

Pemodelan Fisik Konstruksi Kelompok Tiang dalam Mereduksi Aliran Super Kritis di Hilir Pintu Air Tipe Flap

by I Made Kamiana

Submission date: 13-Sep-2022 01:31AM (UTC+0700)

Submission ID: 1898166257

File name: 1._19075-Article_Text-65282-1-2-20220821.docx (1.03M)

Word count: 2833

Character count: 15932

Pemodelan Fisik Konstruksi Kelompok Tiang dalam Mereduksi Aliran Super Kritis di Hilir Pintu Air Tipe Flap

Physical Modeling of Pile Group Construction in Reducing of Super Critical Flow at Downstream of Flap Gate

7 Made Kamiana¹, Dwi Anung Nindito², Ayuni Wulandari³

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya, Jln. Yos Sudarso. Email :
9 kamianamade62@gmail.com

²Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya, Jln. Yos Sudarso. Email :
8 dwi_anungnindito@eng.upr.ac.id

³Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya, Jln. Yos Sudarso. Email :
ayuniw12@gmail.com

Abstrak

1 Aliran super kritis di hilir pintu air dapat menjadi salah satu penyebab gerusan pada saluran. Oleh karena itu, sebelum masuk ke saluran, aliran super kritis di hilir pintu air perlu direduksi menjadi aliran sub kritis. Untuk mereduksi aliran kritis di hilir pintu air biasanya digunakan konstruksi kolam olak yang dikombinasikan dengan baffle block dan sill. Dalam penelitian ini, konstruksi kelompok tiang diuji sebagai pereduksi aliran super kritis di hilir pintu air tipe flap. Penelitian dilakukan dengan cara pemodelan fisik di laboratorium. Model konstruksi kelompok tiang yang diuji terdiri dari enam variasi. Hasil menunjukkan bahwa dalam enam variasi model konstruksi kelompok tiang yang diuji, aliran super kritis di hilir pintu air tipe flap dapat diubah menjadi aliran sub kritis. Variasi yang paling efektif adalah **1** variasi IV. Pada variasi IV, model tiang dipasang paralel, tinggi model tiang 24 kali diameter model tiang, jarak antar model tiang 1/8 lebar flume, panjang model konstruksi kelompok tiang 1,95 kali jarak antara model konstruksi kelompok tiang dan model pintu air tipe flap.

Kata Kunci: aliran super kritis; bilangan froude, konstruksi kelompok tiang; pemodelan fisik; pintu air

Abstract

Before entering the channel, the super critical flow at downstream of the flap gate needs to be reduced to a sub critical flow, so that it does not become one of the causes of scour. Usually, the super critical flow at downstream of the flap gate is reduced using the construction of stilling basin combined with baffle blocks and sills. In this study, using a physical modeling in the laboratory, six variations of the pile group construction model will be tested to reduce the super critical flow at downstream of the flap gate model. The results showed that the six variations of the pile group construction model that were tested were able to reduce the super critical flow at downstream of the flap gate model to a sub critical flow **1**. The most effective variation is Variation IV. In variation IV, the pile model is installed in parallel, the height of the pile model is 24 x the diameter of the pile model, the distance between the pile models is 1/8 the flume width, the length of the pile group construction model is 1.95 x the distance between the pile group construction model and the flap gate model.

Keywords: super critical flow; froude number, pile group construction; physical modeling; flap gate

PENDAHULUAN

Pintu air merupakan bangunan air yang berfungsi untuk mengatur debit, misalnya debit di saluran irigasi, saluran drainase, dan debit di sungai (Fahmiahans dkk, 2018; Fitriansyah dkk, 2021).

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi aliran melalui pintu air, antara lain: tinggi bukaan

4 pintu air, tinggi muka air di hulu pintu air, dan tinggi muka air di hilir loncatan hidraulik (Fahmiahans dkk, 2018; **11** Stianti dan Suciani, 2022).

Aliran di hilir pintu air dikelompokkan menjadi dua yaitu aliran bebas dan aliran tenggelam (Ghaderi dkk, 2020). Peristiwa loncatan hidraulik di hilir pintu air dapat terjadi baik dalam kondisi aliran bebas maupun aliran tenggelam (Ghaderi dkk, 2020).

