunakan untuk mengetahui debit aliran maksimum pada rencana Embung Wonosari, sedangkan data topografi digunakan untuk mengetahui tempat yang akan dibangun embung serta untuk mengetahui tinggi rencana embung yang akan dibuat.
- Data uji model tentang penelitian kolom olak  
Data uji model tentang kolam olak digunakan sebagai pembandingan terhadap kolam olak yang akan direncanakan.

### 2. Analisa Data

Dari data-data tersebut di atas kemudian dianalisa untuk mendapatkan hasil karakteristik dari embung yang akan direncanakan.

### 3. Skala Model

Skala model adalah perbandingan ukuran atau nilai yang menjadi parameter pada prototip (keadaan yang nyata di lapangan) dengan ukuran / nilai parameter yang ada pada model. Prinsip skala adalah membentuk kembali masalah problema yang ada di lapangan dalam skala kecil / miniatur sehingga fenomena yang ada di prototip sebangun dengan yang ada di model. Berdasarkan fasilitas laboratorium yang tersedia, serta syarat ketelitian, model dibuat dengan skala 1 : 35 baik skala tegak maupun datar. Dimana  $n$  adalah skala model.

Skala tegak ( $n_h$ ) = 1 : 35

Skala datar ( $n_L$ ) = 1 : 35

$$\text{Besarnya distorsi} = \frac{n_L}{n_h} = \frac{35}{35} = 1 \text{ (tanpa distorsi)}$$

### 4. Kriteria Sifat Sebangun

Mengingat sifat pengaliran adalah dengan muka air bebas, percepatan gravitasi bumi adalah parameter yang dominan, sehingga persyaratan yang harus dipenuhi adalah sifat sebangun dinamik antara model dan prototip. Dalam hal ini bilangan *Froude* ( $Fr$ ) di model harus sama dengan di prototip.

$$\text{Bilangan Froude: } (Fr) = \frac{V}{\sqrt{gh}} \text{ (tanpa dimensi)} \quad (1)$$

$$\frac{V_p}{\sqrt{gh}} \text{ model} = \frac{V}{\sqrt{gh}} \text{ prototip} \quad (2)$$

$$\frac{V_p}{V_m} = \frac{(\sqrt{gh})}{(\sqrt{gh})} \frac{p}{m} \text{ atau } N_v = N_g^{1/2} \cdot N_h^{1/2} \quad (3)$$

Gaya gravitasi di prototip sama dengan di model, sehingga

$$N_g = 1 \text{ sehingga } N_v = N_h^{1/2}$$

$$N_v = \text{skala kecepatan}$$

$$V = \text{kecepatan aliran (m/det)}$$

$$H = \text{kedalaman aliran (m)}$$

$$g = \text{percepatan gravitasi bumi (m/det}^2\text{)}$$

Parameter yang lain dapat dirumuskan sebagai berikut:

