

Pemodelan Nilai Koefisien Debit Pada Pintu Air

Alex Lawtanius

Prodi Teknik Sipil - Universitas Katolik Widya Karya Malang

Sunik Sunik

Prodi Teknik Sipil - Universitas Katolik Widya Karya Malang

Anna Catharina Sri Purna Suswati

Prodi Teknik Sipil - Universitas Katolik Widya Karya Malang

Alamat: Universitas Katolik Widya Karya Malang – Jl. Bondowoso No 2 Malang

Korespondensi penulis: ssunik@widyakarya.ac.id

Abstract. *The sluice gate in a dam has a very important function to hold large amounts of discharge. The sluice gate can also act as a regulator of water flow for irrigation so that water can flow to the waterways according to the desired debit. With a large discharge and pressing the sluice gate so that when opening the sluice gate it must be in accordance with the rules. The flow of water that passes through the sluice with a large discharge will immediately flow with a super critical flow, so that it can erode the bottom of the canal. The heavy flow of water can be inhibited or reduced by adding baffle blocks thereby reducing the speed of the water flow. This research seeks and models the value of the discharge coefficient at the floodgates. Different sluice openings can affect a hydraulic jump so that the discharge coefficient (Cd) and contraction coefficient (Cc) arise and how to get the results from the discharge and contraction coefficients is very difficult because of the changing waves. This research was conducted at the Laboratory of River Engineering – Irrigation Engineering, University of Brawijaya using quantitative methods with the help of Microsoft Excel for the calculations. By having some secondary data and calculating the relationship between the discharge coefficient and the sluice gate and a second-order polynomial with an average discharge coefficient of around (0.464 – 1.633) and a contraction coefficient of around (0.675 – 2.977) using a rectangular baffle block and using sills of the same size different*

Keywords: *Discharge coefficient, contraction coefficient, second order polynomial*

Abstrak. Pintu air pada sebuah bendungan memiliki fungsi yang sangat penting untuk menahan debit dengan jumlah yang besar. Pintu air dapat juga sebagai pengatur aliran air untuk irigasi sehingga air dapat dialirkan menuju saluran air sesuai dengan debit yang diinginkan. Dengan adanya debit yang besar serta menekan pintu air sehingga pada saat membuka pintu air harus sesuai dengan aturan. Aliran air yang melewati pintu air dengan debit yang besar akan langsung mengalir dengan aliran super kritis, sehingga dapat menggerus bawah saluran. Aliran air yang begitu deras dapat dihindari atau dikurangi dengan cara menambahkan *baffle block* sehingga mengurangi kecepatan aliran air. Penelitian kali ini mencari dan memodelkan nilai koefisien debit pada pintu air. Bukaannya pintu air yang berbeda-beda dapat mempengaruhi sebuah loncatan hidrolik sehingga timbulah koefisien debit (Cd) serta koefisien kontraksi (Cc) dan cara mendapatkan hasil dari koefisien debit dan kontraksi sangat sukar karena gelombang yang berubah-ubah. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sungai – Teknik Pengairan Universitas Brawijaya dengan menggunakan metode kuantitatif dengan bantuan Microsoft Excel dalam penghitungannya. Dengan adanya beberapa data sekunder serta penghitungan hubungan antara koefisien debit dengan pintu air serta polinomial orde dua dengan rata-rata hasil koefisien debit sekitar (0,464 – 1,633) serta koefisien kontraksi sekitar (0,675 – 2,977) dengan menggunakan *baffle block* kotak serta menggunakan *sill* dengan ukuran yang berbeda.

Kata kunci: Koefisien debit, koefisien kontraksi, polinomial orde dua

LATAR BELAKANG

Indonesia adalah negara agraris yang artinya Indonesia memiliki banyak lahan yang dapat digunakan sebagai pertanian, ladang, sawah dan lain lain. Adanya pertanian serta sawah ataupun ladang pasti disertai dengan adanya saluran irigasi. Saluran irigasi yang dibuat digunakan untuk mengalirkan air dari sumber menuju ke lahan pertanian. Indonesia sudah mempunyai infrastruktur yang berkembang guna membantu masyarakat dalam jaringan irigasi seperti waduk, dan bendungan. Infrastruktur tersebut telah dilengkapi dengan komponen tertentu yaitu pintu air atau bisa disebut pintu sorong. Pintu air termasuk sebuah konstruksi bangunan yang memotong tanggul sungai, waduk, atau danau, serta berfungsi untuk pengatur aliran air. Pada jaman dahulu yang pintu air sangatlah sederhana, akan tetapi dengan perkembangan jaman sekarang pintu air sudah bisa dibuka secara manual atau dengan otomatis. Pintu air berguna sebagai mengatur debit aliran air yang dialirkan ke dalam sistem saluran air sehingga pintunya dapat diatur sesuai dengan debit air yang diinginkan. Maka dari itu karena jaman sekarang hujan dan cuaca tidak bisa ditentukan, atau hujan di bagian hulu, maka pintu air ini sangatlah berguna untuk mengatur debit air di segala tempat. Ada berbagai macam bentuk pintu sorong.

Bukaan pintu air yang satu dengan yang lain belum tentu sama dikarenakan debit air yang dibutuhkan berbeda. Pintu air atau bisa disebut pintu sorong yang saat dibuka untuk mengalirkan air, maka terjadi sebuah gejala pada air yang akan menimbulkan loncatan hidraulika. Loncatan hidraulika yang terjadi pada saat pintu air dibuka, itulah yang nanti akan disebut koefisien debit. (Sunik, 2020)

Koefisien debit ialah hasil angka tak berdimensi sebagai koreksi dari hasil formulasi matematika debit aliran air yang mengalir pada bangunan air contohnya seperti pintu air. Koefisien debit tidak selalu konstan dikarenakan bergantung dari beberapa faktor seperti tinggi bukaan pintu dan lain lain. Pintu air yang dibuka secara tertentu akan menaikkan koefisien kontrakasi (C_c) diikuti oleh koefisien debit (C_d). Oleh karena itu dilakukan pemodelan pada nilai koefisien debit pada pintu air atau bangunan air. Loncatan hidraulika bisa juga terjadi karena adanya bangunan peredam energi pada sebuah waduk atau bendungan, dan peredam energi dapat mengurangi kecepatan air setelah terjadinya loncatan hidraulika. Bangunan peredam energi yang biasanya dipakai adalah kolam olakan, atau kombinasi dari kolam olakan dan blok penghalang. Blok penghalang ini yang disebut dengan *baffle block*. *Baffle block* ada berbagai macam bentuk tergantung dari jenis bendungan dan kondisi lingkungan sekitar. Pada penelitian kali ini digunakan *baffle block* kotak sebagai peredam energi pada saluran air. *Baffle*

block kotak digunakan sebagai peredam energi untuk mengetahui perbedaan atau keefektifan penggunaan dibandingkan dengan *baffle block* dengan bentuk segitiga di kondisi lapangan. Pada saat kondisi lapang dengan *baffle block* segitiga terlihat loncatan hidrolika yang tinggi sehingga dirasa kurang efektif. Loncatan hidrolika yang terjadi bisa dikategorikan tiga macam yang nantinya akan timbulah yang namanya koefisien debit tersebut. Maka dari itu pada saat dibukanya pintu air akan terjadi loncatan hidrolika dari super kritis menuju sub kritis kemudian terjadi gejala air dan timbulah koefisien debit. Parameter yang ingin diketahui dalam penelitian ini adalah nilai koefisien debit menggunakan *baffle block* kotak K1 dan K2, serta model persamaan koefisien debit (C_d) terhadap tinggi muka air

