

# KAJIAN PENGARUH SLOTTED DAN *BAFFLE BLOCKS* PADA KOLAM OLAK *ROLLER BUCKET* TERHADAP PEREDAM ENERGI

## STUDY OF SLOTTED AND *BAFFLE BLOCK* IMPACT ON ENERGY DISSIPATION IN *ROLLER BUCKET* STILLING BASIN

Jaji Abdurrosyid, Putri Dyah Pratiwi

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta,

Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos I Surakarta, 57102 Indonesia,

e-mail: jarrosyid@yahoo.com , putri.dyah277@gmail.com

### ABSTRAK

Beberapa upaya yang dilakukan manusia untuk mengalirkan air dari sungai ke sawah salah satunya dengan membangun bendung. Akibat dari pembendungan, terjadi loncatan hidrolis di bagian hilir yang menyebabkan gerusan lokal. Hal ini terjadi apabila adanya perubahan jenis aliran superkritis menjadi subkritis. Guna mereduksi energi pada aliran, maka digunakan kolam olak tipe roller bucket dan baffle blocks. Gigi (slotted) pada kolam olak roller bucket memiliki fungsi memecah aliran, dan fungsi baffle blocks sebagai penambah reduksi energi di hilir. Sehingga bentuk dari gigi dan baffle blocks berperan dalam reduksi energi aliran. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh bentuk gigi dan baffle blocks dalam mereduksi energi kaitanya dengan angka Reynolds dan Froude.

Penelitian dilakukan di Laboratorium Hidraulika Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMS. Penelitian menggunakan open flume berukuran  $0,3 \times 0,6 \times 10$  m dengan kemiringan saluran 0,0058. Menggunakan pelimpah tipe ogee dan kolam olak tipe roller bucket dengan gigi segitiga, trapezium, setengah lingkaran dan baffle blocks tipe cekung, V, dan balok (kubus). Penelitian dilakukan dengan 12 seri, masing-masing seri dilakukan lima tahap running dengan lima macam variasi debit, sehingga total running sebanyak 60 running. Setiap debitnya dilakukan pengujian panjang loncat air dan kehilangan energi.

Hasil penelitian menunjukkan kolam olak roller bucket dengan gigi setengah lingkaran dan baffle blocks tipe cekung paling efektif menahan gaya tumbukan aliran, mereduksi turbulensi aliran, mereduksi panjang loncatan air, dan meredam energi. Hal tersebut dikarenakan garis singgung aliran pada polinom pangkat 2 mempunyai arah aliran yang memotong aliran awal. Sementara gigi dirasa kurang memberi banyak kontribusi dibanding peran dari baffle blocks.

**Kata kunci:** bendung, pelimpah ogee, roller bucket, gigi(slotted), baffle blocks, kecepatan air, turbulensi, loncatan hidrolis, peredaman energi.

### ABSTRACT

Humans have conducted several attempts to convey water from rivers to rice fields, such as by building weirs. As a result of obstructing the river flow, there is a hydraulic jump downstream which causes local scour. This happens when supercritical flow turns into subcritical flow. To reduce energy in the flow, roller bucket and baffle block stilling basin are used. Slotted in the roller bucket stilling basin has a function to break the flow, and the function of the baffle block is to reduce the energy downstream. So that the shape of the slot and block baffles play a role in reducing energy flow. The purpose of this study was to determine the effect of slot shape and baffle block in reducing the energy associated with Reynolds and Froude numbers.

This research was conducted at the Hydraulic Laboratory of the Civil Engineering Study Program at the Faculty of Engineering UMS. This study used an open flume of  $0.3 \times 0.6 \times 10$  m with a channel slope of 0.0058. Using ogee overflow and roller buckets stilling basin with triangular, trapezoidal, semi-circular and concave slot, V, and baffle blocks. The study was conducted with 12 series, each series carried out five (5) running stages with five variations of discharge, so that the total running were 60 runs. Each discharge was tested for hydraulic jump length and energy loss.

The results showed that roller bucket stilling basin with semi-circular slot and concave baffle blocks were most effective in resisting collision forces, reducing flow turbulence, reducing hydraulic jump length, and absorbing energy. That's because flow tangents in rank 2 polynomials have flow directions that cut off the initial flow. Whereas the slots are less contributing than the role of baffle blocks.

**Key words:** baffle blocks, energy dissipation, flow velocity, hydraulic jump, Ogee type, roller bucket, slotted, turbulence, weir,

### Pendahuluan

Bendung merupakan bangunan melintang sungai yang berfungsi menaikkan muka air di bagian hulu sampai pada ketinggian tertentu. Akibat dari pembendungan tersebut adalah adanya beda tinggi muka air pada bagian hulu dan hilir sehingga mengakibatkan terjadinya loncatan hidrolis. Hal tersebut berdampak terjadinya gerusan lokal.

Sehingga digunakan kolam olak *slotted roller bucket* untuk mereduksi gerusan. Terdapat *slot*/celah (bagian pada antar *slot* disebut gigi) pada kolam olak jenis ini yang berfungsi memecah aliran dan mengurangi fluktuasi permukaan air pada hilir spillway.

Tetapi, pada kenyataannya masih terjadi gerusan (Setiawan, 2013). Maka, pada ujung kolak dilengkapi dengan *baffle blocks* untuk menambah reduksi energi. Sehingga tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui bentuk gigi *slotted* dan *baffle blocks* paling efektif meredam energi pada kolam olak *slotted roller bucket*.

### Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan berkaitan dengan peredam energi pada kolam olak diantaranya:

Abdurrosyid, et.all. (2018) melakukan penelitian pengaruh variasi kemiringan tubuh hilir bendung dan penempatan *baffle blocks* pada kolam olak tipe *solid roller bucket* terhadap loncatan hidrolis dan peredaman energi. Dari hasil penelitian didapat *baffle blocks* yang diletakkan pada tengah radius lengkung adalah yang paling efektif dalam meredam turbulensi aliran di hilir pusanan.

Dwi (2015) melakukan penelitian tentang pengaruh penempatan *baffle blocks* tipe cekung parabolik dan setengah lingkaran pada bendung dengan kolam olak *solid roller bucket* terhadap panjang loncat air dan kehilangan energi. Didapat hasil susunan *baffle blocks* paling efektif dalam mereduksi energi kinetik aliran dan panjang loncatan air adalah *baffle blocks* tipe cekung parabolik dengan posisi awal radius lengkung kolam olak.

Gadang (2018) melakukan penelitian pengaruh penempatan *baffle blocks* tipe V terhadap reduksi panjang loncatan dan energi aliran pada pengalir bendung tipe *ogee*. Hasil penelitian didapat bahwa penempatan yang tepat, *baffle blocks* tipe V dapat

mereduksi energi kinetik hingga 74,36% dan mereduksi panjang loncatan air hingga 29,82%.