Loncatan² hidraulik terjadi pada perubahan aliran tiba-tiba dari aliran super kritis menjadi aliran sub kritis (Eltoukhy dan Alsaydala², 2019). Aliran super kritis adalah aliran dengan bilangan Froude lebih besar dari 1 ($F_r > 1$). Aliran sub kritis adalah aliran dengan bilangan Froude lebih kecil dari 1 ($F_r < 1$) (Fahmiahansan dkk, 2018).

Apabila aliran super kritis terjadi di hilir pintu air yang dasar salurannya berupa material halus maka dapat mengakibatkan gerusan lokal (Pudyono dan Sunik, 2013). Gerusan lokal dapat mengakibatkan kerusakan dan kegagalan bangunan air, termasuk di dalamnya kerusakan dan kegagalan pintu air (Aamir dkk, 2022; Ibrahim dkk, 2022).

Untuk menghindarkan gerusan lokal di hilir pintu air maka sebelum masuk ke saluran, aliran super kritis diubah terlebih dahulu menjadi aliran sub kritis. Cara untuk mengubah aliran super kritis menjadi aliran sub kritis adalah dengan memasang konstruksi peredam atau pereduksi energi, misalnya berupa kolam olak dan blok penghalang aliran (Pudyono dan Sunik, 2013; Kim dkk, 2015; Urbański dkk, 2020).

Pudyono dan Sunik (2013) melakukan penelitian pemodelan kolam olak di hilir pintu air. Model kolam olak dilengkapi dengan blok-blok penghalang aliran di lantai kolam olak (*baffle blocks*) dan blok-blok penghalang di ujung lantai kolam olak (*endsill*). Penelitian bertujuan untuk meninjau kecepatan aliran di hilir pintu air sebelum dan sesudah pemasangan kolam olak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah pemasangan kolam olak, kecepatan aliran di hilir pintu air berkurang dan terjadi aliran bolak-balik serta kondisi aliran berubah dari super kritis menjadi kritis kemudian berubah lagi menjadi sub kritis.

Kim dkk (2015) melakukan penelitian pemodelan pereduksi energi di hilir pintu air geser tegak. Model pereduksi energi yang digunakan berupa blok penghalang yang masif. Blok penghalang dipasang melintang pada jarak tertentu dari pintu air. Tinggi blok penghalang bervariasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, blok penghalang mampu mereduksi 50% aliran super kritis apabila tinggi blok penghalang sebesar 10% rata-rata kedalaman aliran dan jarak pemasangannya dari pintu geser tegak sebesar 70% rata-rata kedalaman aliran.

Memperhatikan hasil-hasil penelitian konstruksi pereduksi energi yang telah diuraikan di atas, baik yang berupa konstruksi *baffle blocks*, *endsill*, maupun yang berupa konstruksi blok penghalang masif, dalam penelitian ini dimodifikasi dan dimodelkan berbentuk konstruksi kelompok tiang. Model konstruksi kelompok tiang dibuat

13 am enam variasi, kemudian diuji di hilir model pintu air.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh model konstruksi kelompok tiang dalam mereduksi aliran super kritis di hilir model pintu air, dan menganalisis pemasangan model konstruksi kelompok tiang yang paling efektif.

METODE

Pembuatan Model

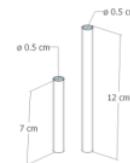
Pemodelan dilakukan dengan model fisik² di Laboratorium Hidrolika dan Hidrologi Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.

Dimensi *flume* ya¹ digunakan dalam pemodelan sebagai berikut: panjang 6 m, lebar 0,20 m, dan tinggi 0,40 m. Dasar *flume* dibuat dari kayu, dan dinding dibuat dari kaca¹⁵.

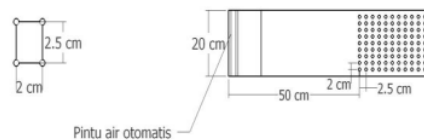
Model pintu air yang digunakan dalam penelitian ini adalah model pintu air otomatis tipe flap atau *flap gate* (Adib dkk, 2015).

Oleh karena *flume* dan model pintu air otomatis tipe flap sudah tersedia, maka dalam penelitian ini hanya diperlukan pembuatan model konstruksi kelompok tiang.