KAJIAN TEORITIS

A. Pintu Air

Pintu air dibangun pada jaringan irigasi dan memotong tanggul, serta digunakan sebagai pembuangan (*drainase*), penyadap, dan pengatur lalu lintas air. Secara garis besar jika dilihat dari konstruksinya ada dua tipe yaitu pintu air saluran terbuka dan pintu air saluran tertutup. Bentuk dari pintu air harus disesuaikan dengan tinggi tekanan air yang akan ditampung termasuk debit yang akan di gunakan. Debit pada sebuah pintu sorong dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = C_d \times b \times h \times \sqrt{2 \times g \times z}$$

dimana

Q = debit air (m³)

C_d = koefisien debit (0,86)

g = gravitasi (9,8 m/s)

b = lebar ambang pintu (m)

h = tinggi bukaan pintu (m)

z = selisih tinggi muka air di hulu dan hilir pintu (m)

Di sebuah bendungan letak pintu air ada pada bangunan pengambilan untuk membuka, menutup, dan mengatur aliran air berdasarkan keinginan. (García Reyes, 2013)



Gambar 1. Bagian Pintu Air
(Sumber : (Price, 2020))

1. Komponen Pintu Air

Pintu air memiliki beberapa komponen atau biasanya disebut komponen pelimpah. Ada beberapa komponen pelimpah antara lain : (BPSDM, n.d.)

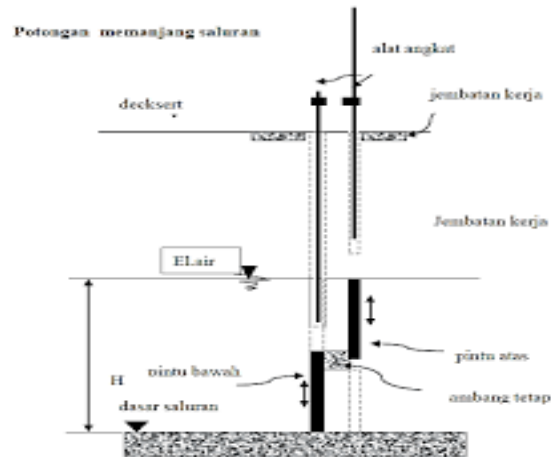
- Saluran pengarah dan *log* pengaman *debris*, saluran yang didesain sesuai kebutuhan dan persyaratan hidraulis. Desain hidrolis di rencanakan sesuai dengan kondisi lokasi dan tipe bendungan, alinyemen, penampang serta konfigurasi dan dimensinya.
- Bangunan kendali, seperti struktur mercu dan *sill* yang dilengkapi dengan pintu, balok sekat (*bulkhead*) atau balok penutup (*stop log*). Bangunan kendali didesain mampu menahan beban kerja yang mencakup beban mati, beban hidup statis dan dinamis. Pada kondisi tertentu biasanya diletakkan di tengah tubuh bendungan maka pelimpah harus didesain sebagai bendungan graviti dan stabilitas struktur penting karena adanya gaya angkat tinggi.
- Bangunan pembawa seperti lantai dan dinding saluran lurus, dan dapat berupa gorong gorong dan didesain mampu menahan berbagai beban dan kombinasi. Saluran pembawa biasanya terletak di dekat waduk bak lontahidrostatik yang hampir sama dengan tinggi tekanan waduk.
- Bangunan akhir seperti peredam energi loncatan hidrolik, bak lontar, bak gulung.
- Saluran hilir

2. Jenis jenis pintu air

Pintu air dibagi menjadi dua jenis, berdasarkan bentuknya dan berdasarkan fungsinya.

a. Berdasarkan bentuknya

- 1) Pintu air geser atau disebut *slide gate* memiliki pintu yang sangat sederhana. Pada saat ingin membuka cukup ditarik ke atas, sedangkan saat ingin menutup cukup digeser ke bawah. Pintu air geser ini sering dipakai pada bangunan pengambilan.



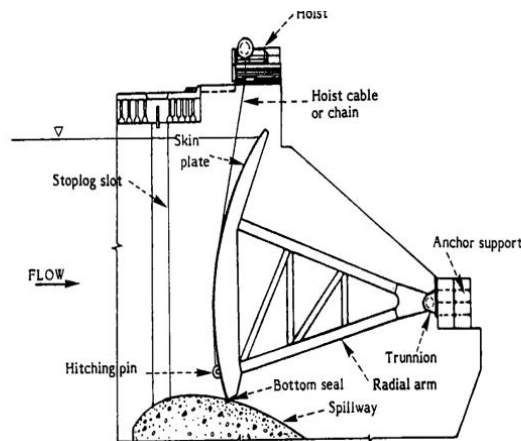
Gambar 2. Pintu Air Geser
(Sumber : (Hidayah & Prihantoko, 2017))

- 2) Pintu air geser tahanan tinggi atau disebut *high pressure slide gate* sama seperti dengan pintu air geser pertama, akan tetapi hanya didesain untuk tekanan yang tinggi serta ketinggian lebih dari 25 meter. Contohnya pintu air pada bendungan yang cukup besar.
- 3) Pintu air dengan roda atau disebut *roller gate*, *fixed wheel gate* memiliki bentuk empat persegi panjang dan dibantu dengan roda agar lebih mudah untuk membuka dan menutup. Biasanya berada di bangunan pengambilan dan pengaturan aliran sungai di sebelah hilir waduk agar debit airnya tidak berubah.



Gambar 3. Roller Gate
(Sumber : Dokumentasi Pribadi Bendungan Serut)

- 4) Pintu air stone atau *Stone Gate* sama dengan pintu air atau roller gate yang pertama akan tetapi memiliki roda yang lebih kecil dengan jumlah yang banyak.
- 5) Pintu air Caterpillar atau *roller mounted gate* memiliki cara bergerak yang dibantu dengan roda roda berukuran kecil serta dengan jumlah yang banyak dan mengelilingi pintu air dikarenakan pintu air tersebut sangat berat.
- 6) Pintu air radial atau *radial gate*, *trainter gate* berbentuk lengkung yang berputar pada pusatnya yang sering digunakan pada bangunan pelimpah dan apabila debitnya melebihi batas, maka pintu air ini akan membuka secara otomatis.