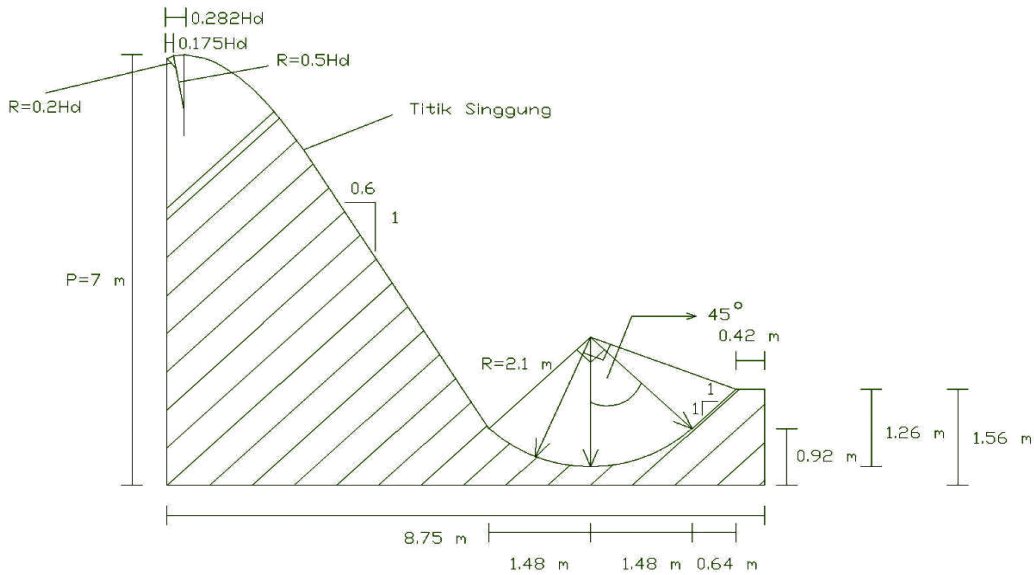
Tabel 1. Skala Besar Model Tiga Dimensi

Besaran	Notasi	Skala Besar Model
Tinggi	$n_h$	35,00
Panjang	$n_L = n_h$	35,00
Kecepatan	$n_v = n_h^{1/2}$	5,92
Debit	$n_Q = n_h^{5/2}$	7247,20
Waktu	$n_t = n_h^{1/2}$	5,92
Kekasaran	$n_k = n_h$	35,00
Koefisien Chezy	$n_c = 1$	1,00
Koefisien Manning	$n_n = n_h^{1/6}$	1,81
Volume	$n_v = n_h^3$	42875,00

Tabel 1 diatas digunakan untuk menghitung debit rencana yang digunakan, seperti yang disajikan pada Tabel 2, dan Desain kolam olak dapat dilihat pada Gambar 2 diatas.

Tabel 2. Perbandingan debit skala model dengan debit lapangan.

No.	Debit Model (m <sup>3</sup> /s)	Debit Lapangan (m <sup>3</sup> /s)
1	0,0028	20,29
2	0,0033	23,92
3	0,0039	28,26
4	0,0046	33,34
5	0,005	36,24



Gambar 2. Desain mercu bendung dengan kolam olak tipe *solid roller bucket*

## 2. Data Hidrologi

Dari hasil analisa banjir HSS Nakayasu kala ulang 50 tahun digabungkan dengan karakteristik Embung Wonosari digunakan untuk analisa penelusuran banjir. Hasil penelusuran banjir embung wonosari sebagai berikut:

- Elv puncak spillway : +19,50 m
- Tinggi spillway : Elv puncak - Elv dasar = 19,50 - 12,50 = 7,00 m
- Lebar spillway : 10,50 m
- Outflow (Q maksimum) : 35,34 m<sup>3</sup>/s
- TMA Banjir Maksimum : +20,39 m
- Tinggi air di atas Spillway: TMA Banjir Mak - Elv puncak = 20,39 - 19,50 = 0,89 m

## ANALISA DATA

### 1. Data Topografi

Karakteristik fisik dari sebuah embung antara lain, volume hidup (*active storage*), volume mati (*dead storage*), tinggi muka air minimum, tinggi mercu pelimpah, dan tinggi muka air maksimum berdasarkan rencana. Volume embung pada umumnya dibagi menjadi dua zona, volume mati dan volume hidup.

Besarnya volume total embung dapat ditentukan dengan pengukuran luasan areal embung pada peta topografi yang merupakan garis-garis kontur dengan bantuan alat *planimeter* sehingga akan diketahui luasan setiap beda ketinggian antara dua kontur pada elevasi tertentu, (Soedibyo, 1993). Volume embung pada masing-masing elevasi dapat dicari dengan pendekatan.

$$V = \frac{1}{3} n [L_a + L_b + \sqrt{(L_a \times L_b)}] \quad (4)$$

dengan :

- V = volume (m<sup>3</sup>)
- n = beda tinggi elevasi (m)
- L<sub>a</sub> = luas atas (m<sup>2</sup>)
- L<sub>b</sub> = luas bawah (m<sup>2</sup>)

Luas dan volume setiap elevasi tertentu dapat ditentukan, untuk mempermudah perlu dibuat grafik persamaan karakteristik embung yang menggambarkan hubungan antara elevasi, luas dan volume embung. Gambar 3 ini disajikan grafik karakteristik Embung Wonosari (Puslitbang SDA, 2008).

Gambar 4 menunjukkan grafik hasil penelusuran banjir Embung Wonosari.

### 3. Model kolam olak

Dari data penelitian uji model yang dilakukan pada kolam olak tipe *solid roller bucket* dengan *baffle blocks*. Dengan desain sebagai sesuai Gambar 5.

### 4. Baffle blocks

#### a. Dimensi Baffle blocks

Perencanaan dimensi *baffle blocks* didasarkan atas besarnya radius lengkung *bucket* (R). Bentuk *baffle blocks* adalah berupa kotak kubus, ukuran *baffle blocks* ada 3 variasi:

- Ukuran *baffle-block*  $a = \frac{5}{12}R = \frac{5}{12}6 = 2,5cm$
- Ukuran *baffle-block*  $b = \frac{4}{12}R = \frac{4}{12}6 = 2,0cm$
- Ukuran *baffle-block*  $c = \frac{3}{12}R = \frac{3}{12}6 = 1,5cm$