### Landasan Teori

Pelimpah merupakan salah satu komponen dari saluran pengatur aliran, dibuat untuk meninggikan muka air. Akibat dari pembendungan tersebut terjadi perubahan aliran yang cepat dan energi sangat besar yang menimbulkan gerusan di bawah pelimpah (Mays, 1999; Triatmodjo, 1995; Ranga Raju, 1986). Salah satu upaya mengurangi gerusan tersebut adalah dengan menggunakan bangunan peredam energi/kolam olak. Sering kali kolam olak dilengkapi dengan adanya *baffle blocks* untuk menambah efektifitas redaman energi (Peterka, 1974).

### Tipe Aliran pada Bendung

Saluran terbuka adalah saluran dengan muka air bebas. Tekanan permukaan air pada semua titik di sepanjang saluran adalah sama, biasanya merupakan tekanan atmosfer. Pengaliran melalui pipa (saluran tertutup) yang tidak penuh (terdapat muka air bebas) merupakan aliran terbuka (Triadmojo, 2003).

### Bilangan Reynolds

*Reynolds* dalam percobaannya menyimpulkan bahwa perubahan aliran laminar ke aliran turbulen terjadi untuk suatu harga disebut dengan bilangan *Reynolds* (Re). Angka ini menyatakan rasio perbandingan antara gaya kelembaman dan gaya kekentalan.

$$Re = \frac{v \cdot R}{\nu} \dots\dots\dots(1)$$

- dengan: Re = Angka *Reynolds*,  
 v = Kecepatan aliran (m/det),  
 R = Jari-jari hidrolis (m),  
 $\nu$  = Kekentalan kinematik (m<sup>2</sup>/det).

### Angka Froude

Akibat gaya gravitasi terhadap karakteristik aliran berdasarkan bilangan *Froude* (Fr) dibagi menjadi tiga yaitu, aliran kritis (Fr = 1), aliran subkritis (Fr < 1), aliran superkritis (Fr > 1). Angka *Froude* (Fr) merupakan rasio perbandingan antara gaya inersia dengan gaya gravitasi.

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot d_1}} \dots\dots\dots(2)$$

- dengan: Fr = Angka *Froude*,  
 v = Kecepatan aliran (m/det),  
 g = Percepatan gaya gravitasi (m/det<sup>2</sup>),

$d_1$  = Kedalaman aliran (m).

### Loncatan Air

Loncatan air merupakan gerakan air yang terjadi akibat aliran superkritis menjadi subkritis. Ven Te Chow, secara teoritis menggolongkan loncatan air menjadi beberapa tipe yang dipengaruhi oleh besarnya angka *Froude* (Fr), yaitu:

1. Loncatan berombak (*undular jump*) apabila angka *Froude* Fr = 1 – 1,7,
2. Loncatan lemah (*waek jump*) apabila angka *Froude* Fr = 1,7 – 2,5,
3. Loncatan berosilasi (*oscillation jump*) apabila angka *Froude* Fr = 2,5 – 4,5,
4. Loncatan tetap (*steady jump*) apabila angka *Froude* Fr = 4,5 – 9,0,
5. Loncatan kuat (*string jump*) apabila angka *Froude* Fr ≥ 9,0,

### Energi Spesifik

Energi spesifik pada suatu penampang saluran dinyatakan sebagai energi tiap satuan berat pada setiap penampang saluran diukur terhadap dasar saluran (Anggraini, 1997).

$$E_s = d \cdot \cos \theta + \alpha \cdot \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots(3)$$

- dengan:  $E_s$  = Energi Spesifik (m),  
 d = Kedalaman (m),  
 $\theta$  = Sudut kemiringan dasar saluran (°),  
 v = Kecepatan aliran (m/det),  
 g = Percepatan gaya gravitasi (m/det<sup>2</sup>).

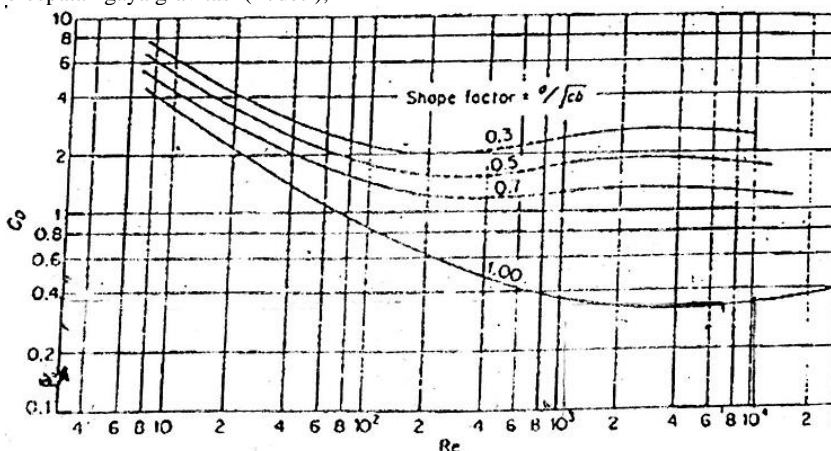
### Gaya Hambatan (Drag Force)

Gaya aliran yang menumbuk *baffle blocks* menimbulkan gaya reaksi yang sama ( $F_1 = F_2$ ). Gaya yang bekerja pada *baffle blocks* terhadap aliran pada kolam olak *roller bucket* dimisalkan seperti gaya hambat yang berkerja pada sedimen terhadap aliran.

$$F_D = C_D \cdot \frac{1}{2} \rho_w \cdot v^2 \cdot A = \tau \cdot A \dots\dots\dots(4)$$

- dengan:  $F_D$  = Gaya hambatan (N),  
 $C_D$  = *Coeffisient drag*/Koefisien hambatan,  
 $\rho_w$  = Rapat massa air (kg/m<sup>3</sup>),  
 v = Kecepatan aliran (m/dt),  
 A = Luas penampang basah (m<sup>2</sup>),  
 $\tau$  = Tegangan geser (N/m<sup>2</sup>).

$C_D$  dapat diketahui melalui gambar grafik hubungan  $C_D$ , Re, dan Sf oleh Schulz, Wilde, dan Albertson.

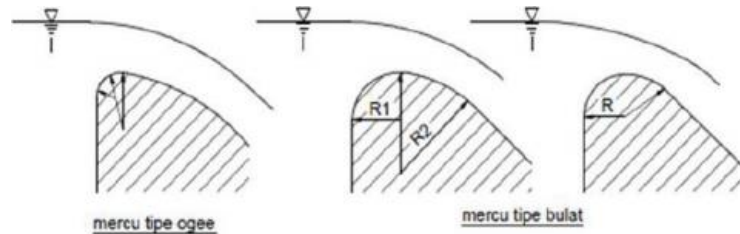


Gambar 1. Hubungan *Drag Coefficient* ( $C_D$ ) dengan Angka *Reynolds* (Re) untuk *Shape Factor* (Sf) (Abdurrosyid, 2003)

### Mercu Pelimpah

Bendung merupakan salah satu bangunan air yang dibangun melintang sungai guna meninggikan tinggi muka air sungai hingga ketinggian tertentu sehingga dapat dialirkan ke tempat

yang membutuhkan. Sedangkan mercu merupakan bagian paling atas dari pelimpah, yang berhubungan langsung dengan air yang melimpah. Sehingga bentuk mercu berpengaruh terhadap karakteristik aliran pada hilir. Pada umumnya di Indonesia terdapat dua tipe mercu pelimpah untuk bendung yaitu, tipe bulat dan tipe *Ogee*.