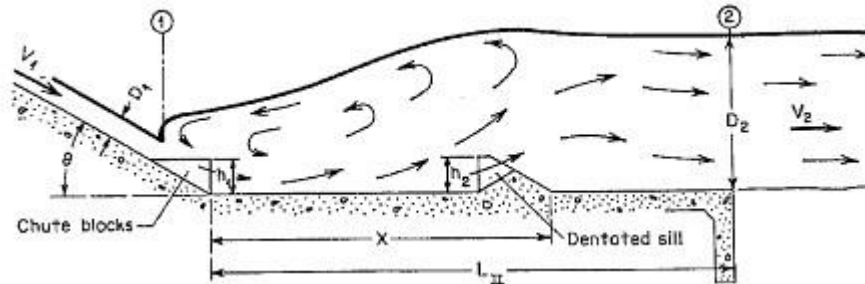
Gambar 4. Pintu air radial
Sumber : (Astuti et al., 2015)

b. Berdasarkan Fungsinya

- 1) Pintu air darurat (*Emergency Gate*) adalah pintu air cadangan yang nanti akan digunakan jika pintu air yang biasanya digunakan tidak dapat beroperasi. Biasanya digunakan dalam bangunan pelimpah darurat.
- 2) Pintu air pengaturan atau *regulating gate* adalah pintu air yang dioperasikan pada tekanan air penuh untuk menahan aliran air.
- 3) Pintu air penjaga adalah pintu air yang dioperasikan membuka secara penuh atau menutup secara penuh dan tidak bisa hanya dibuka sebagian.
- 4) Pintu air pengeluaran atau *outlet gate* adalah pintu air yang digunakan untuk membuka, mengatur, dan menutup aliran air yang keluar dari waduk.

B. Loncatan Hidrolik.

Loncatan hidrolik akan terjadi apabila terjadi perubahan aliran dari super kritis ke sub kritis akibat air melewati radial gate atau sebuah pintu air. Pintu air yang dibuka akan mempertemukan aliran sub kritis dengan super kritis, itulah yang dinamakan loncatan hidrolik.



Gambar 5. Loncatan Hidrolik
(Sumber : (Davis, 1988))

1. Panjang Loncatan Hidrolik

Panjang loncatan hidrolik biasanya sukar untuk ditentukan karena aliran yang bergelombang. Panjang dari loncatan hidrolik diukur dari permukaan depan loncatan air hingga menuju pada titik dimana permukaan gelombang pada hilir. (Nurjanah, 2014).

Menurut (Woyeski,1931) ada cara untuk mendapatkan panjang loncatan ait sebagai berikut :

$$L = \left\{ 8 - 0,05 \left(\frac{y_2}{y_1} \right) \right\} (y_2 - y_1)$$

Dimana :

L = Panjang loncatan hidrolik

y_1 = Kedalaman air di hulu loncat air

y_2 = Kedalaman air di hilir loncat air

United State Bureau of Reclamation (USBR) mengusulkan panjang loncatan hidrolik pada saluran persegi sebagai berikut,

$$L = An (y_2 - y_1)$$

Dimana :

L = Panjang loncatan air (m)

An = Konstanta yang nilainya berkisaran 5 – 6,9

y_1 = Kedalaman air sebelum loncatan air terjadi

y_2 = Kedalaman air setelah loncatan air terjadi

2. Tipe tipe loncatan hidrolik

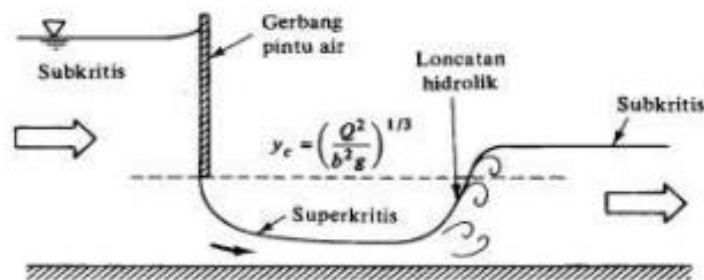
Ada beberapa jenis tipe loncatan hidrolik menurut Biro reklamasi Amerika yang membedakan jenisnya berdasarkan bilangan *Froude* (Fr).

- Untuk $Fr = 1$, aliran adalah kritis. Pada aliran ini tidak akan terbentuk loncatan.
- Untuk $Fr = 1$ sampai dengan 1,7 terjadi ombak pada permukaan air, dan loncatan air yang terjadi dinamakan loncatan berombak.
- Untuk $Fr = 1,7$ sampai dengan 2,5 terbentuk rangkaian gulungan ombak pada permukaan loncatan tapi pada permukaan airnya di hilir masih halus. Secara rinci kecepatannya masih seragam, dan kehilangan energinya kecil atau dinamakan loncatan lemah.
- Untuk $Fr = 2,5$ sampai dengan 4,5 terdapat semburan berosilasi dan terjadi gelombang besar secara terus menerus dan menjalar hingga jauh.
- Untuk $Fr = 4,5$ sampai dengan 9 ujung permukaan hilir bergulung dan kecepatan semburannya sangat tinggi. Loncatan hidroliknya sangat tinggi dan bisa disebut loncatan lemah atau lunak karena peredaman energinya 45% sampai dengan 70% .
- Untuk $Fr = 9$ sampai dengan seterusnya atau lebih terjadi kecepatan semburan tinggi yang akan memisahkan hempasan gelombang gulung dari permukaan loncatan serta menimbulkan gelombang gelombang hilir. Jika permukannya kasar akan mempengaruhi gelombang yang terjadi, dan gerakan loncatan jarang terjadi tetapi efektif peredaman energinya akan mencapai 85% yang disebut loncatan kuat.

3. Sifat sifat aliran

Beberapa sifat aliran berdasarkan perbandingan gaya kelembapan dengan gaya gravitasi

- Aliran super kritis ialah aliran dimana kecepatan alirannya lebih besar dari kecepatan gelombangnya.
- Aliran kritis ialah aliran dimana kecepatan alirannya sama besar dengan kecepatan gelombangnya.
- Aliran sub kritis ialah aliran dimana kecepatan alirannya lebih kecil daripada kecepatan gelombangnya.



Gambar 6. Aliran Sub kritis menuju superkritis

4. Klasifikasi Aliran

Dalam mengklasifikasi aliran pada saluran terbuka bisa dengan menggunakan beberapa parameter seperti menurut fungsi waktu dan ruang. (Saluran, 1985)

- a. Berdasarkan fungsi waktu aliran dapat diklasifikasi sebagai berikut
 - 1) Aliran permanen (*steady flow*) adalah suatu pengaliran pada suatu titik dalam penampang, besar debit, kecepatan, dan tekanan tidak berubah dengan waktu.
 - 2) Aliran tidak permanen (*unsteady flow*) adalah suatu pengaliran pada suatu titik dalam penampang, besar debit, kecepatan, dan tekanan berubah dengan waktu. Misalnya aliran air pada gelombang banjir.
- b. Berdasarkan fungsi ruang dapat diklasifikasi sebagai berikut
 - 1) Aliran seragam (*uniform flow*) apabila kedalaman aliran di setiap tampang saluran adalah sama
 - 2) Aliran tidak seragam (*nonuniform flow*) apabila kedalaman aliran berubah sepanjang saluran. Aliran ini dapat berupa
 - a) *Gradually varied flow* apabila aliran berubah secara lambat pada jarak yang relatif panjang
 - b) *Rapidly varied flow* apabila kedalaman aliran berubah secara cepat pada jarak yang relatif pendek.