**b. Peletakan *baffle blocks***

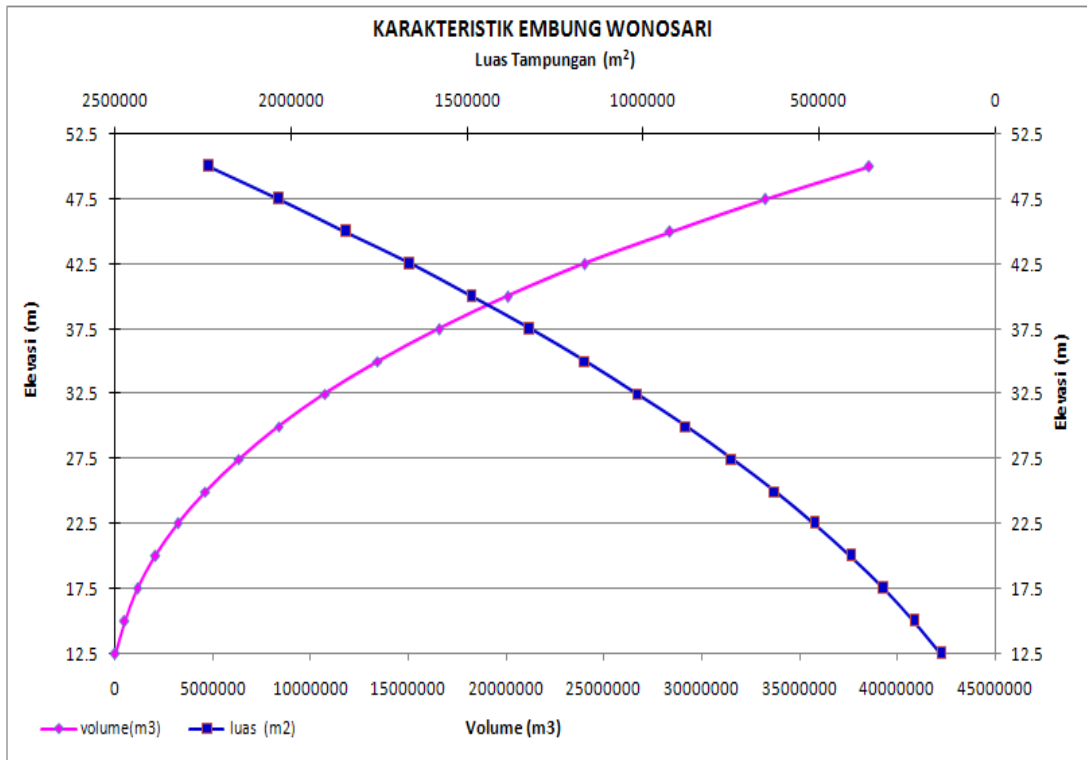
Peletakan *baffle blocks* ada 3 variasi peletakan dan masing-masing peletakan memiliki 3 ukuran *baffle blocks* yang berbeda, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6 sampai 8.

- 1) Seri II: diletakkan awal dan tengah radius lengkung secara bersilangan. (Gambar 6).

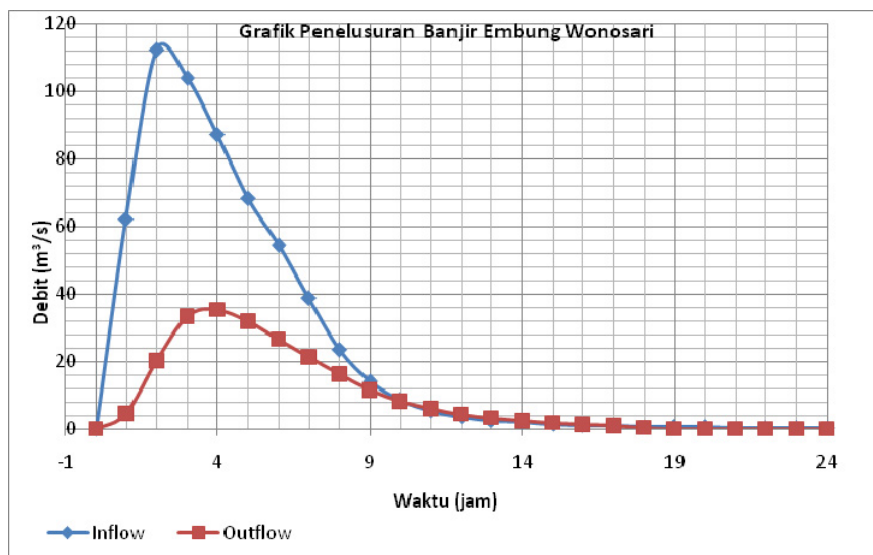
- 2) Seri III: diletakkan awal dan akhir radius lengkung secara bersilangan. (Gambar 7).
- 3) Seri V : diletakkan tengah dan akhir radius lengkung secara bersilangan (Gambar 8).

