

STUDI PENGARUH KONFIGURASI *BAFFLE BLOCKS* TERHADAP PEREDAMAN ENERGI PADA KONSTRUKSI BENDUNG

Muhammad Triyono Pratama Bahar¹, Ruzardi²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Email: 15511183@students.uii.ac.id

²Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Email: ruzardi@uui.ac.id

Abstract *A weir is a transverse river structure which has the function of changing the characteristic of the river, heightens the water elevation and deflects the water so it can be utilized. The events that can cause the collapse of a weir construction are the scouring downstream of the weir, so its need energy damper construction that can reduce the flow momentum, one of that is the form of baffle blocks. Therefore, baffle block installation research is carried out with variations in distance and form of the baffle blocks so the most optimal baffle blocks in reducing flow momentum can be obtained. This research was conducted in Civil Engineering Hydraulics Laboratory Faculty of Civil Engineering and Planning Islamic University of Indonesia by using a circulating flume and baffle blocks model that made using concrete mixtures. The baffle blocks model consists of two form, which are square and rhomb form which have dimensions of 10 cm x 10 cm x 7 cm. Then a research was conducted using 4 variations of baffle blocks in each form, variations in parallel and by turns and the number of different baffle blocks. Furthermore in addition to the variations there is also research by using groundsill on the weir downstream. The test results show that the biggest decrease in the number of Froude and loss of energy occurs in the baffle blocks variation 5 that is 29.2703% and 0.0534 m. If compared with using groundsill, the biggest decrease is, 31.7423% and 0.0633 m.*

Key words : Weir construction, Baffle blocks, Froude number, Groundsill, scour

1. PENDAHULUAN

Bendung merupakan bangunan melintang sungai yang memiliki fungsi mengubah karakteristik sungai, mempertinggi elevasi muka air sungai dan membelokkan air agar dapat mengalir ke saluran dan dapat digunakan untuk keperluan irigasi serta kebutuhan lainnya. Konstruksi bendung memiliki bagian-bagian tertentu. Dimana setiap bagian ini menopang seluruh konstruksi bendung. Setiap bagian memiliki detail dan fungsi yang khusus. Bagian-bagian inilah yang akan bekerja agar operasional suatu bendung dapat berjalan dengan baik.

Salah satu kejadian yang dapat menyebabkan runtuhnya suatu konstruksi bendung adalah dengan adanya gerusan

pada hilir bendung, gerusan ini dapat terjadi karena adanya limpasan air pada puncak bendung, ataupun adanya aliran air dibawah bendung yang dapat mengakibatkan adanya proses *degradasi* dan mengganggu keseimbangan konstruksi bendung.

Usaha untuk mengurangi terjadinya proses *degradasi* dengan cara menambahkan bangunan peredam energi seperti blok penghalang (*baffle blocks*), bangunan ini bersifat mereduksi momentum aliran yang akan menurunkan kecepatan aliran setelah terjadi loncatan air.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hidraulika Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam

Indonesia dengan pemasangan *baffle blocks* yang disusun dengan variasi bentuk, jarak dan posisi secara longitudinal dan lateral, sehingga didapatkan variasi susun *baffle blocks* yang paling optimal dalam mereduksi momentum aliran.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Salah satu bagian dari bangunan bendung adalah bangunan peredam energi, dimana bangunan ini berfungsi untuk meredam energi akibat loncatan air setelah melalui pelimpah. Terdapat tiga jenis peredam energi, yaitu olakan datar, loncatan dan bak pusran. Menurut Sidharta (1997) dijelaskan bahwa jenis olakan datar terdiri dari 4 tipe yaitu tipe I,II,III dan IV. Setiap jenis dan tipe kolam olak memiliki karakteristik yang berbeda. Pemilihan jenis dan tipe peredam energi akan berpengaruh kepada efektifitas dan efisiensi peredaman.

Jurnal “Pengaruh Variasi Kemiringan Tubuh Hilir Bendung dan Penempatan *Baffle blocks* pada Kolam Olak Tipe *Solid Roller Bucket* Terhadap Loncatan Hidrolis dan Peredam Energi” oleh Adiputra (2013). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kemiringan tubuh hilir bendung dan penempatan *baffle blocks* terhadap loncatan hidrolis dan peredam energi.