C. Peredam energi

Peredam energi memiliki fungsi meredam energi akibat pembendungan, serta mengurangi gerusan pada hilir bendung. Ada prinsip dari peredam energi dengan cara membentuk loncatan air di dalam saluran, kemudian bisa menimbulkan gesekan dengan lantai dan struktur, menimbulkan benturan air pada bidang, air, atau udara. (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2016). Peredam energi bisa juga digunakan sebagai alat untuk menstabilkan aliran air sehingga gerusan pada lantai struktur tidak akan terjadi. Peredam energi termasuk bangunan pelengkap yang biasanya dibangun pada bagian hilir, dan dengan memperhitungkan terjadinya degradasi di saluran air atau sungai.

Baffle block adalah peredam energi dengan tipe III USBR atau yang dikembangkan oleh *United States of Reclamation*. *Baffle block* biasanya berbentuk balok balok, bergerigi. Pemasangan *baffle block* sangat berpengaruh pada loncatan air yang terjadi pada kolam atau saluran air, serta penempatan *baffle block* yang berbeda akan menghasilkan panjang kolam olakan yang berbeda



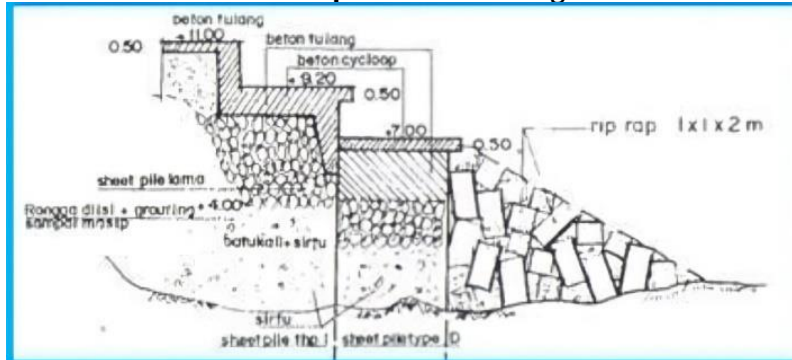
Gambar 7. Baffle Block bendungan
(Sumber : Bendungan Kraftwerk Kembs Jerman)

Bentuk dari *baffle block* berupa kotak kubus, balok penghalang atau blok beton buatan dengan ukuran dan volume tertentu yang digunakan sebagai tambahan peredam energi di hilir bendung. Pemasangan *baffle block* akan bersifat mereduksi momentum aliran yang akan menurunkan kecepatan setelah terjadi loncatan air. (Arifin, 2012) atau bisa digunakan untuk mengurangi gerusan dan meredam aliran air sehingga tidak terjadi gerusan pada dasar bendungan. Ada beberapa macam peredam energi menurut (Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2016) antara lain lantai datar (Vlugter, MDO, USBR, SAF), cekung masif dan cekung bergerigi (bak tenggelam, MDL, USBR VII), berganda dan bertangga, kolam loncat air.

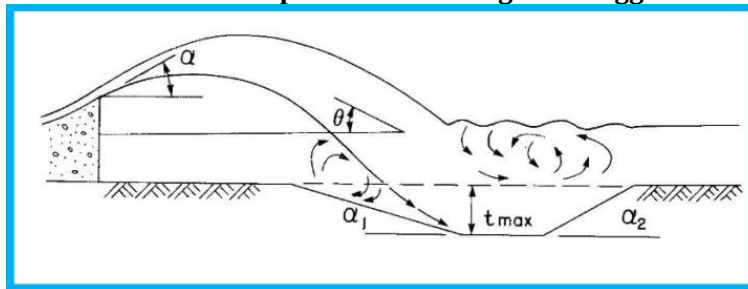
Baffle block ada yang berbentuk kubus, atau berbentuk trapesium, atau bisa berbentuk segitiga. Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Sunik, 2019) *baffle block* yang digunakan berbentuk trapesium dengan ukuran yang kecil dikarenakan penggunaan sebagai model laboratorium. Model *baffle block* trapesium disebutkan lebih efektif dibandingkan dengan tipe *baffle block* berbentuk kotak, dikarenakan pada saat penelitian dilakukan dengan variasi bukaan pintu berbeda tipe trapesium mendapatkan hasil yang lebih baik daripada tipe kotak. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh (Abdurrosyid & Pratiwi, 2020) menyimpulkan bahwa *baffle block* dengan tipe cekung juga efektif menahan energi dari gerusan aliran air serta mengurangi loncatan hidrolis, sehingga ada berbagai macam bentuk dari *baffle block* yang dapat menahan gerusan air tergantung dari seberapa banyak debit aliran serta kondisi pada saat di lapangan.



Gambar 8. Tipe Peredam Energi MDO



Gambar 9. Tipe Peredam Energi Bertangga



Gambar 10. Tipe Peredam Kolam Loncat Air

Sill atau bisa dikategorikan peredam energi tambahan pada saluran air dan terletak agak jauh setelah adanya *baffle block*. Adanya *sill* pada ujung saluran air atau beberapa meter setelah *baffle block* sebagai peredam energi karena bisa saja masih terjadi aliran air yang cukup keras maka dari itu ditambah *sill*.

Beberapa hal yang harus diperhatikan saat kita akan menentukan peredam energi seperti apa yang akan kita buat atau akan kita rencanakan untuk meredam energi sebuah aliran air. Hal yang harus diperhatikan antara lain:

1. Jenis bangunan (bendung tetap, bendung gerak, bendung karet, bangunan pengendali air sungai)
2. Besar energi yang harus diredam
3. Angkutan muatan sedimen yang terbawa oleh aliran sungai
4. Kondisi aliran yang terjadi

5. Kemungkinan degradasi atau agradasi dasar sungai.

D. Penelitian Terdahulu

Shayan dan Farhoudi (2013) melakukan penelitian tentang parameter pada koefisien debit dari pintu sorong pada kondisi aliran bebas dan tenggelam berdasarkan persamaan energi pada hulu dan hilir dari pintu untuk memperkirakan kehilangan energi koefisien pada pengaliran bebas yang akan diterapkan untuk menentukan koefisien debit untuk pengaliran tenggelam. (Shayan & Farhoudi, 2013).