**5. Debit Pengaliran**

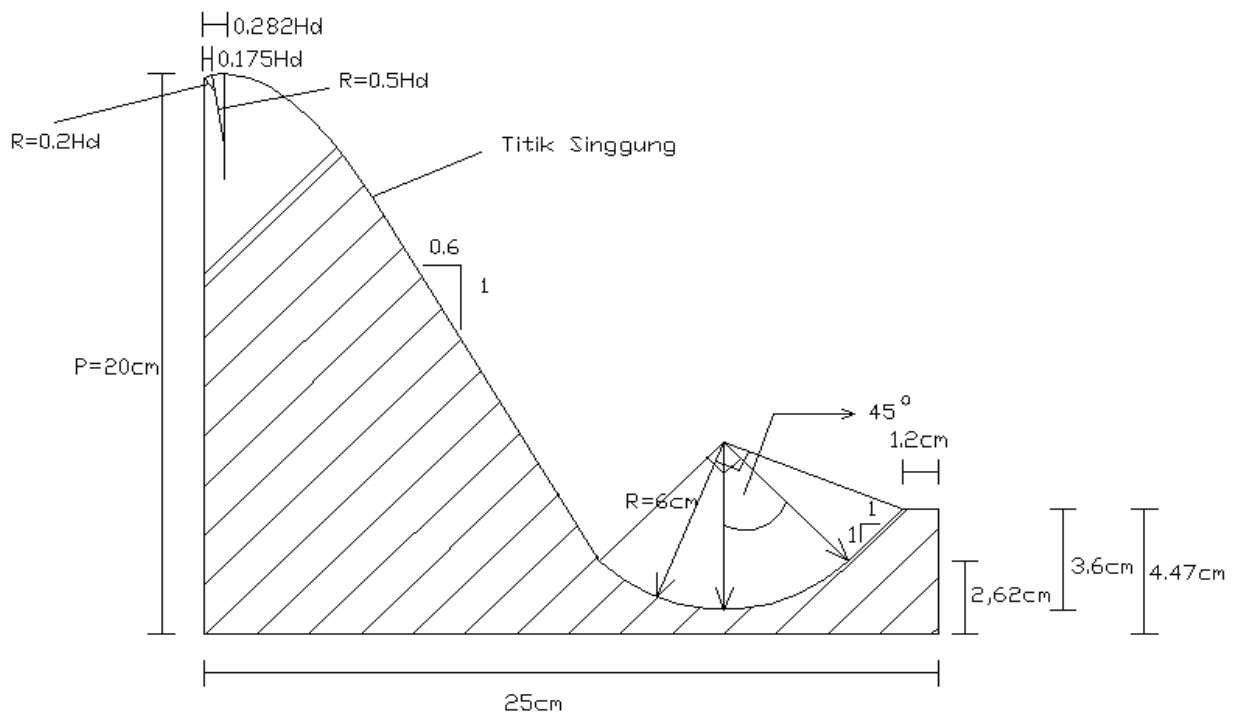
Dalam penelitian ini menggunakan lima macam debit (Q) yang berbeda yang akan dialirkan ke setiap seri yang berbeda sehingga akan didapatkan perbandingan yang diinginkan, yaitu : 0,005 m<sup>3</sup>/s, 0,046 m<sup>3</sup>/s, 0,039 m<sup>3</sup>/s, 0,033 m<sup>3</sup>/s, 0,028m<sup>3</sup>/s.



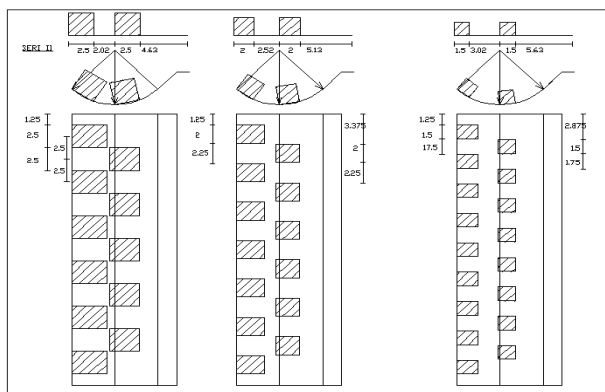
Gambar 3. Grafik karakteristik Embung Wonosari



