

Hubungan Antara Kecepatan Aliran di Hulu dan di Hilir Variasi Bukaannya Pintu Sorong

Alifi Yunar^{a*}, Atur PN. Siregar^a dan Muh.Yudi Fahreza^c

^aJurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu, Indonesia, 94112

* Corresponding author's e-mail: yunar234@gmail.com

Received: 11 May 2025; revised: 2 March 2026; accepted: 4 March 2026

Abstract: Sliding gates (watergates) are used in air control system store regulate the flow rate through open channels. The flow rate upstream and downstream of the sliding gate is influenced by the area of the door opening, as well as the height of the air up stream and downstream. Research on variations in opening sliding gates is needed to model and understand the distribution of flow rates. Thus, the research to be conducted at the Laboratory of Fluid Mechanics & Hydraulics, Tadulako University aims to analyze the effect of variations in sliding gate openings on the flow rates upstream and downstream and to determine the differences in flow rates upstream and downstream at each variation of sliding gate openings. Based on the results of the data analysis obtained, variations in flow rate and damage to sliding gates affect the flow rate and leakage that occurs at the bottom of the flume. The analysis shows that the water flow rate upstream (V1) is consistently higher than downstream (V2). This shows that increasing air flow strength then there inforcement and flowers istance at higher discharges, the kinetic energy of the water upstream is greater so that it can over come resistance more effectively than downstream. So that variations can damage significantly affect the flow velocity, with the upstream velocity always dominant and the difference between upstream and downstream increasing along with the increase in discharge.

Keywords: flow velocity, discharge, sliding gate

Abstrak: Pintu sorong (sluicgate) digunakan dalam system pengendalian air untuk mengatur debit aliran melalui saluran terbuka. Kecepatan aliran di hulu dan di hilir pintusorong dipengaruhi oleh luas bukaan pintu, serta ketinggian air di hulu dan hilir. Penelitian mengenai variasi bukaan pintu sorong diperlukan untuk memodelkan dan memahami distribusi kecepatan aliran. Dengan demikian, penelitian yang akan dilakukan di Laboratorium Mekanika Fluida dan Hidraulika Universitas Tadulako bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi bukaan pintu sorong terhadap kecepatan aliran di hulu dan di hilir serta untuk mengetahui perbedaan kecepatan aliran di hulu dan di hilir pada setiap variasi bukaan pintusorong. Berdasarkan hasil analisis data didapatkan bahwa variasi debit aliran dan bukaan pintu sorong memengaruhi kecepatan aliran serta kehampaan yang terjadi pada dasar flume. Analisis menunjukkan bahwa kecepatan aliran air di hulu (v1) secara konsisten lebih tinggi daripada di hilir (v2). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan debit air memperkuat gesekan dan hambatan aliran pada debit yang lebih tinggi. Energi kinetik air di hulu lebih besar sehingga mampu mengatasi hambatan lebih efektif dibandingkan di hilir. Sehingga dapat disimpulkan variasi bukaan berpengaruh signifikan terhadap kecepatan aliran, dengan kecepatan hulu selalu dominan dan perbedaan antara hulu dan hilir semakin besar seiring dengan peningkatan debit.

Kata kunci: kecepatan aliran, debit, pintu sorong

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

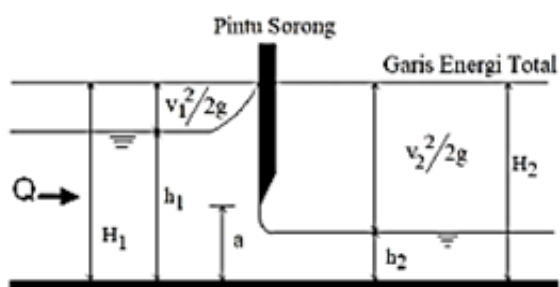
Pintu sorong (*sluice gate*) digunakan dalam sistem pengendalian air untuk mengatur debit aliran melalui saluran terbuka [1]. Kecepatan aliran di hulu dan di hilir pintu sorong dipengaruhi oleh luas bukaan pintu, serta ketinggian air di hulu dan hilir. Penelitian tentang variasi bukaan pintu sorong dapat memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai pola aliran dan kecepatan di sekitar pintu sorong, yang penting dalam desain dan operasional sistem pengairan serta manajemen sumber daya air [2].