Jurnal “Studi Gerusan di Hilir Bendung Kolam Olak Tipe *Vlughter* dengan Perlindungan *Groundsill*” oleh Daning (2018). Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik aliran, gerusan yang terjadi, pola gerusan dan pengaruh waktu terhadap kedalaman gerusan yang terjadi dihilir bendung akibat penambahan kolam olak tipe *vlughter* dan *groundsill*.

Jurnal “*Baffle blocks* Bentuk Balok Sebagai Peredam Energi Pada Kolam Olakan Bendung Tipe USBR-IP” oleh

Rahadian (2008). Penelitian ini bertujuan untuk meredam loncatan air (Lj) yang terjadi pada kolam olak USBR II. Kolam olak USBR II dimana peredaman energy terjadi karena gesekan diantara molekul-molekul air didalam kolam dan dibantu oleh perlengkapan yang dibuat berupa gigi pemencar aliran dipinggir udik dasar kolam dan ambang bergerigi di pinggi hilirnya.

3. LANDASAN TEORI

3.1 Bendung

Bendung merupakan bangunan melintang sungai atau sudetan yang sengaja dibentuk dengan kelengkapan yang dibangun di buat untuk meninggikan elevasi muka air sehingga air dapat disadap dan dialirkan secara gravitasi sesuai dengan kebutuhan dan untuk mengendalikan aliran, angkutan sedimen dan geometri sungai sehingga air dapat dimanfaatkan secara efektif,efisien, optimal dan aman. (Mawardi, 2010).

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia 03-2401-1991 tentang pedoman perencanaan hidrologi dan hidraulik untuk bangunan di sungai adalah bangunan ini dapat didesain dan dibangun sebagai bangunan tetap. Bendung gerak, atau kombinasinya, dan harus dapat berfungsi untuk mengendalikan aliran dan angkutan muatan di sungai sedemikian sehingga dengan menaikkan muka airnya, air dapat dimanfaatkan secara efisien sesuai dengan kebutuhannya.

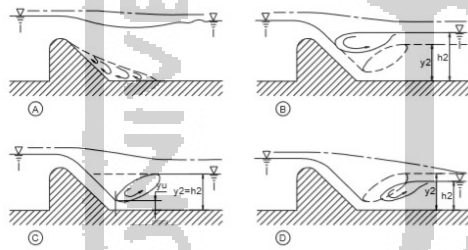
Bendung dapat diklasifikasikan berdasarkan tipe strukturnya, yaitu:

- 1 Bendung tetap, merupakan jenis bendung yang tinggi pembendungannya tidak dapat diubah, sehingga muka air di hulu bendung tidak dapat diatur sesuai dengan yang dikehendaki. Pada bendung tetap elevasi muka air di hulu bendung berubah sesuai dengan debit sungai yang sedang melimpas. Bendung tetap biasanya dibangun pada daerah

hulu sungai. Pada daerah hulu sungai kebanyakan tebing-tebing sungai yang elative lebih curam dari pada di daerah hilir.

- 2 Bendung gerak, merupakan jenis bendung yang tinggi pembendungannya dapat diatur atau diubah sesuai dengan kebutuhan. Pada bendung gerak elevasi muka air di hulu bendung dapat dikendalikan naik atau turun sesuai yang dibutuhkan dengan membuka atau menutup pintu air. Bendung gerak biasanya dibangun di hilir sungai atau muara.

Aliran di atas bendung di sungai dapat menunjukkan berbagai perilaku di sebelah bendung akibat kedalaman air yang menyajikan kemungkinan-kemungkinan yang terjadi dari pola aliran di atas bendung.