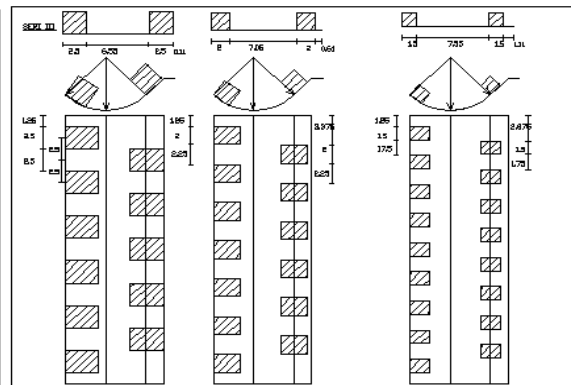
Gambar 4. Grafik penelusuran Banjir Embung Wonosari



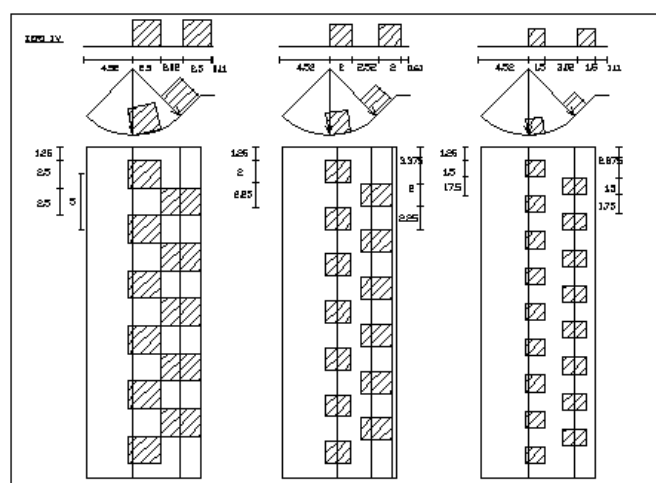
Gambar 5. Rencana model mercu bendung dengan kolam olak tipe *solid roller bucket*



Gambar 6. Variasi *baffle blocks* pada seri II.a, seri II.b dan Seri II.c



Gambar 7. Variasi *baffle blocks* pada seri III.a, seri III.b dan Seri III.c



Gambar 8. Variasi *baffle blocks* pada seri IV.a, seri IV.b dan Seri IV.c

## 6. Parameter Pengukuran dan Hasil Penelitian

### a. Parameter pengukuran

Pengamatan dan pengukuran yang dilakukan pada penelitian di laboratorium, dicatat parameter pengukurannya yang dapat dilihat pada Gambar 9.

Proses pencatatan dilakukan secara langsung pada saat penelitian. Pengamatan dan pengukuran dilakukan setelah air yang dialirkan pada saluran sudah stabil.

### b. Hasil penelitian

- 1) Pengamatan Seri I (Menggunakan kolam olak tipe *solid roller bucket*).

Data-data yang diperoleh dari pengamatan seri I (*solid roller bucket*) dijadikan pembandingan untuk seri yang lain, dengan beberapa macam debit ( $Q$ ) yang menghasilkan kedalaman air di hilir ( $h_2$ ) dan panjang pusaran air ( $L_j$ ). Dari pengamatan di laboratorium, didapatkan karakteristik pusaran air di kolam olak *solid roller bucket*.

- 2) Penyelidikan Seri II.a, II.b, II.c, III.a, III.b, III.c, IV.a, IV.b, IV.c dan IV.d, (Menggunakan *baffle blocks* pada kolam olak).

- Dipasang *baffle blocks* pada pelimpah dengan variasi bentuk dan penempatan
- Mengukur ketinggian air di hilir ( $h_2$ )
- Menghitung kecepatan aliran air di hilir ( $V_2$ )
- Mengukur panjang loncatan air dengan membaca gelembung-gelembung dan profil aliran yang terjadi. Seri II.a, II.b, II.c, III.a, III.b, III.c, IV.a, IV.b, IV.c, V.a dan V.b

Hasil dari penyelidikan grafik kemudian dibandingkan dengan seri I, yang pada akhirnya dapat diketahui apakah penambahan *baffle blocks* tersebut efektif mengurangi kecepatan aliran air di hilir kolam olak ( $V_2$ ) dan menambah ketinggian air di hilir ( $h_2$ ) serta memperpendek panjang olakan air ( $L_j$ ).

- 3) Kedalaman aliran setelah pusaran ( $h_2$ ) terhadap debit ( $Q$ ).

Dari hasil pengamatan kedalaman aliran setelah olakan ( $h_2$ ) akan dapat dibuat grafik hubungan antara tinggi air di hilir ( $h_2$ ) dengan debit ( $Q$ ).