Gambar 2. Bentuk Mercu Tipe *Ogee* dan Tipe Bulat (KP-02)

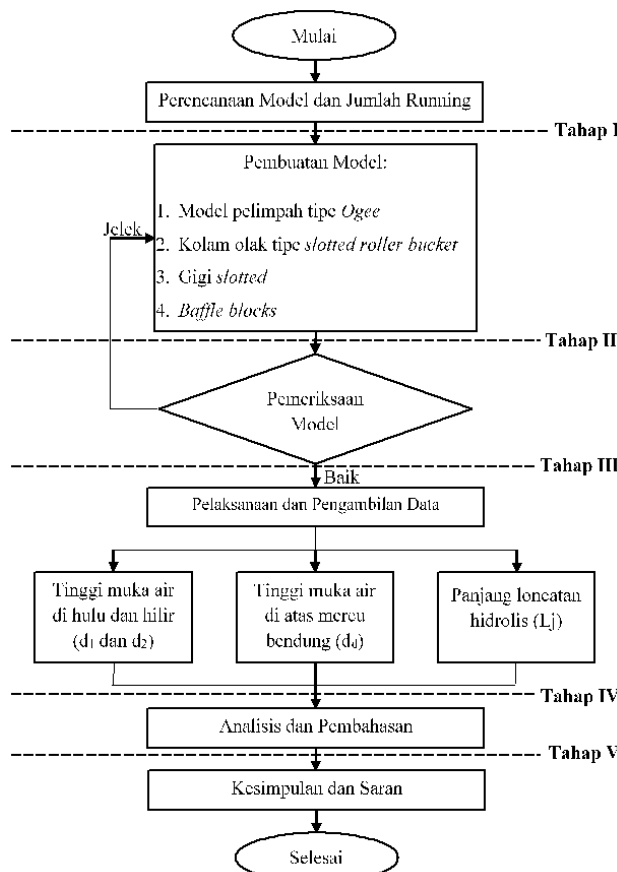
**Peredam Energi Tipe *Slotted Roller Bucket***

Disipasi energi kinetik pada kolam olak tipe *slotted roller bucket*, disebabkan oleh dua pusaran air yang terbentuk oleh perilaku hidrolis dari kolam olak ini, yaitu *surface roller* atau pusaran pada atas *bucket* yang bergerak berlawanan arah jarum jam (jika alirannya dari kiri ke kanan) dan *ground roller* atau pusaran pada hilir kolam olak bergerak searah jarum jam.



Gambar 3. Pemecahan Energi Kolam Olak *Slotted Roller Bucket* (Peterka, 1964)

**Metodologi Penelitian**



Gambar 4. Bagan Alur Penelitian

**Perencanaan Model Pelimpah**

Bangunan pelimpah didesain dengan debit (Q) maksimum agar dapat digunakan debit variasi yang beragam.

- a. Debit maksimum (Q) = 0,005 m<sup>3</sup>/det
- b. Lebar saluran = 0,30 m
- c. Tinggi pelimpah = 0,24 m
- d. Dicoba d<sub>d</sub> = 0,0384 m
- e. Kecepatan (v) =

$$v = \frac{Q}{(H + d_d) \cdot B}$$

$$v = \frac{0,005}{(0,24 + 0,0384) \cdot 0,30}$$

$$v = 0,0599 \text{ m}$$

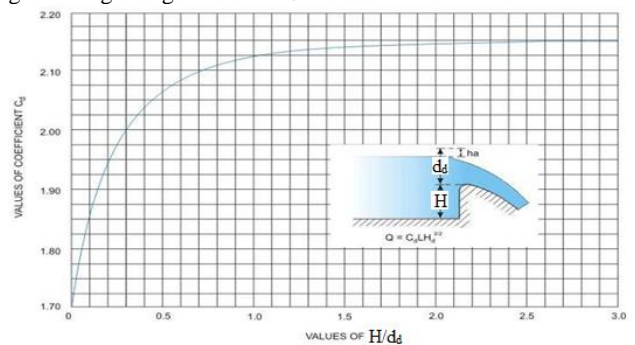
- f. Ketinggian tek. total (h<sub>c</sub>) =

$$h_c = d_d + \frac{v^2}{2g}$$

$$h_c = 0,0384 + \frac{0,0599^2}{2 \times 9,81}$$

$$h_c = 0,0386 \text{ m}$$

- g. Menghitung koefisien C<sub>d</sub>



Gambar 5. Hubungan Koefisien Peluapan Mercu *Ogee* Hubungan antara H/d<sub>a</sub> (*Hydraulic Structures for Flow Diversion and Storage*, Version 2 CE IIT – Kharangpur)

Dari gambar di atas dengan nilai H/d<sub>a</sub> = 6,25 dan ekstrapolasi dari persamaan y = 0,016x + 2,102 didapat nilai C<sub>D</sub> = 2,202, maka didapat kontrol debit (Q) berikut sebagai berikut:

$$Q = C_D \cdot B \cdot h_c^{\frac{3}{2}}$$

$$Q = 2,202 \times 0,3 \times 0,0386^{\frac{3}{2}}$$

$$Q = 0,005 \text{ m}^3/\text{dt}$$

**Perencanaan Kolam Olak**

- a. Debit maksimum (Q) = 0,005 m<sup>3</sup>/det
- b. Lebar efektif bendung (B) = 0,30 m
- c. Tinggi air di hilir bendung (d<sub>a</sub>) = 0,0384 m
- d. Tebal kolam olak (s<sub>1</sub>) = 0,017 m
- e. Kecepatan (v) =

$$v = \sqrt{2g \times \left(\frac{1}{2} d_a \times (H - s_1)\right)}$$

$$v = \sqrt{2 \times 9,81 \times \left(\frac{1}{2} \cdot 0,0384 + (0,24 - 0,017)\right)}$$

$$v = 2,1798 \text{ m/dt}$$

- f. Tinggi air pada mercu (d) =

$$d = \frac{Q}{(B \times v)} = \frac{0,005}{(0,30 \times 2,1798)} = 0,01 \text{ m}$$

g. Bilangan Froude (Fr) =

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \times d_1}} = \frac{2,1798}{\sqrt{9,81 \times 0,01}} = 7,960$$

h. Radius cekung bucket ( $R_{min}$ ) dari gambar 6 dengan bilangan Froude = 7,960 didapat:

$$\frac{R_{min}}{\left(d + \frac{v_1^2}{2g}\right)} = 0,195$$

$$R_{min} = 0,195 \times \left(0,01 + \frac{2,1798^2}{2 \times 9,81}\right) = 0,05 \text{ m}$$