Gambar 1 Loncatan Air
(sumber: kp-02)

Kolam olak adalah suatu konstruksi yang berfungsi sebagai peredam energi yang terkandung dalam aliran dengan memanfaatkan loncatan hidraulis dari suatu aliran yang berkecepatan tinggi. Dalam perencanaan kolam olak tergantung pada energi yang masuk yang dinyatakan dengan bilangan Froude, dan tergantung juga pada bahan konstruksi yang digunakan untuk kolam olak. Berdasarkan bilangan Froude, dapat dibuat

pengelompokan-pengelompokan berikut ini dalam perencanaan kolam (KP 04, 1986)

- 1 Untuk $Fr \leq 1,7$ tidak diperlukan kolam olak, pada saluran tanah bagian hilir harus dilindungi dari bahaya erosi, saluran pasangan batu atau beton tidak memerlukan lindungan khusus
- 2 Bila $1,7 < Fr < 2,5$ maka kolam olak diperlukan untuk meredam energi secara efektif. Pada umumnya kolam olak dengan ambang ujung mampu bekerja dengan baik. Untuk penurunan muka air $\Delta Z < 1,5$ m dapat dipakai bangunan terjun tegak.
- 3 Jika $2,5 < Fr \leq 4,5$ maka akan timbul situasi yang paling sulit dalam memilih kolam olak yang tepat. Loncatan air tidak terbentuk dengan baik dan menimbulkan gelombang sampai jarak yang jauh di saluran. Cara mengatasinya adalah mengusahakan agar kolam olak untuk bilangan Froude ini mampu menimbulkan olakan (turbulensi) yang tinggi dengan blok halangnya atau menambah intensitas pusaran dengan pemasangan blok depan kolam. Blok ini harus berukuran besar (USBR tipe IV). Tetapi pada prakteknya akan lebih baik untuk tidak merencanakan kolam olak jika $2,5 < Fr < 4,5$. Sebaiknya geometrinya diubah untuk memperbesar atau memperkecil bilangan Froude dan memakai kolam dari kategori lain.
- 4 Jika $Fr \geq 4,5$ ini akan merupakan kolam mini pendek. Tipe ini, termasuk kolam olak USBR tipe III yang dilegkapi dengan blok depan dan blok penghalang. Kolam loncat air yang sama dengan tangga di bagian ujungnya akan jauh lebih Panjang dan mungkin harus digunakan dengan pasangan batu.

3.2. Aliran Subkritis, Kritis, dan Superkritis

Parameter yang dapat menentukan ketiga jenis aliran tersebut adalah hubungan antara gaya gravitasi dan gaya inersia, yang dinyatakan dengan bilangan Froude (Fr). Untuk berbentuk persegi, bilangan Froude didefinisikan sebagai berikut:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \times h}} \quad (3.1)$$

Dengan

v = kecepatan aliran (m/s)

h = kedalaman aliran (m)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

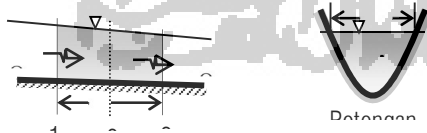
$\sqrt{(g \cdot h)}$ = kecepatan gelombang dangkal

Menurut Triatmodjo (2012), penggolongan jenis lairan dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan di atas adalah sebagai berikut:

1. Aliran subkritis, terjadi apabila $Fr < 1$
2. Aliran super kritis, terjadi apabila $Fr > 1$, dan
3. Aliran kritis, terjadi apabila $Fr = 1$

3.3. Hukum Konservasi Massa

Menurut Triatmodjo (2013), apabila zat tak kompresibel mengalir secara kontiniu melalui pipa atau saluran terbuka, dengan tampang aliran konstan ataupun tidak konstan, maka volume zat cair yang lewat tiap satuan waktu adalah sama di semua tampang. Kondisi seperti ini dapat disebut dengan hokum kontinuitas aliran zat cair.



Gambar 2 Kontinuitas aliran dalam suatu pias

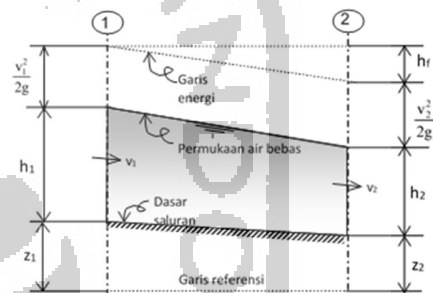
Q = konstan, atau

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 V_1 = A_2 V_2$$

3.4. Hukum Konservasi Energi

Hukum Bernoulli menyatakan bahwa jumlah energi air dari setiap aliran yang melalui suatu penampang saluran, dapat dinyatakan sebagai jumlah fungsi air, tinggi tekanan dan tinggi kecepatan.