Dari grafik batang hubungan antara kedalaman air di atas, tinggi muka air setelah olakan ( $h_2$ ) ( $\pm 68$  cm dari kolam olak), dengan debit aliran ( $Q$ ) terlihat bahwa pada debit kecil secara umum di setiap seri (pemakaian *baffle blocks*) ketinggian air di hilir ( $h_2$ ) lebih rendah dibandingkan seri I (*solid roller bucket*), dan hanya pada seri II terlihat sama dengan

seri I. Sedangkan pada debit yang tinggi di semua pemakaian *baffle blocks* kedalaman air lebih tinggi. Dari perlakuan tersebut dapat diketahui pemakaian *baffle blocks* yang paling efektif yaitu dengan cara mencari nilai kedalaman air yang paling besar. Sehingga didapat tiga alternatif *baffle blocks* yang paling efektif, yaitu: seri II.a, seri III.a, dan seri IV.a.

- 4) Hubungan kecepatan aliran setelah olakan ( $V_2$ ) dengan debit ( $Q$ ).

Sebenarnya hubungan kecepatan aliran setelah olakan ( $V_2$ ) dengan debit aliran ( $Q$ ), sudah dapat dilihat pada pembahasan hubungan ketinggian aliran setelah olakan ( $h_2$ ) dengan debit aliran ( $Q$ ). Karena semakin tinggi ketinggian suatu aliran dengan debit aliran yang tetap maka akan semakin lambat aliran tersebut. Pembahasan ini ditujukan hanya untuk memperjelas saja.

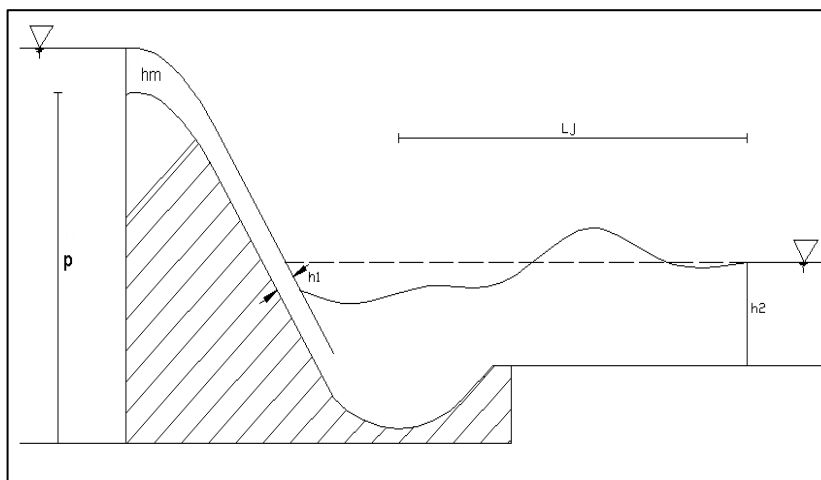
Di sini dapat terlihat untuk debit  $0,0028 \text{ m}^3/\text{s}$  kecepatan yang paling rendah adalah pada seri I dan seri II. Untuk debit  $0,0033 \text{ m}^3/\text{s}$  hasil terendah berada pada seri II.a dan seri III.a. Sedangkan pada debit  $0,0039 \text{ m}^3/\text{s}$  kecepatan terendah terdapat pada seri II.a, seri II.b dan seri III.a. Pada debit  $0,0046 \text{ m}^3/\text{s}$  nilai paling rendah ditunjukkan pada seri II.a dan seri III.a. Dan untuk debit  $0,005 \text{ m}^3/\text{s}$  nilai paling rendah ditunjukkan seri IV.a. Dari semua debit dapat diketahui perlakuan *baffle blocks* yang paling efektif terdapat pada seri II.a, seri III.a, dan seri IV.a

- 5) Perbandingan panjang pusaran ( $L_j$ ) dengan debit.

Panjang pusaran ( $L_j$ ) diukur dari pusat jari-jari bendung ( $R$ ) ke titik terjauh dari olakan. Dari perhitungan seluruh seri didapat sebuah hubungan tak berdimensi antara panjang pusaran ( $L_j$ ) dengan debit ( $Q$ )

Dari grafik di atas terlihat bahwa *baffle blocks* sangat efektif menentukan panjang pusaran dan semakin besar ukuran *baffle blocks* maka semakin pendek panjang pusarannya. Pada seri II *baffle blocks* diletakkan pada awal hulu kolam olak dengan susunan 2 baris secara bersilangan, sebagian air akan membentur *baffle blocks* bagian depan sedangkan sebagian lagi akan membentur *baffle blocks* bagian belakang, dengan susunan ini semua aliran akan terbentur *baffle blocks*. Sehingga olakan yang terjadi lebih pendek.