Model tiang dibuat dari kayu galam. Penampang¹ n tinggi model tiang dapat dilihat pada Gambar 1. Diameter model tiang 0,5 cm; tinggi model tiang 7 cm (12 x diameter model tiang) dan 12 cm (24 x diameter model tiang). Model tiang dipasang paralel seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Diameter model tiang (ϕ) dan tinggi model tiang (t)

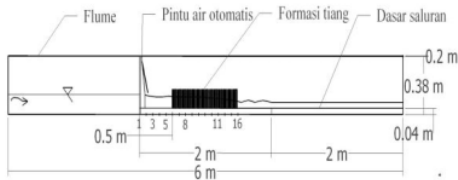


Gambar 2. Pemasangan model tiang paralel dengan jarak antar tiang 1/8 dari lebar *flume*

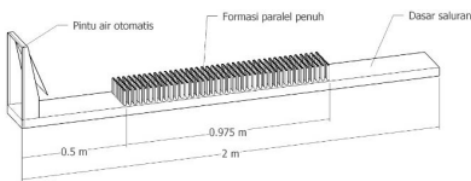
Pemasangan model konstruksi kelompok tiang pada *flume* dapat dilihat pada Tabel 1 dan pada Gambar 3 sampai dengan Gambar 6.

Tabel 1. Variasi model tiang dan cara pemasangan

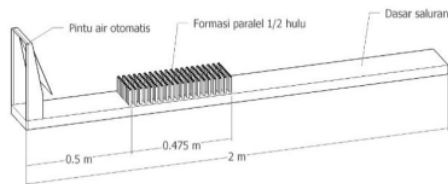
Variasi model tiang	Cara pemasangan
Variasi 1 dengan t = 7 cm	Lihat Gambar 4
Variasi 4 dengan t = 12 cm	
Variasi 2 dengan t = 7 cm	Lihat Gambar 5
Variasi 5 dengan t = 12 cm	
Variasi 3 dengan t = 7 cm	Lihat Gambar 6
Variasi 6 dengan t = 12 cm	



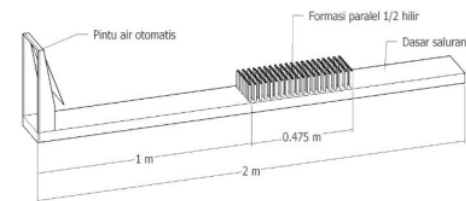
Gambar 3. Tampak samping flume, model pintu air otomatis tipe flap, model konstruksi kelompok tiang, dan posisi 16 titik pengukuran kedalaman aliran



Gambar 4. Detail pemasangan model tiang variasi 1 dan variasi 4



Gambar 5. Detail pemasangan model tiang variasi 2 dan variasi 5



Gambar 6. Detail pemasangan model tiang variasi 3 dan variasi 6

Pengumpulan Data

Data dikumpulkan dengan cara pengukuran dan cara perhitungan. Data yang diperoleh dengan cara pengukuran yaitu data kedalaman aliran dan lebar dasar flume. Pengumpulan data kedalaman aliran dilakukan pada saat pengaliran debit melalui model pintu air otomatis tipe flap dalam dua skenario yaitu: (i) tanpa model konstruksi kelompok tiang, (ii) dengan model konstruksi kelompok tiang (erf 1m variasi model). Pengaliran debit dilakukan dalam dua variasi yaitu $Q_1 = 0,00129 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan $Q_2 = 0,00512 \text{ m}^3/\text{dt}$.

Data y12g diperoleh dengan cara perhitungan adalah data luas penampang basah dan kecepatan aliran rata-rata penampang. Perhitungan dilakukan dengan adaptasi dari Persamaan Kontinuitas (Kamiana dan Jaya, 2019). Persamaan yang dimaksud itu adalah Persamaan [1].

$$V = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots[1]$$

Keterangan:

- V = kecepatan aliran rata-rata penampang (m/dt)
- Q = debit (m^3/dt), data Q diperoleh dengan pengukuran volumetrik
- A = luas penampang basah (m^2) = y x b, dimana y adalah kedalaman aliran (m) dan b adalah lebar flume (m).

Analisis Data

Data yang diperoleh dengan cara pengukuran maupun perhitungan, selanjutnya digunakan sebagai data masukan dalam perhitungan bilangan Froude pada 16 titik tinjauan.