Ahmad Rizaldi, Ratna Musa, Ali Mallombasi (2021) melakukan penelitian tentang kalibrasi koefisien debit model bukaan pintu sorong pada saluran terbuka. Penelitian ini mencari berapa hasil yang akan dicapai dalam pengukuran sebuah debit pada suatu bangunan pengambilan air, sekaligus menuliskan faktor pengaruh nilai koefisien debit pada aliran air. (Rizaldi et al., 2021)

Siti Rahmatul Ain (2016) melakukan kajian loncatan hidraulik pada bukaan pintu air saluran irigasi berbentuk segi empat skala laboratorium. Pada penelitian ini pola pengoperasian pintu airlah yang menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya perubahan karakteristik aliran pada saluran terbuka. Pengukuran kecepatan air dan kedalaman air dilakukan pada titik hulu, hilir sebelum loncatan dan sesudah loncatan dengan variasi bukaan 1 cm, 1,5 cm dan 2 cm yang menghasilkan beberapa tipe loncatan. (Ain, 2016)

Sunik (2020) melakukan penelitian tentang pemodelan persamaan koefisien kontraksi (C_c) dan koefisien debit (C_d) untuk aliran di bawah gerbang pintu air dan menggunakan cubic *baffle block* dan *sill*. Penelitian aliran di bawah gerbang pintu air dengan bukaan $a = 1, 2, 3, 4$ cm dan variasi debit (Q) untuk menaikkan koefisien kontraksi dan koefisien debit, dengan menggunakan model prototipe fiberglass sebagai saluran horizontal untuk sebuah penelitian dengan mengkonfigurasi penggunaan *baffle block* dan *sill* serta bukaan pintu air serta debit. (Sunik, 2020).

Jaji Abdurrosyid, Putri Dyah Pratiwi (2020) melakukan kajian tentang pengaruh *slotted* dan *baffle block* kolam olak *roller bucket* terhadap peredam energi. Penelitian ini dilakukan di tahun 2020 di Universitas Muhammadiyah Surakarta dengan mengkaji pengaruh dari bentuk gigi *sloted* dan *baffle block* dalam mereduksi energi aliran air, dan dilakukan dengan menggunakan open flame berukuran $0,3 \times 0,6 \times 10$ m dengan kemiringan saluran 0,0058, menggunakan tipe pelimpah *ogee* dan kolam olak tipe *roller bucket* dengan gigi segitiga, trapesium, setengah lingkaran, serta *baffle block* tipe cekung, V, dan balok. Hasilnya

menunjukkan bahwa kolam olak dengan tipe 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. (Abdurrosyid & Pratiwi, 2020)

Sunik (2019) melakukan penelitian tentang Characteristic of Contraction and Discharge Coefficient for flow under sluice gate. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan model prototipe yang terbuat dari *fiberglass*, pintu air dipasang di atasnya, dengan dua model *baffle block* trapesium dipasang tiga baris dengan letak 25 cm setelah pintu air dipasang dan dengan sill yang berbeda beda. Hasilnya tipe *baffle block* trapesium memberikan performansi C_c dan C_d (<1) yang lebih baik tergantung dari konfigurasi jumlah *baffle block*, jarak antar *baffle block*, lebar serta dimensi. (Sunik, 2019)

METODE PENELITIAN

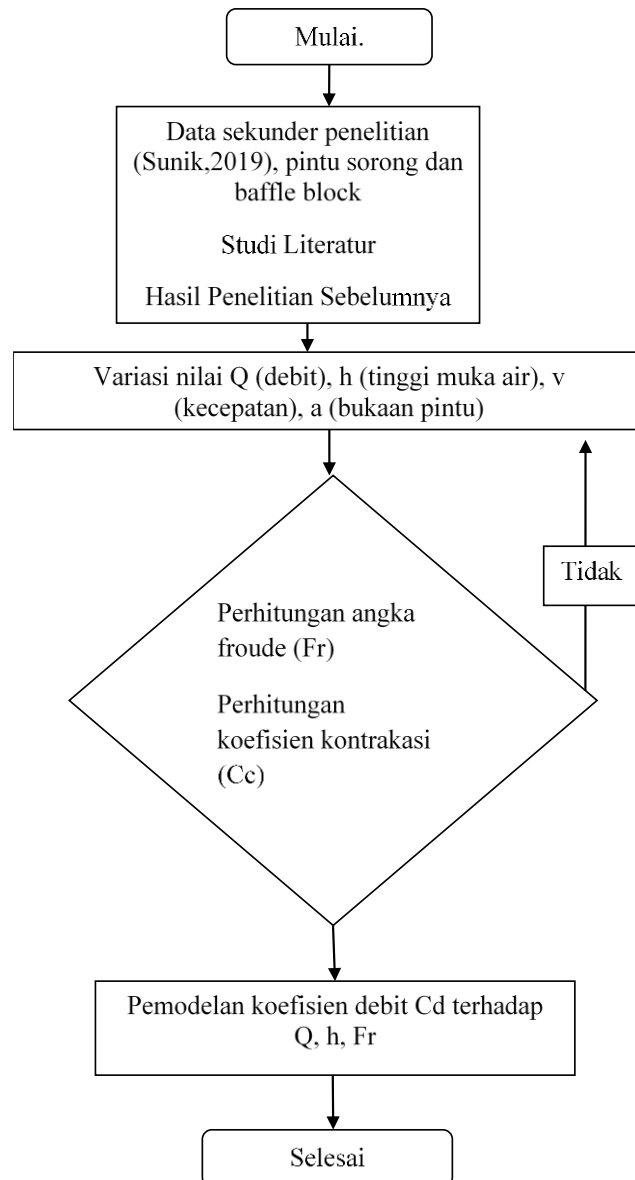
A. Lokasi dan Waktu Penelitian

1. Lokasi penelitian berada di Laboratorium Teknik Sungai – Teknik Pengairan Universitas Brawijaya.
2. Waktu Penelitian dilakukan selama bulan oktober hingga bulan desember.

B. Rancangan Penelitian

1. Obyek penelitian berupa pemodelan nilai koefisien debit terhadap pintu air
2. Perolehan data selama satu hari adalah 2 – 3 set data (270 running data)
3. Saluran untuk model test berbentuk segiempat dari *fiberglass* dengan satu pintu sorong yang memiliki dimensi (L_p) = 10 m, tinggi saluran (h_p) = 0,8 m, lebar saluran (B_p) = 0,5 m, jarak alat ukur ke pintu (L_r) = 6,25 m.
4. Pintu sorong (a) dengan empat bukaan yaitu $a_{g1} = 0,01$ cm, $a_{g2} = 0,02$ cm, $a_{g3} = 0,03$ cm, $a_{g4} = 0,04$ cm.
5. *Baffleblock* digunakan sebagai peredam energi berbentuk kotak dengan dimensi (lebar bawah, tinggi, lebar atas) $B_{b1} = 0,7$ cm/0,7 cm/0,15 cm; $B_{b2} = 1,4$ cm/1,4 cm/0,35 cm; $B_{b3} = 2,1$ cm/2,1 cm/0,7 cm.
6. Pintu yang digunakan dalam proses penelitian hanya menggunakan kayu biasa sebagai operasional untuk membuka dan menutup seperti kondisi di lapangan. Untuk menghindari rembesan air ada sekelilingnya, digunakan malam sebagai peredam. Kayu dibuat dengan dimensi sesuai dengan tinggi dan lebar saluran (B_{sg}) = 0,5 m, tinggi (h_{sg}) = 0,8 m, tebal (t_{sg}) = 0,02 m.