i. Tinggi minimum tailwater ( $T_{min}$ ) dari gambar 7 dengan bilangan Froude = 7,960 dan

$$\frac{R_{min}}{\left(d + \frac{v_1^2}{2g}\right)} = 0,195 \text{ didapat:}$$

$$\frac{T_{min}}{d} = 12,36$$

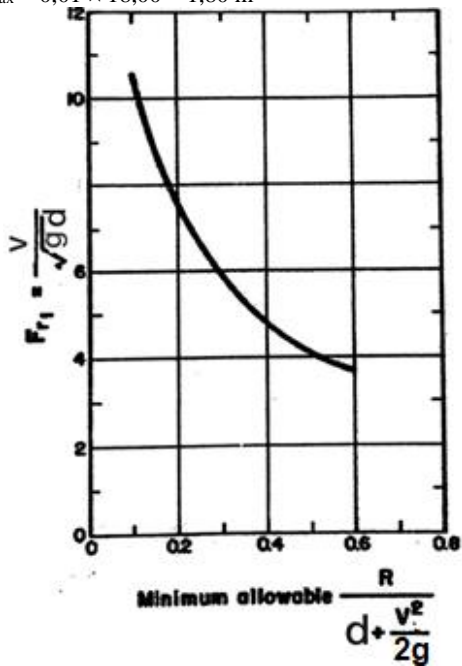
$$T_{min} = 0,01 \times 12,36 = 1,236 \text{ m}$$

j. Tinggi maksimum tailwater ( $T_{max}$ ) dari gambar 8 dengan bilangan Froude = 7,960 dan

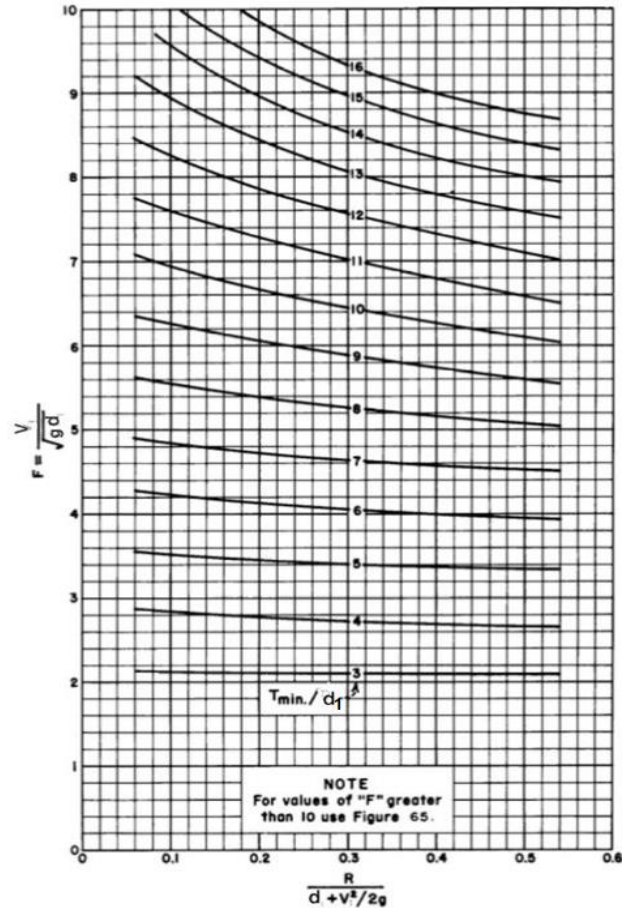
$$\frac{R_{min}}{\left(d + \frac{v_1^2}{2g}\right)} = 0,195 \text{ didapat:}$$

$$\frac{T_{max}}{d} = 18,00$$

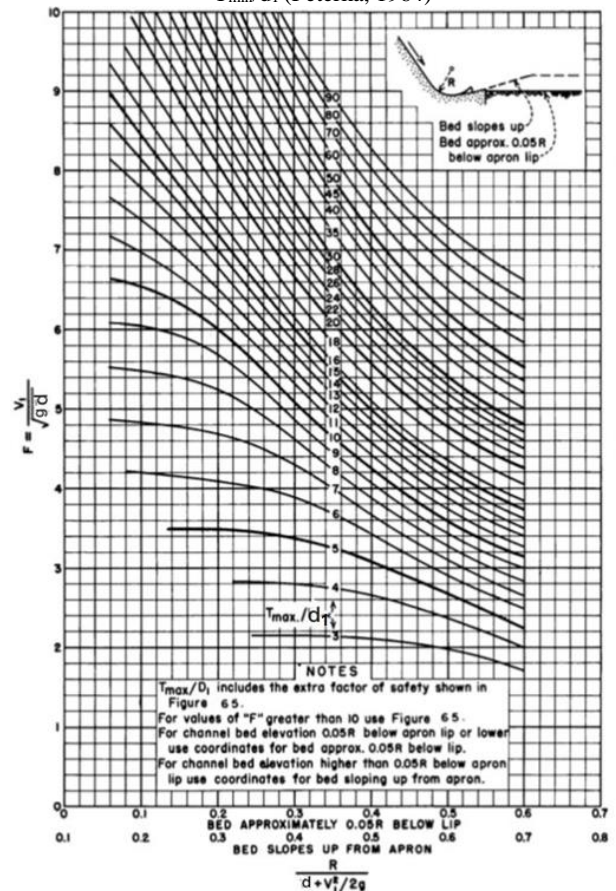
$$T_{max} = 0,01 \times 18,00 = 1,80 \text{ m}$$



Gambar 6. Hubungan antara Fr dengan Parameter Radius Bucket  $R/(d + V_1^2/2g)$  (Peterka, 1964)



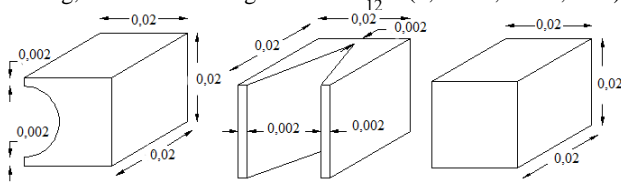
Gambar 7. Hubungan antara Fr dan  $R/(d + V_1^2/2g)$  dengan  $T_{min}/d_1$  (Peterka, 1964)



Gambar 8. Hubungan antara Fr dan  $R/(d + V_1^2/2g)$  dengan  $T_{max}/d_1$  (Peterka, 1964)

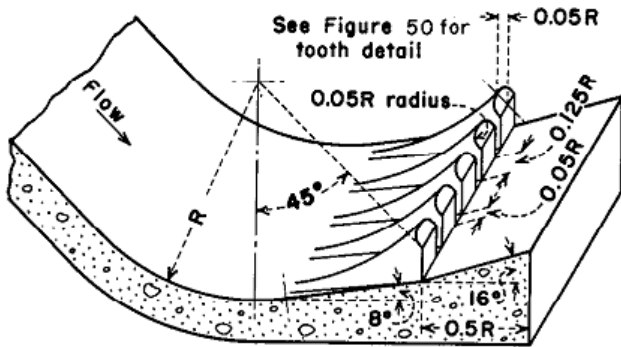
### Perencanaan Baffle Blocks

Baffle blocks terbuat dari balok kayu dengan variasi bentuk cekung, V dan kubus dengan dimensi  $\frac{5}{12}R$  ( $0,02 \times 0,02 \times 0,02$  m).