Gambar 3 Kontinuitas aliran dalam suatu pias

Menurut prinsip kekekalan energi, jumlah fungsi energi pada penampang 1 di hulu akan sama dengan jumlah fungsi energi pada penampang 2 di hilir dan fungsi h_f diantara kedua penampang tersebut.

$$z_1 + h_1 + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + h_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h_f$$

dimana :

z = fungsi titik diatas garis referensi

h = fungsi tekanan di suatu titik

v = kecepatan aliran

g = gaya gravitasi bumi

h_f = kehilangan energi primer

3.5. Gerusan

Gerusan merupakan suatu fenomena alam yang disebabkan oleh erosi yang disebabkan oleh aliran air pada dasar dan tebing sungai. Neil (1937) dalam Fitria, N (2014) mengatakan gerusan adalah penurunan dasar sungai yang disebabkan

terjadinya erosi di bawah elevasi permukaan alami atau datum yang diasumsikan. Gerusan adalah suatu proses keadaan sungai semakin dalam karena interaksi antara aliran dengan material dasar sungai (legono, 1990). Perubahan pola aliran yang melewati suatu penampang sungai sehingga partikel-partikel dasar sungai akan terangkut dan ditransportasikan dari daerah asalnya selapis demi selapis dan hal ini terjadi terus menerus sampai menjadi keseimbangan dasar sungai yang baru.

Raudkivi dan Eltema (1982) dalam Abdurrosyid, J. dkk (2009) mengatakan bahwa gerusan dapat dibedakan menjadi tiga tipe yaitu gerusan secara umum (*general scour*) yang diakibatkan adanya energi dari aliran, gerusan terlokalisir (*localized scour / constriction scour*) yang diakibatkan oleh penyempitan alur sungai, dan gerusan lokal (*local scour*) yang terjadi karena pola aliran lokal di sekitar bangunan sungai.

Ketiga tipe ini dapat terjadi bersamaan namun pada lokasi yang berbeda. Gerusan terlokalisir dan gerusan lokal selanjutnya dapat dibedakan menjadi dua kondisi, yaitu:

1. Kondisi gerusan dengan air jernih (*clear water scour*), terjadi ketika material dasar di hulu bangunan dalam keadaan diam (tidak ada gerakan material dasar).
2. Kondisi gerusan dengan air tidak jernih (*live bed scour*), terjadi disertai adanya angkutan sedimen dari material dasar, terjadi ketika kondisi aliran dalam saluran menyebabkan material dasar bergerak

Menurut Wiyono H.S dkk, 2006, parameter yang mempengaruhi pada gerusan, meliputi:

1. Kondisi fluida, yaitu:
 - a. Kerapatan (ρ)
 - b. Kekentalan / viskositas kinematis (ν)
 - c. Gravitasi (g)
 - d. Kecepatan (V)
 - e. Kedalaman aliran (d_0)
2. Kondisi dasar sungai, yaitu:
 - a. Diameter butiran sedimen (D_s)
 - b. Kerapatan massa (ρ_s)
 - c. Distribusi butiran
 - d. Bentuk butiran

4. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan memberikan variasi susunan perletakan *baffle blocks*. Dalam memudahkan pengambilan data maka dari setiap variasi akan dibuat sebuah notasi, antara lain sebagai berikut.

Tabel 1 Variasi Susunan *Baffle blocks*

| Ket. | Gambar | Ket. | Gambar |
|-----------|--------|-----------|--------|
| Variasi 1 | | Variasi 2 | |
| Variasi 3 | | Variasi 4 | |
| Variasi 5 | | Variasi 6 | |
| Variasi 7 | | Variasi 8 | |
| Variasi 9 | | | |

Penelitian ini menggunakan data primer yang berasal dari percobaan yang dilakukan di Laboratorium Hidrolika Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Berikut langkah-langkah dalam pengambilan data pada penelitian ini.