C. Diagram Alir Penelitian



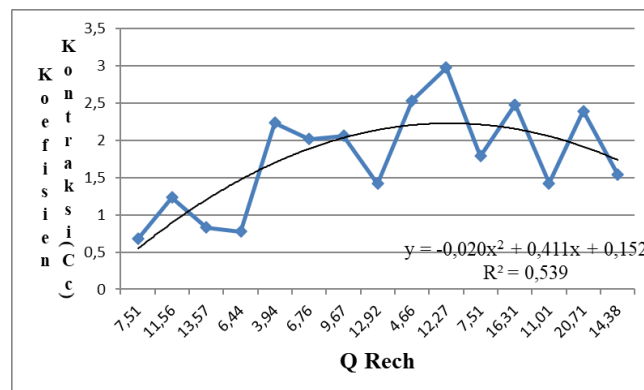
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis nilai koefisien kontraksi (C_c) dan koefisien debit (C_d)

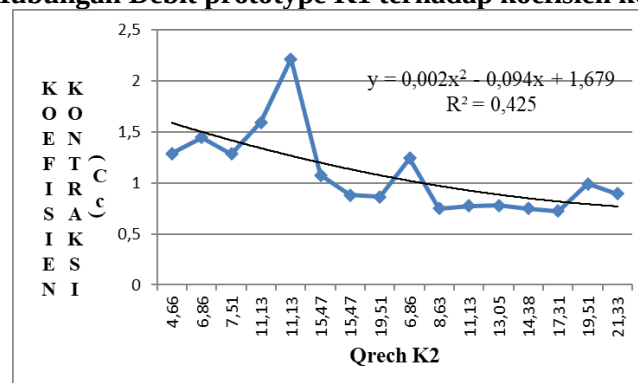
Untuk mendapatkan nilai koefisien kontraksi (C_c) serta koefisien debit (C_d) diperlukan beberapa data yaitu bukaan pintu (a), lebar pintu (B), debit (Q), tinggi muka air (h). Sebelum mendapatkan semua nilai tersebut perlu dilakukan kalibrasi pada saat penelitian untuk mendapatkan nilai debit melalui alat ukur Rechbox.

Hasil dari rumus koefisien debit (C_c) = $Q/a.B.V$ adalah kisaran 0,776 – 2,99 sedangkan untuk koefisien debit (C_d) = $\frac{C_c}{\sqrt{1 + \frac{C_c}{h}}}$ adalah kisaran 0,464 – 1,69.

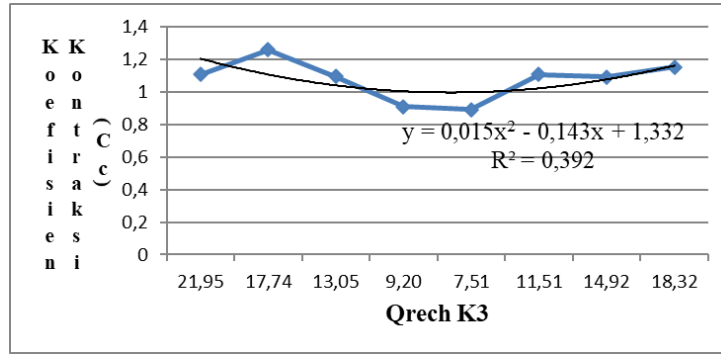
Hasil dari kalibrasi alat ukur Rechbox, analisis angka Froude (Fr), analisis nilai koefisien kontraksi (C_c), koefisien debit (C_d), analisis debit teori (Q_t), dan nilai koreksi (K) dibuat grafik dengan menghubungkan parameter yang diinginkan.



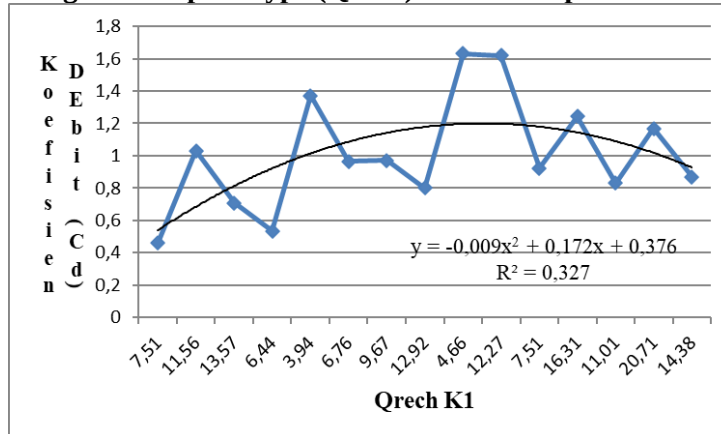
Grafik 1. Hubungan Debit prototype K1 terhadap koefisien kontraksi (C_c)



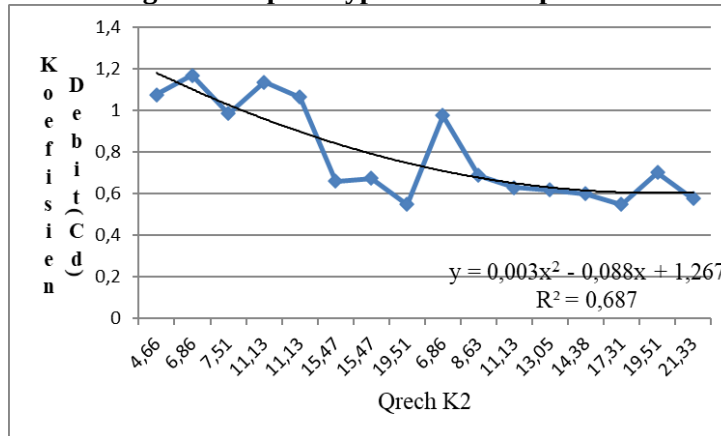
Grafik 2. Hubungan debit prototype (Q_{rech}) K2 terhadap koefisien kontraksi (C_c)



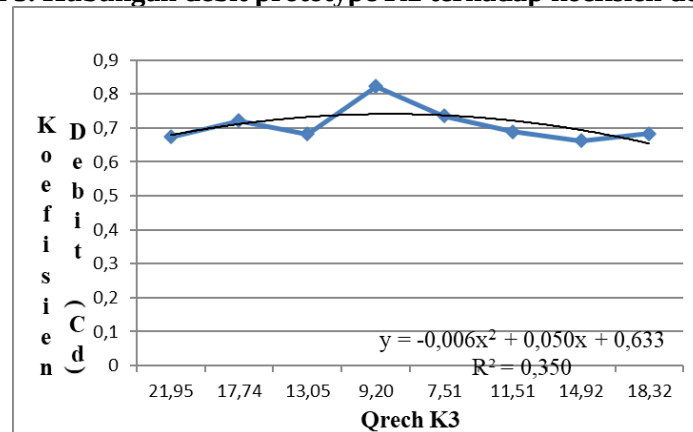
Grafik 3. Hubungan debit prototype (Qrech) K3 terhadap koefisien kontraksi (C_c)