Oleh karena flume yang digunakan dalam penelitian ini berpenampang persegi, maka bilangan Froude dihitung berdasarkan Persamaan [2] (Fahmiahsan dkk, 2018).

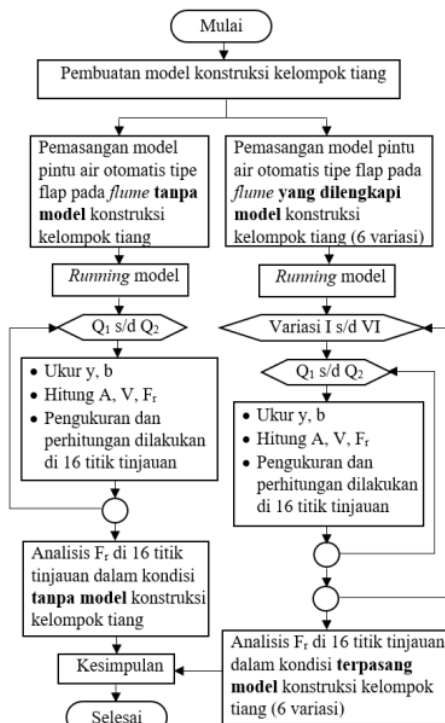
$$F_r = \frac{v}{\sqrt{g y}} \dots\dots\dots[2]$$

6eterangan:

- F_r = bilangan Froude
- V = kecepatan aliran rata-rata penampang (m/dt)
- g = percepatan gravitasi (m/dt^2)
- y = kedalaman aliran (m)

Hasil perhitungana5bilangan Froude pada 16 titik tinjauan, kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Berdasarkan tabel dan grafik tersebut, selanjutnya dianalisis kondisi aliran yang terjadi, apakah dalam kondisi aliran kritis, super kritis, sub kritis, atau kombinasi dari ketiga jenis aliran tersebut.

10 Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 7.

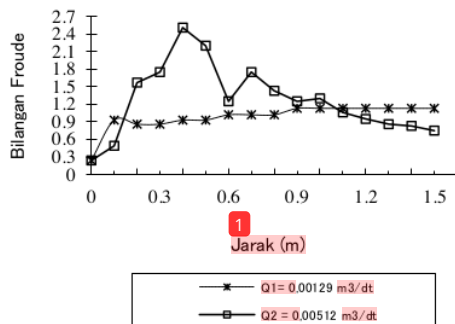


Gambar 7. Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aliran tanpa model konstruksi kelompok tiang

Kondisi aliran di hilir model pintu air otomatis tipe flap tanpa model konstruksi kelompok tiang disajikan dalam bentuk grafik seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Bilangan Froude (F_r) pada 16 titik tinjauan tanpa model konstruksi kelompok tiang

Lokasi titik-titik tinjauan pada Gambar 8, penjelasannya sebagai berikut: titik 0 atau titik tinjauan ke-1 terletak 10 cm di hulu model pintu air,

titik 1 atau titik tinjauan ke-2 terletak pada posisi model pintu air, titik 2 atau titik tinjauan ke-3 terletak 10 cm di hilir model pintu air, titik 3 atau titik tinjauan ke-4 berlokasi 20 cm di hilir model pintu air, demikian seterusnya sampai titik tinjauan ke-16 yang terletak 1,4 m di hilir model pintu air.

Secara umum mengenai kondisi aliran pada Gambar 8 sebagai berikut: (i) Pada pengaliran dengan debit Q_1 , aliran di hulu dan di posisi pintu air adalah sub kritis. Setelah melewati model pintu air, aliran cenderung menjadi super kritis dan tidak terdapat loncatan hidraulik. (ii) Pada pengaliran dengan debit Q_2 , aliran di hulu dan di posisi model pintu air adalah sub kritis. Setelah melewati model pintu air, aliran berubah menjadi super kritis, kemudian di hilirnya menjadi sub kritis, sehingga terjadi loncatan hidraulik. Kondisi aliran seperti ini juga terdapat dalam salah satu hasil pengujian pengaliran oleh Pudyono dan Sunik (2013) maupun oleh Kim dkk (2015).