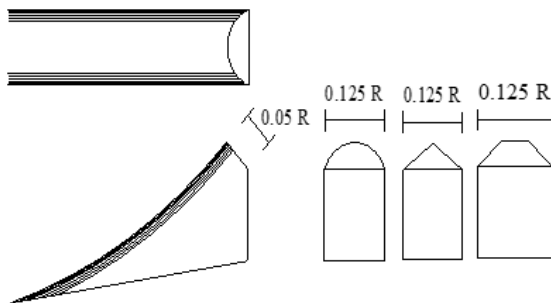
Gambar 9. Baffle Block Tipe Cekung, V, dan Kubus

### Perencanaan Gigi



Gambar 10. Kolam Olak Tipe Slotted Roller Bucket (Peterka, 1964)

Lebar gigi =  $0,125 \times R = 0,125 \times 0,05 = 0,006$  m  
 Lebar slot =  $0,05 \times R = 0,05 \times 0,05 = 0,003$  m



Gambar 11. Gigi Tipe Setengah Lingkaran, Segitiga, dan Trapezium

Tabel 1. Running Penelitian

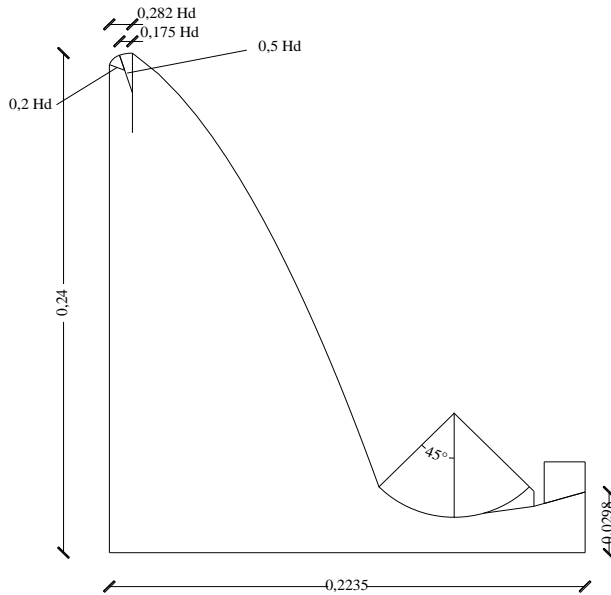
No	Seri	Bentuk Baffle Blocks	Bentuk Gigi
1	S01.X	-	Segitiga
2	S02.X	-	Segitiga
3	S03.X	-	Segitiga
4	S04.X	-	Segitiga
5	S05.X	-	Segitiga
6	T01.X	-	Trapezium
7	T02.X	-	Trapezium
8	T03.X	-	Trapezium
9	T04.X	-	Trapezium
10	T05.X	-	Trapezium
11	L01.X	-	Setengah Lingkaran
12	L02.X	-	Setengah Lingkaran
13	L03.X	-	Setengah Lingkaran
14	L04.X	-	Setengah Lingkaran

15	L05.X	-	Setengah Lingkaran
16	S01.K	Kubus	Segitiga
17	S02.K	Kubus	Segitiga
18	S03.K	Kubus	Segitiga
19	S04.K	Kubus	Segitiga
20	S05.K	Kubus	Segitiga
21	S01.V	V	Segitiga
22	S02.V	V	Segitiga
23	S03.V	V	Segitiga
24	S04.V	V	Segitiga
25	S05.V	V	Segitiga
26	S01.C	Cekung	Segitiga
27	S02.C	Cekung	Segitiga
28	S03.C	Cekung	Segitiga
29	S04.C	Cekung	Segitiga
30	S05.C	Cekung	Segitiga
31	T01.K	Kubus	Trapezium
32	T02.K	Kubus	Trapezium
33	T03.K	Kubus	Trapezium
34	T04.K	Kubus	Trapezium
35	T05.K	Kubus	Trapezium
36	T01.V	V	Trapezium
37	T02.V	V	Trapezium

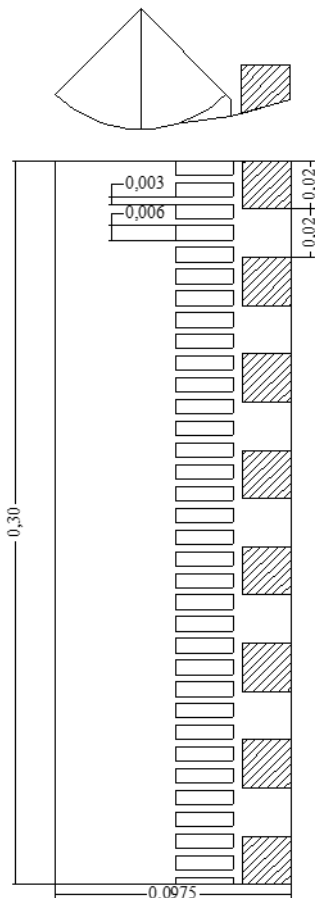
No	Seri	Bentuk Baffle Blocks	Bentuk Gigi
38	T03.V	V	Trapezium
39	T04.V	V	Trapezium
40	T05.V	V	Trapezium
41	T01.C	Cekung	Trapezium
42	T02.C	Cekung	Trapezium
43	T03.C	Cekung	Trapezium
44	T04.C	Cekung	Trapezium
45	T05.C	Cekung	Trapezium
46	L01.K	Kubus	Setengah Lingkaran
47	L02.K	Kubus	Setengah Lingkaran
48	L03.K	Kubus	Setengah Lingkaran
49	L04.K	Kubus	Setengah Lingkaran
50	L05.K	Kubus	Setengah Lingkaran
51	L01.V	V	Setengah Lingkaran
52	L02.V	V	Setengah Lingkaran
53	L03.V	V	Setengah Lingkaran
54	L04.V	V	Setengah Lingkaran
55	L05.V	V	Setengah Lingkaran
56	L01.C	Cekung	Setengah Lingkaran
57	L02.C	Cekung	Setengah Lingkaran
58	L03.C	Cekung	Setengah Lingkaran
59	L04.C	Cekung	Setengah Lingkaran
60	L05.C	Cekung	Setengah Lingkaran

Keterangan tabel:

- Huruf (X, C, K dan V) : Tanpa *baffle blocks* (X), *baffle blocks* tipe cekung (C), *baffle blocks* tipe kubus (K), dan *baffle blocks* tipe V (V)
- Angka (1, 2, 3, 4, dan 5): debit dengan lima variasi  
 $Q_1 = 0,00015 \text{ m}^3/\text{det}$        $Q_4 = 0,00040 \text{ m}^3/\text{det}$   
 $Q_2 = 0,00020 \text{ m}^3/\text{det}$        $Q_5 = 0,00050 \text{ m}^3/\text{det}$   
 $Q_3 = 0,00030 \text{ m}^3/\text{det}$
- Huruf (S, T, dan L): Bentuk gigi segitiga (S), gigi trapesium (T), dan gigi setengah lingkaran (L)