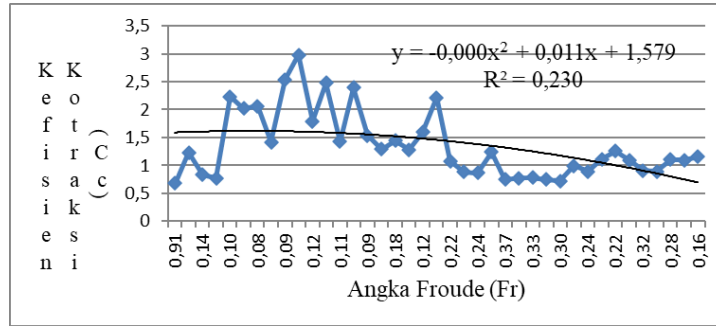
Grafik 4. Hubungan debit prototype K1 terhadap koefisien debit (C_d)



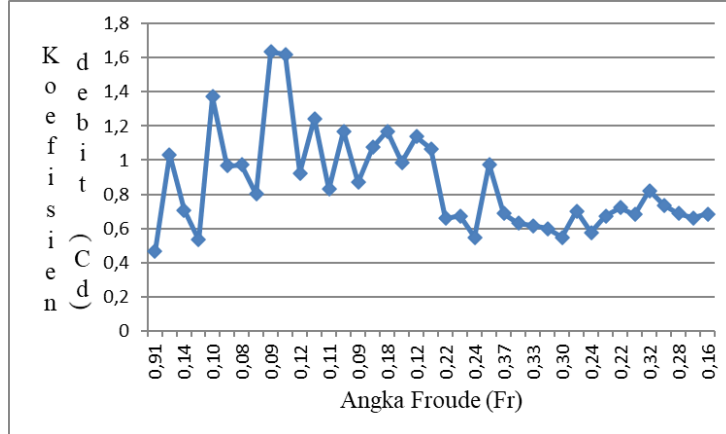
Grafik 5. Hubungan debit prototype K2 terhadap koefisien debit (C_d)



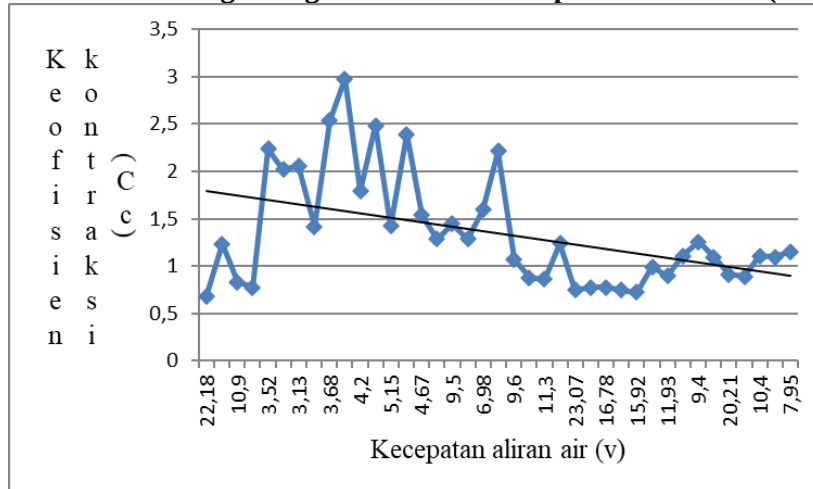
Grafik 6. Hubungan debit prototype (Qrech) K3 terhadap koefisien debit (C_d)



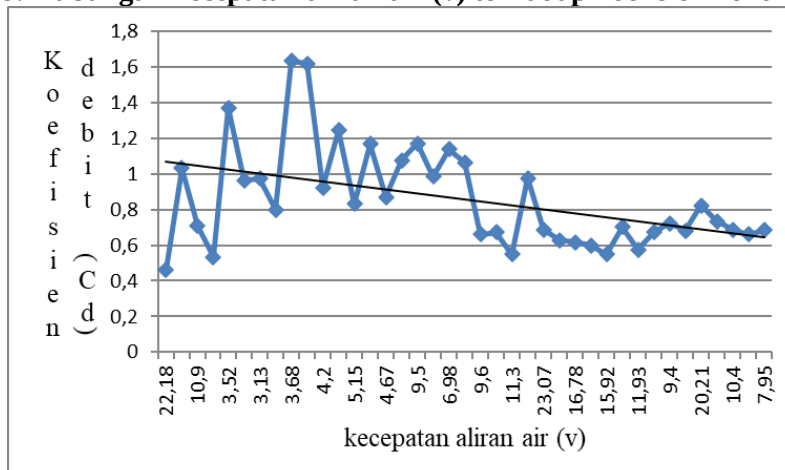
Grafik 7. Hubungan angka Froude terhadap koefisien kontraksi (C_c)



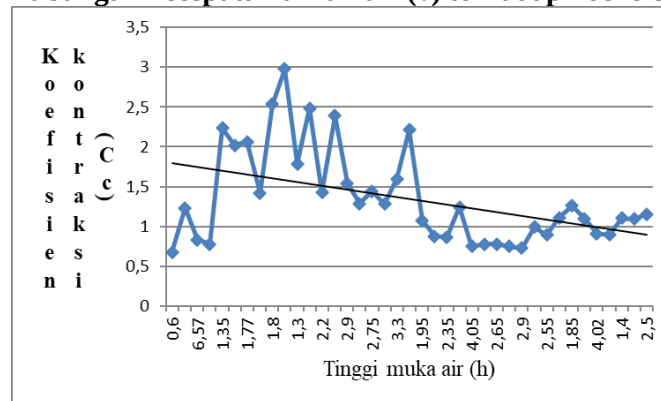
Grafik 8. Hubungan angka Froude terhadap koefisien debit (C_d)



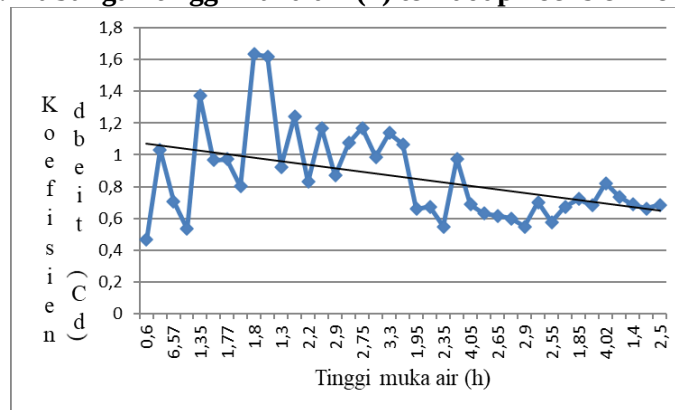
Grafik 9. Hubungan kecepatan aliran air (v) terhadap koefisien kontraksi (C_c)