Berdasarkan Gambar 8, juga dapat dijelaskan kondisi aliran lebih rinci pada 16 titik tinjauan sebagai berikut:

1. Kondisi pengaliran dengan debit Q_1

Di titik tinjauan ke-1 atau pada jarak 0,1 m di hulu model pintu air sampai dengan titik tinjauan ke-6 atau pada jarak 0,4 m di hilir model pintu air, nilai bilangan Froude < 1 (sub kritis). Mulai dari titik tinjauan ke-7, atau mulai dari titik tinjauan dengan jarak 0,5 m di hilir model pintu air sampai dengan titik tinjauan ke-16 atau titik tinjauan dengan jarak 1,4 m di hilir model pintu air, nilai bilangan Froude > 1 (super kritis).

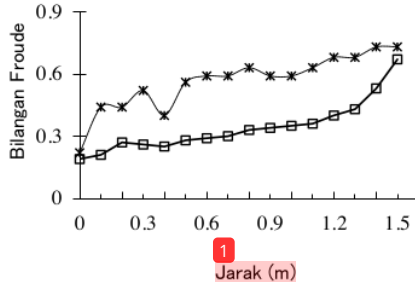
Pada pengaliran dengan debit Q_1 , nilai bilangan Froude terkecil 0,24 yang terjadi pada titik tinjauan ke-1 atau pada titik tinjauan yang berjarak 0,1 m di hulu model pintu air. Sedangkan nilai bilangan Froude terbesar 1,13 yang terjadi pada titik tinjauan ke-16 atau pada titik tinjauan yang berjarak 1,4 m di hilir model pintu air.

2. Kondisi pengaliran dengan debit Q_2

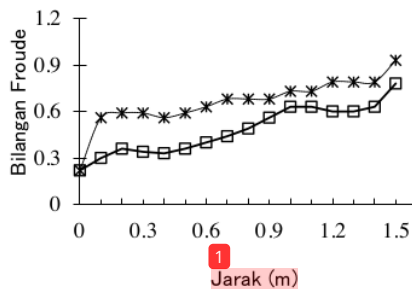
Di titik tinjauan ke-1 atau pada jarak 0,1 m di hulu model pintu air dan di titik tinjauan ke-2 atau pada posisi pintu air, nilai bilangan Froude < 1 (sub kritis). Mulai titik tinjauan ke-3, nilai bilangan Froude meningkat menjadi > 1 (super kritis). Peningkatan nilai bilangan Froude ini mencapai puncaknya pada titik tinjauan ke-5 atau pada titik tinjauan yang berjarak 0,3 m di hilir model pintu air. Mulai dari titik tinjauan ke-14 sampai dengan titik tinjauan ke-16, atau mulai dari jarak 1,2 m sampai dengan jarak 1,4 m di hilir model pintu air, nilai bilangan Froude berubah menjadi < 1 (sub kritis). Hal ini berarti loncatan hidraulik terjadi mulai dari titik tinjauan ke-5 sampai dengan titik tinjauan ke-14.

Aliran dengan model konstruksi kelompok tiang

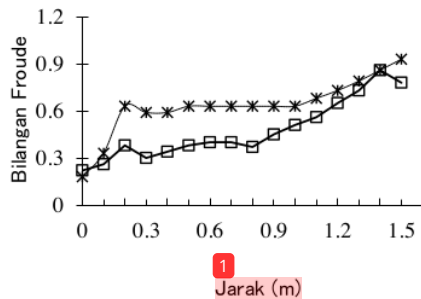
Gambar 9 sampai dengan Gambar 14 menunjukkan kondisi aliran pada 16 titik tinjauan di hulu dan hilir model pintu air otomatis tipe flap.



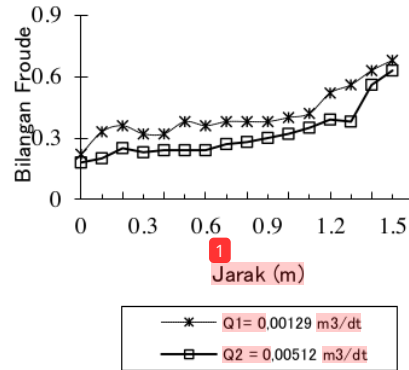
Gambar 9. Bilangan Froude (F_r) setelah dipasang model konstruksi kelompok tiang Variasi I