1. Mengatur sudut aliran *hidrolic flume* dan mengukur dimensi saluran dan kolam penampungan akhir.

2. Menghidupkan mesin pompa air agar kolam penampungan pertama terisi penuh.
3. Mengalirkan air dengan memutar tuas.
4. Mengatur bukaan tuas agar mendapatkan aliran yang diinginkan, lalu menghitung debit aliran menggunakan metode volumetrik dengan mengukur volume air yang tumpah pada kolam penampung dan waktu penampungannya.
5. Setelah aliran air, kemudian mengamati beberapa parameter karakteristik aliran, parameter untuk karakteristik aliran adalah sebagai berikut.
 - a. Tinggi kedalaman air di hulu (h_1).
 - b. Tinggi kedalaman air di tengah (h_2).
 - c. Tinggi kedalaman air di hilir (h_3).
6. Kemudian menutup tuas agar aliran air berhenti.
7. Percobaan poin ke-2 sampai ke-5 dilakukan secara berulang dengan merubah putaran tuas, hingga mendapatkan jumlah putaran sesuai dengan debit yang diinginkan.
8. Pengujian selanjutnya dengan menggunakan perlingudng *baffle blocks*. Pengujian ini dilakukan berkali-kali dengan susunan yang berbeda sesuai dengan variasi penelitian.
9. Untuk pengujian menggunakan *baffle blocks* yang pertama dilakukan adalah memasang *baffle blocks* sesuai dengan variasi bentuk dan konfigurasi yang sudah ditentukan dengan menggunakan lem, lalu di tunggu selama 30 menit hingga lem mengeras.
10. Selanjutnya hidupkan mesin pompa dan putar tuas sesuai dengan pengujian sebelumnya.
11. Setelah air mengalir amati karakteristik aliran. Ketika aliran sudah terlihat stabil maka selanjutnya akan dilakukan

- pengamatan terhadap tinggi muka air dan waktu penampungan di kolam penampungan akhir.
12. Pengamatan waktu penampungan dilakukan setiap penambahan 3 cm tinggi muka air.
 13. Selama melakukan pengamatan di kolam penampungan, dilakukan juga pengamatan tinggi aliran air pada *hidrolic flume*. tinggi aliran yang diamati sebagai berikut:
 - a. Tinggi kedalaman air di hulu (h_1).
 - b. Tinggi kedalaman air di setiap baris *baffle blocks* (b).
 - c. Tinggi kedalaman air di hilir (h_3).
 14. Setelah mendapatkan data di atas, kemudian *baffle blocks* yang sudah dipasang dicabut kembali tanpa menutup tuas.
 15. Kemudian amati aliran yang terjadi ketika *baffle blocks* telah dilepas dan melakukan pengamatan sama dengan percobaan poin ke-11 sampai ke-13.
 16. Setelah mendapatkan semua data di atas tutup tuas dan matikan mesin pompa, kemudian kuras air didalam kolam penampungan agar dapat digunakan kembali untuk pengujian berikutnya.
 17. Kemudian hitung debit aliran (Q), kecepatan aliran (V) dan *Froude number* (Fr) dari hasil pengamatan.
 18. Percobaan poin ke-9 sampai ke-15 dilakukan secara berulang dengan merubah konfigurasi dan bentuk *baffle blocks*, hingga mendapatkan semua perhitungan yang dilakukan dan perbandingan peredaman energi dari setiap konfigurasi dan bentuk *baffle blocks*.

Data yang sudah diperoleh dari hasil penelitian selanjutnya akan dianalisis untuk mendapatkan suatu kesimpulan.

Langkah-langkah dalam menganalisis data adalah sebagai berikut.

1. Menghitung debit dari setiap pengujian. Perhitungan debit dilakukan dengan parameter volume tampungan (Vol) dan waktu penampungan (t).
2. Menghitung kecepatan aliran rata-rata dari hasil perhitungan debit yang sudah didapatkan.
3. Menghitung angka Froude dan Reynold untuk mengetahui karakteristik aliran dari setiap pengujian.
4. Menghitung peredaman energi akibat perlindungan *baffle blocks* yang terjadi di hilir bendung.
5. Membuat grafik perbandingan peredaman energi dari perbedaan susunan *baffle blocks*.

5. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis

Data yang diperoleh harus dianalisis untuk mendapatkan hasil sesuai dengan yang dibutuhkan dalam penelitian. penjabaran analisis data akan disajikan satu sample perhitungan saja dan perhitungan yang sama akan direkap didalam tabel. Beberapa sampel perhitungan yang akan diuraikan adalah sebagai berikut.