Grafik 10. Hubungan kecepatan aliran air (v) terhadap koefisien debit (Cd)



Grafik 11. Hubungan tinggi muka air (h) terhadap koefisien kontraksi (Cc)



Grafik 12. Hubungan tinggi muka air terhadap koefisien debit (Cd)

Dari hasil penelitian, didapatkan nilai koefisien kontraksi (C_c) serta koefisien debit (C_d). Dapat disimpulkan bahwa saluran air dengan bukaan yang berbeda akan menimbulkan koefisien kontraksi (C_c) dengan kisaran nilai tertentu. Nilai koefisien kontraksi (C_c) kisaran = (0,675 – 2,977) dan dikatakan bahwa aliran yang terjadi aliran lemah karena rata rata lebih besar dari 0,9. Nilai untuk koefisien debit (C_d) = (0,464 – 1,633) yang dalam hal ini tergantung pada nilai koefisien kontraksi, jika koefisien kontraksi semakin besar maka koefisien debit semakin besar. Koefisien debit yang dihasilkan seharusnya <1 yang mengartikan bahwa loncatan hidrolika yang terjadi masih dapat diatur ketinggian serta kekuatan alirannya, akan tetapi pada hasil yang didapatkan >1 sehingga loncatan hidrolika yang terjadi sangat tinggi dan melebihi batas . Hal ini terjadi tergantung dari aliran yang deras serta ukuran *baffle block* yang kecil serta kurang efektif dalam menahan gerusan aliran air.

B. Analisis nilai debit teori (Q_t) dan nilai koreksi (K)

Dari hasil penelitian diperoleh debit teori serta faktor koreksi untuk menilai apakah nilai debit pada lapangan dengan debit teori atau secara rumus masih sama atau terdapat perbedaan. Jika ada perbedaan maka di tambah faktor koreksi sebagai hasil koreksi untuk perbedaan tersebut. Hasil dari debit teori yang telah dihitung = (1,89 -26,77) yang artinya terdapat

perbedaan cukup jauh sehingga di kalikan dengan faktor koreksi kisaran = (0,51 – 4,77). Hasil debit Qrech dan debit teori cukup jauh bisa dikategorikan akibat loncatan hidrolik yang tinggi sehingga pada saluran air terdapat air yang bisa keluar dari saluran ataupun bocor pada saat akan mencapai ujung saluran air.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pelaksanaan penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Dari hasil uji analisa nilai koefisien kontraksi Cc dengan kisaran nilai (0,675 – 2,977) diperoleh terdapat perbedaan nilai Cc sehubungan dengan bedanya bukaan pintu, debit, saluran. Dari hasil uji analisa untuk nilai koefisien debit Cd dengan kisaran nilai (0,464 – 1,633) terdapat perbedaan sehubungan dengan bukaan pintu, debit, saluran. asil analisa angka Froude (Fr) didapatkan nilai kisaran (0,08 – 0,91) dengan acuan $Fr < 1$ termasuk aliran sub kritis. Dengan hasil yang demikian dapat di simpulkan untuk mendapatkan angka Froude cukup sukar karena tergantung dari beberapa faktor seperti bukaan pintu, debit aliran, luas penampang, peredam energi.
2. Dari hasil koefisien kontraksi (Cc) serta koefisien debit (Cd) mengindikasikan bahwa dengan hasil yang didapatkan yaitu Cc (0,675 – 2,977), Cd (0,464 – 1,633) loncatan hidrolik yang terjadi masih sangat tinggi dan belum bisa di atur, sehingga perlu adanya *baffle block* yang lebih efektif atau efisien serta penambahan *baffle block* agar lebih banyak.

B. Saran

Perlunya penelitian lanjutan untuk melihat efektifitas *baffle block* dalam rangka mengatur loncatan hidrolik

DAFTAR REFERENSI

- Abdurrosyid, J., & Pratiwi, P. (2020). KAJIAN PENGARUH SLOTTED DAN Baffle BLOCKS PADA KOLAM OLAKS STUDY OF SLOTTED AND Baffle BLOCK IMPACT ON ENERGY DISSIPATION IN ROLLER. 3(1), 1–9.
- Ain, S. (2016). KAJIAN LONCATAN HIDROLIK (HYDRAULIC JUMP) PADA BUKAAN PINTU AIR SALURAN IRIGASI BERBENTUK SEGI EMPAT SKALA LABORATORIUM. 14–16.
- Arifin. (2012). PENGARUH ENERGI ALIRAN TERHADAP KOLAM OLAKAN AKIBAT LONCATAN HIDROLIK (UJI MODEL LABORATORIUM).

- Astuti, S. I., Arso, S. P., & Wigati, P. A. (2015). PINTU AIR, FUNGSI KATUP/PINTU. Analisis Standar Pelayanan Minimal Pada Instalasi Rawat Jalan Di RSUD Kota Semarang, 3, 103–111.
- BPSDM. (n.d.). 0d3db_Pelimpah.
- Davis, H. E. (1988). OPEN CHANEL HYDRAULICS.
- García Reyes, L. E. (2013). Jenis Pintu Air dan Katup. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Hidayah, S., & Prihantoko, A. (2017). Pintu Air Irigasi Elektromekanis Kombinasi Aliran Atas dan Bawah. *Jurnal Irigasi*, 11(2), 113. <https://doi.org/10.31028/ji.v11.i2.113-124>
- Nurjanah, R. A. D. (2014). ANALISIS TINGGI DAN PANJANG LONCAT AIR PADA BANGUNAN UKUR BERBENTUK SETENGAH LINGKARAN. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(3), 578–582.
- Price, N. E. W. (2020). Bagian Pintu Air. 2–4.
- Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi. (2016). Perencanaan Bangunan Utama (Bendung) Diklat Teknis Perencanaan Irigasi Tingkat Dasar. Modul Pengenalan Sistem Irigasi, Perencanaan Bendungan.
- Rizaldy, A., Musa, R., & Mallombasi, A. (2021). Kalibrasi Koefisien Debit Model Bukaan Pintu Sorong Pada Saluran Terbuka (Uji Laboratorium). *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, 6(1), 1–10.
- Saluran, H. (1985). Jenis Aliran Air. 32–54.
- Shayan, H. K., & Farhoudi, J. (2013). Theoretical Criterion for Stability of Free Hydraulic Jump on Adverse Stilling Basins. 1, 53–66.
- Sunik, S. (2019). Characteristic of Contraction. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(3), 170–175.
- Sunik, S. (2020). Contraction coefficient (C_c) characteristic for flow under sluice gate using trapezoid baffle block and sill. *Water and Energy International*, 63r(3), 37–41.