Gambar 12. Tampang Lintang Bendung Tipe Ogee dan Kolam Olak Tipe Slotted Roller Bucket

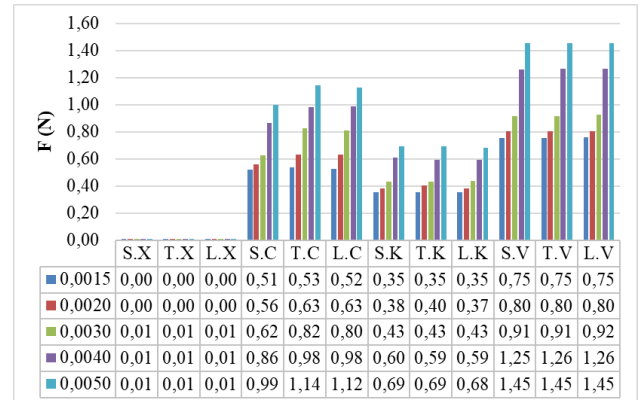


Gambar 13. Perletakan Gigi dan Baffle Blocks

## Hasil dan Pembahasan

Penelitian dilakukan dengan mengalirkan air pada flume melewati pelimpah ogee dengan 5 variasi debit ( $0,0015 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0,0020 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0,0030 \text{ m}^3/\text{det}$ ,  $0,0040 \text{ m}^3/\text{det}$ , dan  $0,0050 \text{ m}^3/\text{det}$ ) menggunakan pompa air, dilakukan pada 60 kali running penelitian. Hasil analisis meliputi:

### Gaya yang Ditahan Baffle Blocks

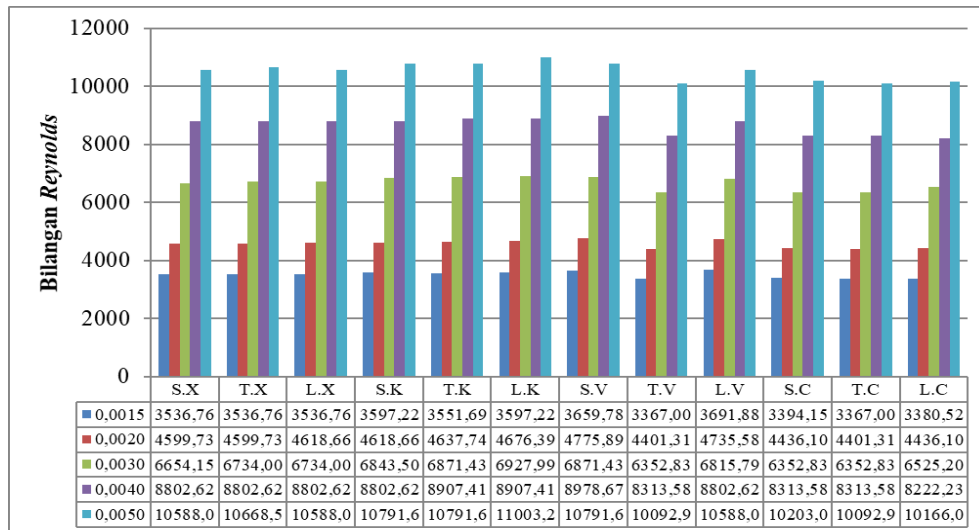


Gambar 14. Hubungan Variasi Debit ( $\text{m}^3/\text{dt}$ ) dengan F (N)

Gambar 14 menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan reduksi gaya yang signifikan terhadap perubahan bentuk gigi segitiga, setengah lingkaran atau trapezium. Perbedaan signifikan terjadi antara gaya yang tereduksi pada kolam olak *slotted roller bucket* tanpa *baffle blocks* dan dengan *baffle blocks*. Namun, dapat diketahui seri *baffle blocks* gigi tipe V mereduksi energi paling efektif.

Hipotesa awal ditinjau secara teknis, bahwa *baffle blocks* tipe V memiliki luas penampang lebih besar dibandingkan tipe cekung atau kubus. Hal ini disebabkan karena besarnya luas penampang yang menahan aliran berbanding lurus dengan nilai gaya aliran yang ditahan. Sehingga gaya yang ditahan *baffle blocks* tipe V lebih besar dibanding *baffle blocks* tipe yang lain.

## Bilangan *Reynolds* dengan Variasi Debit

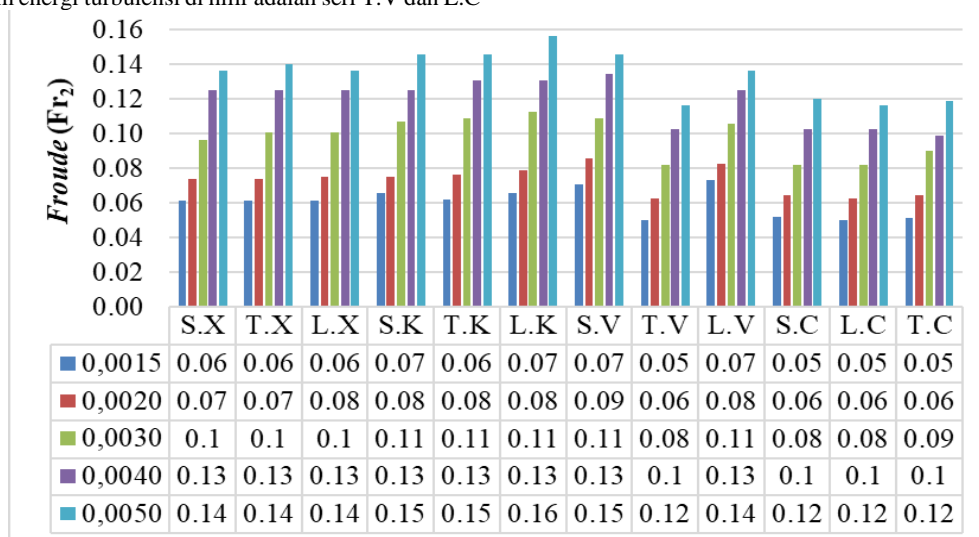


Gambar 15. Hubungan Variasi Debit ( $m^3/dt$ ) dengan Bilangan *Reynolds*

Gambar 15. menunjukkan bahwa semua aliran yang terjadi pada semua perlakuan adalah turbulen, karena memiliki nilai  $Re > 1000$ . Semakin bertambahnya debit aliran, bilangan *Reynolds* di hilir pusaran semakin besar. Hal ini dikarenakan kekentalan kinematik dianggap sama. Dari penelitian tersebut hasil paling efektif meredam energi turbulensi di hilir adalah seri T.V dan L.C

yang merupakan seri kolom olak gigi trapezium *baffle blocks* tipe V dan gigi setengah lingkaran *baffle blocks* tipe cekung.