1. Luas aliran air (A)
2. Debit Aliran (Q).
3. Kecepatan aliran pada saluran (V).
4. Angka Froude (Fr).
5. Persentase penurunan angka Froude
6. Kehilangan energi

Berikut merupakan tabel hasil perhitungan kecepatan aliran dan angka Froude berdasarkan data yang dihasilkan pada percobaan di laboratorium

Tabel 2 Hasil Perhitungan

| Variasi | Keterangan | Kec. (V) (m/s) | Fr di hilir |
|---------|--------------------|----------------|-------------|
| Var. 1 | <i>Baf. blocks</i> | 0.2610 | 0.4811 |
| | Tanpa <i>bb</i> | 0.2829 | 0.5398 |
| Var. 2 | <i>Baf. blocks</i> | 0.2610 | 0.4811 |
| | Tanpa <i>bb</i> | 0.2829 | 0.5398 |
| Var. 3 | <i>Baf. blocks</i> | 0.2373 | 0.4170 |
| | Tanpa <i>bb</i> | 0.2731 | 0.5121 |
| Var. 4 | <i>Baf. blocks</i> | 0.2526 | 0.4580 |
| | Tanpa <i>bb</i> | 0.2829 | 0.5398 |
| Var. 5 | <i>Baf. blocks</i> | 0.1957 | 0.3125 |
| | Tanpa <i>bb</i> | 0.2475 | 0.4418 |
| Var. 6 | <i>Baf. blocks</i> | 0.2237 | 0.3818 |
| | Tanpa <i>bb</i> | 0.2640 | 0.4867 |
| Var. 7 | <i>Baf. blocks</i> | 0.2303 | 0.3987 |
| | Tanpa <i>bb</i> | 0.2640 | 0.4867 |
| Var. 8 | <i>Baf. blocks</i> | 0.2610 | 0.4811 |
| | Tanpa <i>bb</i> | 0.3168 | 0.6398 |
| Var. 9 | <i>Baf. blocks</i> | 0.2447 | 0.4367 |
| | Tanpa <i>bb</i> | 0.3168 | 0.6398 |

Tabel 3 Perhitungan penurunan Fr dan Hf

| Variasi | Keterangan | Penurunan Fr (%) | Kehilangan energi (Hf) (m) |
|---------|--------------------|------------------|----------------------------|
| Var. 1 | <i>Baf. blocks</i> | 10.8704 | 0.0206 |
| | Tanpa <i>bb</i> | | |

| | | | |
|--------|--------------------|---------|--------|
| Var. 2 | <i>Baf. blocks</i> | 10.8704 | 0.0131 |
| | Tanpa <i>bb</i> | | |
| Var. 3 | <i>Baf. blocks</i> | 18.5684 | 0.0380 |
| | Tanpa <i>bb</i> | | |
| Var. 4 | <i>Baf. blocks</i> | 15.1482 | 0.0151 |
| | Tanpa <i>bb</i> | | |
| Var. 5 | <i>Baf. blocks</i> | 29.2703 | 0.0534 |
| | Tanpa <i>bb</i> | | |
| Var. 6 | <i>Baf. blocks</i> | 21.5584 | 0.0360 |
| | Tanpa <i>bb</i> | | |
| Var. 7 | <i>Baf. blocks</i> | 18.0724 | 0.0517 |
| | Tanpa <i>bb</i> | | |
| Var. 8 | <i>Baf. blocks</i> | 24.8040 | 0.0313 |
| | Tanpa <i>bb</i> | | |
| Var. 9 | <i>Baf. blocks</i> | 31.7423 | 0.0633 |
| | Tanpa <i>bb</i> | | |

5.2. Pembahasan

Karakteristik aliran yang di tinjau dalam penelitian ini adalah karakteristik dibagian hilir bendung. Dari percobaan pengamatan ini akan dibahas karakteristik aliran berdasarkan angka Froude (Fr) ditinjau dari penurunan angka Froude yang diakibatkan oleh penambahan *baffle blocks*. Perubahan nilai karakteristik tersebut disebabkan oleh perubahan luas dan kecepatan aliran.