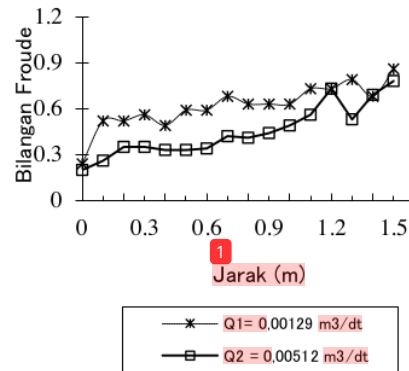
Gambar 10. Bilangan Froude (F_r) setelah dipasang model konstruksi kelompok tiang Variasi II



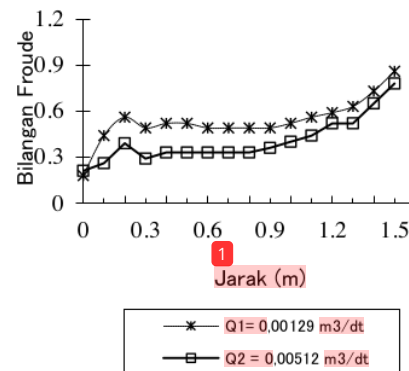
Gambar 11. Bilangan Froude (F_r) setelah dipasang model konstruksi kelompok tiang Variasi III



Gambar 12. Bilangan Froude (F_r) setelah dipasang model konstruksi kelompok tiang Variasi IV



Gambar 13. Bilangan Froude (F_r) setelah dipasang model konstruksi kelompok tiang Variasi V



Gambar 14. Bilangan Froude (F_r) setelah dipasang model konstruksi kelompok tiang Variasi VI

Berdasarkan Gambar 9 sampai dengan Gambar 14 dapat dijelaskan bahwa:

<https://doi.org/10.26740/proteksi.vxn.x.px-x>

1. Setelah pemasangan model konstruksi kelompok tiang, bilangan Froude pada setiap titik tinjauan di hilir model pintu air menjadi lebih kecil dari satu. Dengan kata lain, setelah pemasangan model konstruksi kelompok tiang, aliran super kritis di hilir model pintu air berubah menjadi sub kritis.
2. Penurunan bilangan Froude tidak sama antar variasi model konstruksi kelompok tiang.
3. Variasi model konstruksi kelompok tiang yang paling besar dalam menurunkan bilangan Froude di hilir model pintu air adalah Variasi IV.

Hasil penelitian ini memiliki kesamaan dengan hasil penelitian Pudyono dan Sunik (2013), Kim dkk (2015), Aydin dan Ulu (2017), dan Ghaderi dkk (2020), yang pada intinya menyatakan bahwa:

1. Pemasangan penghalang aliran di hilir pintu air, dapat menurunkan kecepatan aliran, memperpendek panjang loncatan hidraulik, dan meningkatkan kedalaman aliran di akhir loncatan hidraulik. Dengan kata lain, penghalang aliran dapat mereduksi aliran super kritis.
2. Efektivitas penghalang aliran dalam mereduksi aliran super kritis bergantung pada beberapa faktor, antara lain: dimensi, bentuk, formasi, dan lokasi pemasangan penghalang aliran.

KESIMPULAN

Sebelum dipasang model konstruksi kelompok tiang, aliran di hilir model pintu air otomatis tipe flap merupakan kombinasi aliran super kritis dan sub kritis. Setelah dipasang model konstruksi kelompok tiang, aliran di hilir model pintu air otomatis tipe flap menjadi aliran sub kritis.

Model konstruksi kelompok tiang yang paling besar pengaruhnya dalam menurunkan aliran super kritis menjadi sub kritis di hilir model pintu air otomatis tipe flap adalah model Variasi IV.

Bentuk model konstruksi kelompok tiang Variasi IV, sebagai berikut: (i) model tiang dipasang paralel; (ii) tinggi model tiang 24 kali diameter model tiang; (iii) jarak antar model tiang $1/8$ lebar flume; (iv) panjang pemasangan model konstruksi kelompok tiang 1,95 kali jarak pemasangan model konstruksi kelompok tiang dari pintu air.