## Angka *Froude* dengan Variasi Debit



Gambar 16. Hubungan Variasi Debit ( $m^3/det$ ) dengan Bilangan *Froude*

Gambar 16 menunjukkan bahwa semua aliran yang terjadi pada hilir kolom olak adalah aliran subkritis, karena besarnya  $Fr < 1$ . Semakin bertambahnya debit aliran, bilangan *Froude* di hilir pusaran semakin besar. Dari penelitian tersebut hasil paling efektif meredam energi turbulensi di hilir pusaran adalah seri T.V dan L.C yang merupakan seri kolom olak gigi trapezium *baffle blocks* tipe V dan gigi setengah lingkaran *baffle blocks* tipe cekung.

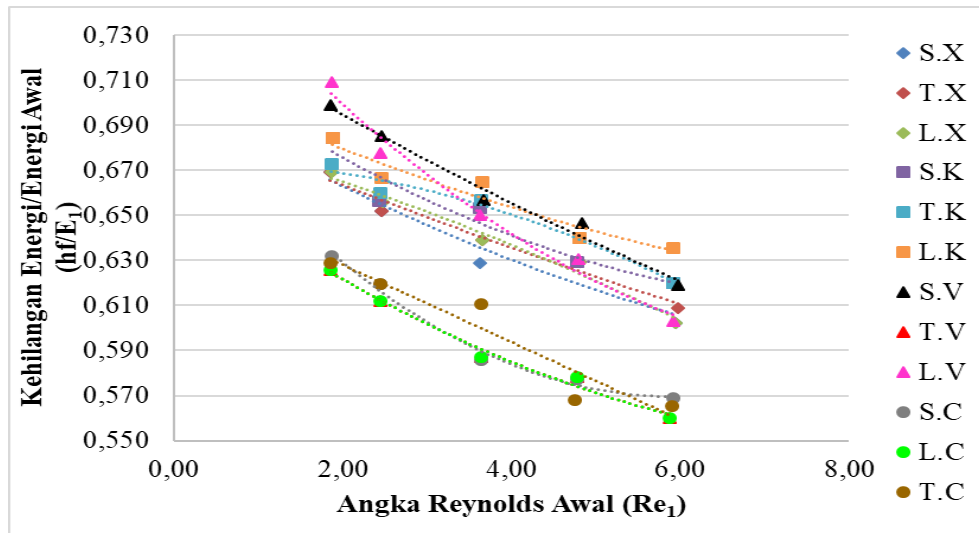
## Kehilangan Energi

Kolam olak dibuat untuk meredam energi, semakin besar kehilangan energi pada aliran tersebut, maka semakin baik peredaman energinya. Kehilangan energi pada aliran melalui tubuh bendung sampai dengan melewati pusaran air adalah hasil dari perhitungan energi di hulu bendung dikurangi dengan energi pada akhir olakan.

a. Dalam kaitan dengan angka *Reynolds*

Tabel 2. Koreksi Unjuk Kerja Kehilangan Energi Terhadap Energi Awal ( $hf/E_1$ ) dengan Angka *Reynolds* Awal ( $Re_1$ )

No	Seri	Re terhadap Re tanpa <i>baffle blocks</i> (%)	hf terhadap $E_1$ (%)	Chek
1	S.X	2,65%	63,63%	1,69%
2	T.X	2,19%	63,97%	1,40%
3	L.X	2,37%	63,91%	1,51%
4	S.C	6,87%	59,67%	4,10%
5	T.C	6,78%	59,85%	4,06%
6	L.C	7,36%	59,26%	4,36%
7	S.K	1,31%	64,86%	0,85%
8	T.K	1,00%	64,99%	0,65%
9	L.K	0,00%	65,82%	0,00%
10	S.V	0,10%	66,13%	0,07%
11	T.V	7,36%	59,26%	4,36%
12	L.V	1,36%	65,41%	0,89%



Gambar 17. Hubungan Perbandingan Kehilangan Energi Terhadap Energi Awal ( $hf/E_1$ ) dengan Angka *Reynolds* Awal ( $Re_1$ ) Regresi Polynomial

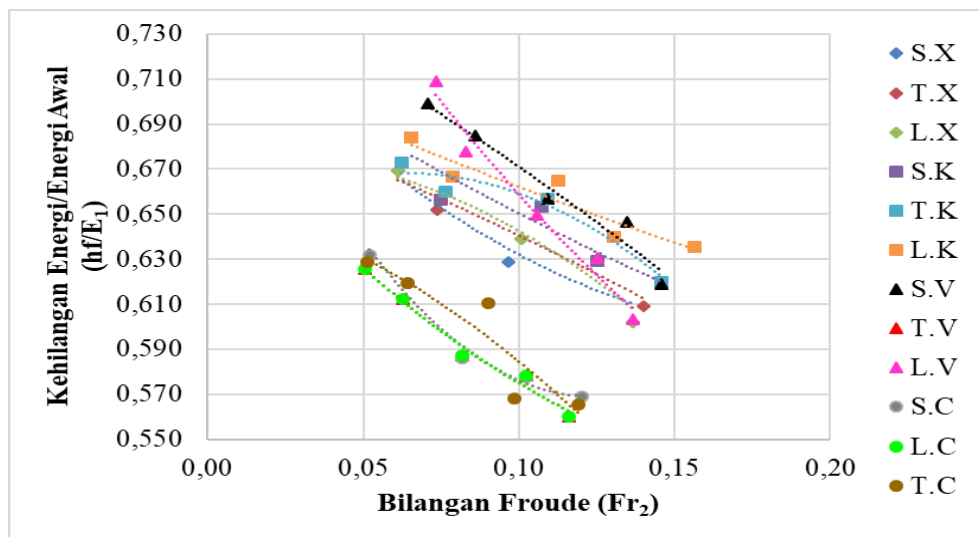
Tabel 2 di atas, menunjukkan bahwa bentuk gigi dan *baffle blocks* paling efektif untuk meredam energi aliran dan meredam turbulensi adalah seri L.C (yaitu gigi setengah lingkaran, *baffle blocks* tipe cekung) dengan persamaan polynomial didapat koefisien korelasi sebesar 0,9899 dan unjuk kerja sebesar 4,36%. Hubungan kehilangan energi ( $m^3/det$ ) dengan angka *Reynolds* menghasilkan persamaan yang paling efektif:

$$hf/E_1 = 0,0015Re_1^2 - 0,0274 Re_1 + 0,6703.$$

b. Dalam kaitan dengan bilangan *Froude*

Tabel 3. Koreksi Unjuk Kerja Kehilangan Energi Terhadap Energi Awal ( $hf/E_1$ ) dengan Bilangan *Froude* ( $Fr_2$ )