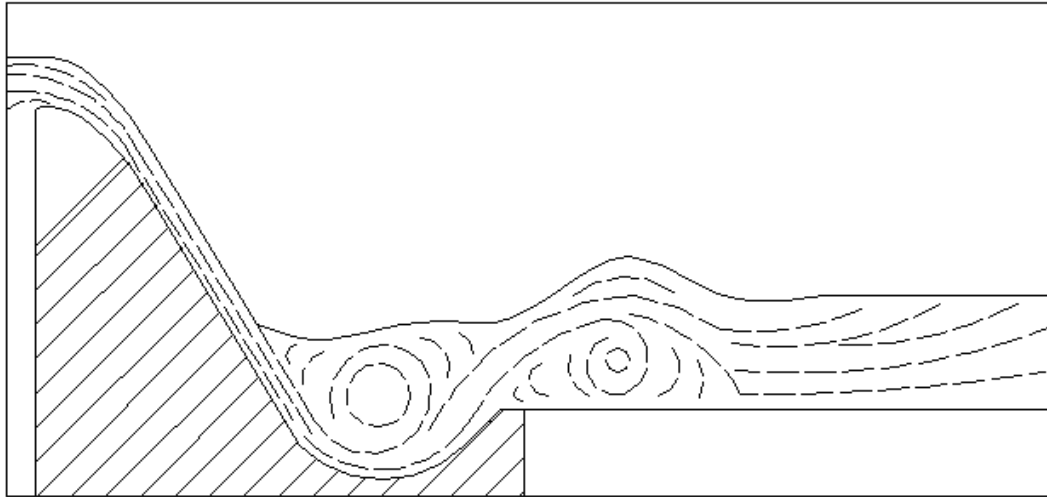
Dari grafik di atas didapatkan panjang pusaran air pada masing-masing perlakuan *baffle blocks*, mulai dari yang terbesar sampai yang terkecil : seri II.a, seri III.a, seri IV.a, seri II.b, seri V.a, seri IV.b, seri III.b, seri II.c, seri V.b, seri IV.c, serta seri III.c.



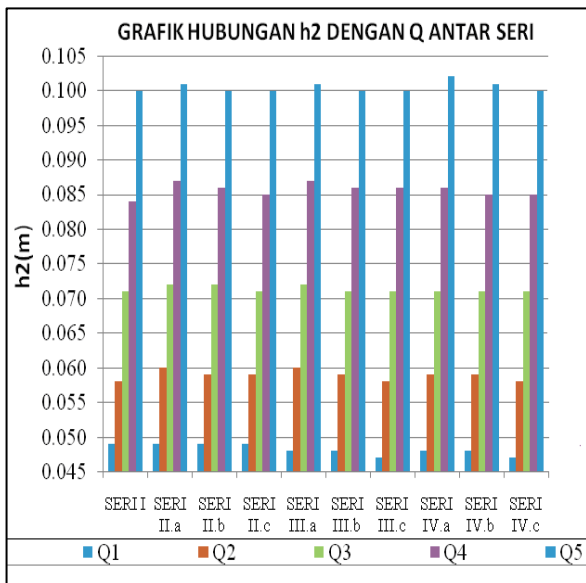
Keterangan :

- $Q$  : debit aliran ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- $p$  : tinggi bendung (m)
- $h_m$  : kedalaman air diatas mercu (m)
- $h_1$  : kedalaman air awal loncatan (m)
- $h_2$  : kedalaman muka air hilir (m)
- $L_j$  : panjang olakan (m)

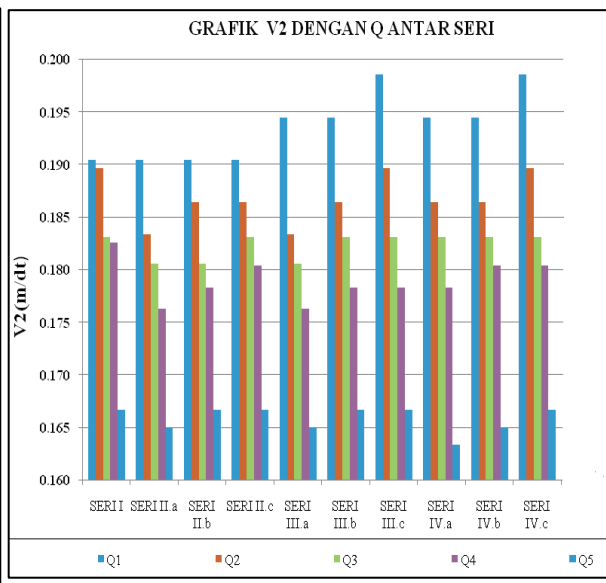
Gambar 9. Parameter yang diamati dan dicatat