Berdasarkan perhitungan yang sudah dilakukan dapat dilihat hasil perhitungan berupa persentase penurunan angka Froude yang dapat dilihat pada Tabel 5.80. Persentase penurunan angka froude dan kehilangan energi terbesar yang di akibatkan oleh *baffle blocks* terdapat di susunan *baffle blocks* variasi 5 yaitu

sebesar 29.2703 % dan kehilangan energi sebesar 0.0534 m.

Pada pengujian ini dilakukan juga pengujian menggunakan *groundsill* dengan tinggi ambang yang sama dan menghasilkan penurunan angka froude dan kehilangan energi sebesar 31.7423% dan 0.0633 m.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut

1. Susunan variasi *baffle blocks* yang memiliki penurunan angka froude dan kehilangan energi terbesar yaitu pada percobaan variasi 5 dengan besar penurunan angka froude 29.2703% dan kehilangan energi sebesar 0.0534 m.
2. Susunan dengan bentuk belah ketupat disusun sejajar merupakan bentuk susunan *baffle blocks* yang paling efektif dalam meredam energi.
3. Jika dibandingkan dengan bentuk konvensional yaitu *groundsill* penurunan angka froude dan kehilangan energi lebih besar dibandingkan dengan susunan *baffle blocks* dengan nilai penurunan angka froude 31.7423% dan kehilangan energi sebesar 0.0633 m.
4. Bangunan peredam energi konvensional lebih efektif dibandingkan dengan menggunakan *baffle blocks*.

6.2 Saran

Berdasarkan pengalaman yang didapatkan selama proses pengujian dan penelitian di Laboratorium Hidrolika Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, adapun saran yang dapat

diberikan dalam penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Untuk penelitian selanjutnya, variasi *baffle blocks* di hilir bendung dicoba dengan variasi yang lain, baik dari bentuk dan susunannya dan dibandingkan antara beberapa pengaman yang digunakan.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan penambahan agregat sedimen di hilir bendung dan diperhatikan pola gerusan yang terjadi.
3. Perlu diperhatikan penentuan debit pada alat circulating flume, pada alat ini belum bisa menentukan debit yang sama pada setiap pengujianya, diperlukan percobaan yang lebih untuk mendapatkan besar debit yang dikeluarkan sama pada setiap pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrosyid, J dkk (2009). Studi Gerusan dan Perlindungannya di Hilir Kolam Olakan Bendung Tipe USBR-I. Jurnal Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Adi Daning (2018). Studi Gerusan di Hilir Bendung Kolam Olak Tipe Vlughter dengan Perlindungan Groundsill. Skripsi thesis, Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- Adiputra, Pembra Juned (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 thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (1991). SNI 03-2401-1991 Pedoman Perencanaan

- Hidrologi dan Hidraulika untuk Bangunan di Sungai. Bandung.
- Fitriana, N. (2014). Analisa Gerusan di Hilir Bedung Tipe Vlughter (Uji Model Laboratorium). Tugas Akhir. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Irwan Aristya Rahadian(2008). *Baffle blocks* Bentuk Balok Sebagai Peredam Energi Pada Kolam Olakan Bendung Tipe USBR-II. Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Legono, D., 1990, Gerusan pada Bangunan Sungai, PAU Ilmu-Ilmu Teknik UGM, Yogyakarta.
- Mawardi (2010). Desain Hidraulik Bendung Tetap untuk Irigasi Teknis. Alfabet. Bandung.
- Sidharta, dkk. (1997) Irigasi dan Bangunan Air. Penerbit Gunadarma.
- Standar Perencanaan Irigasi (1986). Kriteria Perencanaan Bendung Irigasi (KP 02). Galang Persada. Bandung.
- Standar Perencanaan Irigasi (1986). Kriteria Perencanaan Bendung Irigasi (KP 04). Galang Persada. Bandung.
- Suripin dan Sri Sangkawati. Buku Ajar Hidraulika. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- Triatmodjo, Bambang (2012). Hidraulika I. Beta Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang (2013). Hidraulika II. Beta Offset. Yogyakarta.
- Wiyono H.S, dkk (2006). Perbandingan Beberapa Formula Perhitungan Gerusan di Sekitar Pilar (Kajian Laboratorium). Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung. Bandung.