REFERENSI

- Aamir, M., Ahmad, Z., Pandey, M., Amir Khan, M., Aldrees, A., Mohamed, A., 2022, "The Effect of Rough Rigid Apron on Scour Downstream of Sluice Gates", *Water*. Vol 14. No. 14, Juli.
- Adib, M.R.M., Amirza, A.R.M., Wardah, T., A Junaidah, A., 2015, "Effectiveness Using Circular Fibre Steel Flap Gate as a Control Structure Towards the Hydraulic Characteristics in Open Channel", *Soft Soil Engineering International Conference*, IOP Publishing, pp. 1-9.
- Aydin, M.C., Ulu, A.E., 2017, "Numerical Modelling of Sluice Gates with Different Baffle Types Under Submerged Flow Conditions", *Journal of Science and Technology*. Vol. 7 No. 1, Mei.
- Eltoukhy, M.A.R., Alsaydalani, M.O.A., 2019, "Hydraulic Jump Characteristics Downstream of a Sluice Gate with an Orifice", *International Journal of Scientific & Engineering Research*. Vol. 10 No. 10, Okt.
- Fahmiahansan, R., Mudjiatko, Rinaldi, 2018, "Fenomena Hidrolis pada Pintu Sorong", *Jom FTEKNIK*. Vol. 5 No. 1, April.
- Fitriansyah, M., Setiawan, I., Ridhani, M.Y., 2021, "Perencanaan Desain Pintu Air Otomatis Sebagai Upaya Mitigasi Genangan Akibat Pasang Air Sungai (Jl. Belitung Kota Banjarmasin)", *Jurnal Konstruksia*. Vol. 13 No. 1, Des.
- Ibrahim, M.M., Helmy, A., Alafrawi, M.A., El-Hazek, A.N., 2022 "Using Nanomaterial to Minimize the Local Scour Downstream of Sluice Gate", *Alexandria Engineering Journal*. Vol. 61 No. 4, April.
- Ghaderi, A., Dasineh, M., Aristodemo, F., Ghahramanzadeh, A., 2020, "Characteristics of Free and Submerged Hydraulic Jumps Over Different Macroroughnesses". *Journal of Hydroinformatics*. Vol. 22 No. 6, Nov.
- Kamiana, I.M., Jaya, A.R., 2019, "Koefisien Manning Saluran Drainase di Ruas Jalan Bapuyu dan Jalan Lele Kota Palangka Raya", *Prosiding SNST ke-10 Tahun 2019*, Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim, pp.37-42.
- Kim, Y., Choi, G., Park, H., Byeon, S., 2015, "Hydraulic Jump and Energy Dissipation with Sluice Gate", *Water*. Vol. 7. No. 9, Sept.
- Pudyono, Sunik, 2013, "Penentuan Kedalaman dan Pola Gerusan Akibat Aliran Superkritik di Hilir Pintu Air Menggunakan End Sill dan Baffle Block dengan Simulasi Model Integrasi Numerik", *Jurnal Rekayasa Sipil*. Vol. 7 No. 2.
- Rustiati, N.B., Suciani, N., 2022, "Kajian Pola Aliran di Hilir Pintu Sorong dengan Material Dasar Saluran Pasir Lempung", *Rekonstruksi Tadulako*. Vol.3 No 1, Maret.
- Urbański, J., Kiraga, M., Bajkowski, S., 2020, "The Impact of Energy Dissipation Devices on The Size of Local Scour Beds on The Sluice Gate Model", *Archives of Civil Engineering*. Vol. 66 No. 4, Des.

Pemodelan Fisik Konstruksi Kelompok Tiang dalam Mereduksi Aliran Super Kritis di Hilir Pintu Air Tipe Flap

ORIGINALITY REPORT

14%

SIMILARITY INDEX

14%

INTERNET SOURCES

%

PUBLICATIONS

%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	ojs.uniska-bjm.ac.id Internet Source	7%
2	digilibadmin.unismuh.ac.id Internet Source	1%
3	ft.unesa.ac.id Internet Source	1%
4	es.scribd.com Internet Source	1%
5	core.ac.uk Internet Source	1%
6	catatanmu.wordpress.com Internet Source	<1%
7	ppjp.ulm.ac.id Internet Source	<1%
8	www.coursehero.com Internet Source	<1%
9	ojs.uajy.ac.id Internet Source	<1%

10

id.123dok.com

Internet Source

<1 %

11

repository.ub.ac.id

Internet Source

<1 %

12

andrendre.wordpress.com

Internet Source

<1 %

13

publikasiilmiah.ums.ac.id:8080

Internet Source

<1 %

14

e-journal.upr.ac.id

Internet Source

<1 %

15

text-id.123dok.com

Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On