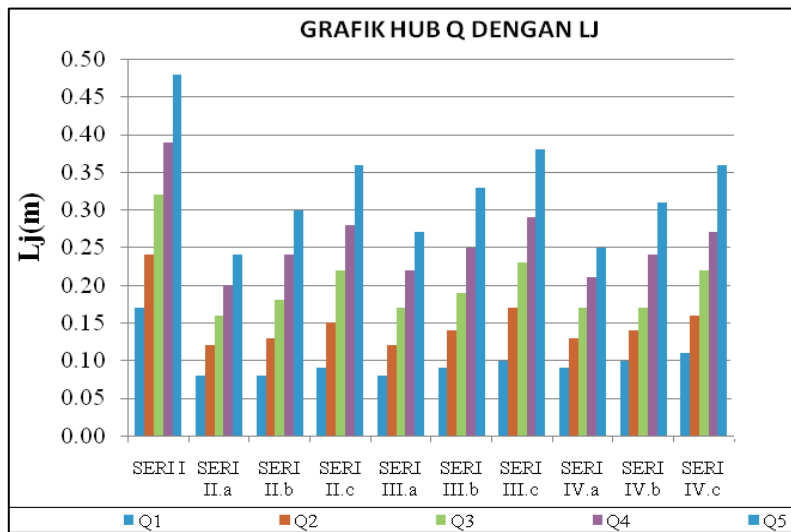
Gambar 10. Karakteristik pusaran air di kolam olak *solid roller bucket*.



Gambar 11. Grafik batang tinggi air setelah olakan ( $h_2$ ) dengan debit (Q)



Gambar 12. Grafik batang tinggi air setelah olakan ( $V_2$ ) untuk dengan debit (Q)



Gambar 13. Grafik hubungan panjang pusaran ( $L_j$ ) dengan debit (Q)





## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan uraian hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Desain Pelimpah untuk Embung Wonosari adalah tinggi: 7,00 m, Lebar : 10,50m, jari-jari bucket: 2,10 m.
2. Dengan mengacu pada uji model dapat diketahui bahwa baffle blocks yang paling efektif adalah pada seri II.a. yaitu baffle blocks ukuran 5R/12 (0,88 m) yang diletakan dua baris tegak lurus arah aliran secara bersilangan. Baris pertama diletakan di awal cekungan kolam olah, sedangkan baris kedua diletakan di tengah cekungan kolam olah.
3. Perlakuan seri II.a, seri III.a, dan seri IV.a merupakan tiga perlakuan yang baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

### Saran

Berdasarkan uraian hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Untuk penelitian lebih lanjut, dapat juga dilakukan dengan variasi bentuk baffle blocks.
2. Penelitian perlu dikembangkan dengan menggunakan radius lengkung kolam yang lebih bervariasi.

## DAFTAR PUSTAKA

Agnes. (1999). "Pengaruh Tataletak Baffle Block Pada Kolam Olakan USBR tipe IV Lantai Miring." Skripsi (Tidak diterbitkan) Universitas Sebelas Maret (UNS), Surakarta.

- Ari Praja, T. (2009). "Kajian Peredam Energi Pada Kolam Olah Tipe USBR Type Sollar Roller Bucket dengan Baffle Blocks Bentuk Kotak." Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Atmaja, I.T. (2003). "Efektifitas Ukuran Blok halang pada kolam olakan USBR IV." Skripsi (Tidak diterbitkan) Universitas Sebelas Maret (UNS), Surakarta.
- Boedijono, O. (1999). "Penanggulangan Gerusan Setempat (Local Scouring)." Tugas Akhir S1 Reguler Teknik Sipil UGM, Yogyakarta.
- Chow, V.T. (1992). *Hidrolika Saluran Terbuka*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Peterka, A.J. (1974). *Hydraulics Design Of Stilling Basin And Energy Dissipaters*. United States Department Of Interior, Bureau Of Reclamation, Denver, Colorado.
- Puslitbang SDA. (2008). *Pengkajian Hidraulik Bangunan Bendung Maryat Tipe Berganda Dengan Uji Model Fisik. Laporan Teknis*. Tidak diterbitkan, Jakarta.
- Mawardi, E. dan Memed, M. (2002). *Desain Hidraulik Bendung Tetap Untuk Irigasi Teknis*, Alfabeta, Bandung.
- Mays, L.W. (1999). *Hydraulic Design Handbook*, McGraw-Hill, New York, USA.
- Raju, Ranga K.J. (1986). *Aliran Melalui Saluran Terbuka*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Triatmodjo B. (1995). *Hidrolika II*. Beta Offset, Yogyakarta.
- Sudibyo. (2003). *Teknik Bendung*. PT Pradya Paramita, Jakarta.
- USBR. (1984). *Design of Small Dams*. USBR, Oxford and IBH Publishing CO, New Delhi. Bombay-Calcuta.