No	Seri	Fr terhadap Fr tanpa <i>baffle blocks</i> (%)	hf terhadap $E_1$ (%)	Chek
1	S.X	9,67%	63,63%	6,15%
2	T.X	8,20%	63,97%	5,25%
3	L.X	8,65%	63,91%	5,53%
4	S.K	4,95%	64,86%	3,21%
5	T.K	4,01%	64,99%	2,61%
6	L.K	0,35%	65,82%	0,23%
7	S.V	0,00%	66,13%	0,00%
8	T.V	24,26%	59,26%	14,38%
9	L.V	4,12%	65,41%	2,69%
10	S.C	22,87%	59,67%	13,64%
11	L.C	24,26%	59,85%	14,52%
12	T.C	22,47%	59,26%	13,32%



Gambar 18. Hubungan Perbandingan Kehilangan Energi Terhadap Energi Awal ( $hf/E_1$ ) dengan Bilangan *Froude* ( $Fr_2$ ) Regresi Polynomial

Tabel 3 di atas, menunjukkan bahwa bentuk gigi dan *baffle blocks* yang paling efektif untuk meredam loncatan air adalah seri L.V (yaitu gigi setengah lingkaran, *baffle blocks* tipe V) dengan persamaan polynomial didapat koefisien korelasi yaitu 0,9907 dan unjuk kerja sebesar 14,52%. Hubungan panjang loncatan air (m) dengan kehilangan energi ( $m^3/dt$ ) menghasilkan persamaan:

$$hf/E_1 = 3,7218Fr_2^2 - 1,5755Fr_2 + 0,6953$$

### Kesimpulan

Berdasarkan data penelitian serta hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa Reduksi gaya akibat tumbukan *baffle blocks* terbesar terjadi pada seri L.V (gigi setengah lingkaran,

*baffle blocks* V) yaitu sebesar 1,0413 N dan reduksi gaya terkecil terjadi pada seri L.X (gigi setengah lingkaran, tanpa *baffle blocks*) yaitu 0,0098 N. *Baffle blocks* yang paling efektif mereduksi gaya akibat tumbukan adalah tipe V. Dengan debit aliran yang sama dari variasi bentuk gigi dan *baffle blocks* tidak terjadi perbedaan yang signifikan terhadap reduksi energi. Perbedaan signifikan terjadi antara seri dengan *baffle blocks* dan tanpa *baffle blocks*. Angka *reynolds* terkecil terjadi pada seri L.C (gigi setengah lingkaran, *baffle blocks* cekung) dengan nilai  $Re = 6505,5352$  dan angka *Reynolds* terbesar terjadi pada seri L.X (gigi setengah lingkaran, tanpa *baffle blocks*) sebesar 7022,4610. Hal ini menunjukkan bahwa *baffle blocks* efektif meredam turbulensi



dibanding dengan gigi. *Baffle blocks* yang paling efektif meredam turbulensi adalah tipe cekung. Untuk meredam panjang loncatan air, seri L.C (gigi setengah lingkaran, *baffle blocks* cekung) dengan nilai bilangan *froude* sebesar 0,0827, dan bilangan *froude* terbesar dimiliki seri S.V (gigi segitiga, *baffle blocks* V) sebesar 0,1092. Efisiensi kehilangan energi dalam kaitannya dengan turbulensi berbanding terbalik dengan besarnya debit. Seri L.C (gigi setengah lingkaran, *baffle blocks* cekung) adalah yang

paling efektif, dengan angka unjuk kerja sebesar 4,36% dan angka korelasi 0,9899. Menghasilkan persamaan hubungan kehilangan energi dan turbulensi  $hf/E_1 = 0,0015Re_1^2 - 0,0274 Re_1 + 0,6703$ . Efisiensi kehilangan energi dalam kaitannya dengan panjang loncatan terbesar terjadi pada seri L.C (gigi setengah lingkaran, *baffle blocks* cekung) dengan unjuk kerja 14,52%, angka korelasi 0,9907, dan menghasilkan persamaan hubungan kehilangan energi dan loncatan air  $hf/E_1 = 3,7218Fr_2^2 - 1,5755Fr_2 + 0,6953$ .

## Daftar Pustaka

- Abdurrosyid, Jaji. 2003. *Transpor Sedimen*. Buku Ajar. Surakarta: FT Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Abdurrosyid, J., et.all. 2018. Influence of Baffle Block and Weir Downstream Slope at Stilling Basin of Solid Roller Bucket Type on Hydraulic Jump and Energy Dissipation. AIP Conference Proceedings. 1977 (1), 040031. 26 Juni 2018. ISBN: 978-0-7354-1687-1.
- Ackers, P. 1980. *Weirs and Flumes for Flow Measurement*. London: The Pitman Press.
- Anggrahaini. 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Surabaya: CV Citra Media.
- Anonim. 1973. *Design of Contol Dam*. United States Department of the Interior Bureau of Reclamation. Nevada.
- Anonim. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi*. Kriteria Perencanaan Bagian Bangunan Utama KP-02. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Anonim. 2014. *Module 4 Hydraulic Structures for Flow Diversion and Storage*. <http://nptel.iitm.ac.in/courses/Webcourse-contents/IIT%20Kharagpur/Water%20Resource%20Engineering/pdf/m4108.pdf>, IITM, Kharagpur, Diakses 25 Oktober 2014.
- Chow, V.T. 1985. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Erlangga.
- Dwi, S.N. 2015. "Pengaruh Penempatan Baffle Blocks Tipe Cekung pada Bendung Dengan Kolam Olak Solid Roller Bucket Terhadap Panjang Loncat Air dan Kehilangan Energi". Skripsi (tidak diterbitkan). Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Mawardi, Erman dkk. 2002. *Desai Hidraulik Bendung Tetap*. Bandung: Alfabeta.
- Mulyo, A. B. 2011. "Pengaruh Variasi Kemiringan pada Hulu Bendung dan Penggunaan Kolam Olak Tipe *Solid Roller Bucket* Terhadap Loncatan Air dan Gerusan Setempat". Skripsi (tidak diterbitkan). Surakarta: Universitas Negeri Sebelas Maret.
- Pembra, J. A. 2013. "Pengaruh Variasi Kemiringan Tubuh Hilir Bendung dan Penempatan Baffle Blocks pada Kolam Olak Tipe Solid Roller Bucket Terhadap Loncatan Hidrolis dan Peredaman Energi." Skripsi (tidak diterbitkan). Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Peterka, A. J. 1974. *Hydraulics Design Of Stilling Basin And Energy Disipaters*. Colorado: United States Department Of Interior, Bureau Of Reclamation. Nevada.
- Peturson, G. S. 2013. Model Investigation of a Low Froude Number Roller Bucket at Urridafos HEP. Tesis (tidak diterbitkan). Hjarðarhagi: Universitas of Iceland.
- Tauvan, A.P. 2009. "Kajian Peredam Energi Pada Kolam Olak Tipe Solid Roller Bucket Dengan Baffle Blocks Bentuk Kotak." Skripsi (tidak diterbitkan). Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Triatmodjo, B. 1995. *Hidrolika I*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Triatmodjo, B. 1995. *Hidrolika II*. Yogyakarta: Beta Offset.