Dalam sistem pengelolaan air, pintu sorong (*sluice gate*) merupakan salah satu komponen penting yang digunakan untuk mengontrol aliran air di saluran terbuka. Pintu sorong berfungsi untuk mengatur debit air melalui perubahan luas bukaan, yang pada gilirannya mempengaruhi kecepatan dan volume aliran di kedua sisi pintu, yaitu hulu dan hilir [3]. Pemahaman mendalam mengenai hubungan antara kecepatan aliran di hulu dan

hilir dalam kaitannya dengan variasi bukaan pintu sorong sangat penting untuk berbagai aplikasi, seperti irigasi, pengendalian banjir, dan operasi bendungan [2].

Pintu sorong atau biasa kita sebut pintu air adalah suatu alat untuk mengontrol aliran pada saluran terbuka. Pintu menahan air di bagian hulu dan mengizinkan aliran ke arah hilir melalui bawah pintu dengan kecepatan tinggi. Pintu sorong dalam sistem irigasi berfungsi untuk mengatur debit yang dialirkan dari bendung ke dalam saluran irigasi yang ada dibelakangnya. Koefisien debit pada pintu sorong merupakan fungsi dari geometri saluran dan parameter hidrolis. Henry (1950) melakukan penelitian eksperimental mengenai variasi inilah koefisien debit [4].

Pintu sorong adalah konstruksi yang digunakan untuk mengatur debit air dan tinggi muka air pada saluran terbuka dengan menggerakkan daun pintu secara vertikal (Gambar 1). Aliran air biasanya melewati bagian bawah pintu, sehingga berfungsi efektif dalam mengontrol distribusi air di sistem saluran terbuka [5].



- Q = debit air (cm³/det)
- C_d = koefisien debit (0,86)
- B = lebar pintu (cm)
- Δ = Selisih tinggi muka air (cm)
- a = Tinggi bukaan pintu (cm)
- H₁ = Tinggi energi di hulu pintu
- H₂ = Tinggi energi di hilir pintu
- g = percepatan gravitasi (m/det²)
- h₁ = Tinggi muka air di hulu pintu (cm)
- h₂ = Tinggi muka air di hilir pintu (cm)
- v₁ = Kecepatan di hulu pintu (cm/det)
- v₂ = Kecepatan di hilir pintu (cm/det)

Gambar 1. Skema Penempatan Pintu sorong dan parameter yang ada di dalamnya [4]

1.2. Parameter Aliran Air Pada Saluran Terbuka

Parameter pada saluran terbuka merupakan besaran-besaran hidraulik yang digunakan untuk menggambarkan kondisi aliran air dalam suatu saluran, baik saluran alami seperti sungai maupun saluran buatan seperti irigasi. Parameter tersebut meliputi antara lain debit aliran (Q), kecepatan aliran (v), kedalaman air (h), kemiringan saluran (h), serta kekasaran saluran (n) yang berpengaruh terhadap karakteristik dan perilaku aliran air [6].

Adapun persamaan-persamaan parameter aliran, antara lain [7]:

$$Q = VA \tag{1}$$

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa debit aliran (Q) merupakan hasil perkalian antara kecepatan aliran (v) dan luas penampang basah (A), di mana untuk saluran berbentuk persegi panjang luasnya dinyatakan sebagai hasil kali lebar saluran (b) dan kedalaman air (h). Pada kondisi aliran kontinu, nilai debit tetap konstan di setiap penampang sehingga perubahan luas penampang akan diikuti oleh perubahan kecepatan aliran untuk menjaga keseimbangan aliran [8].

1.3. Kehampaan

Kehampaan adalah kondisi abnormal yang menyebabkan kerugian produksi dan kerusakan peralatan. Kata kehampaan berasal dari bahasa latin ‘cavus’ yang berarti rongga. Kehampaan merupakan peristiwa terbentuk dan pecahnya gelembung-gelembung uap di dalam fluida [9]:

$$\sigma_p = \frac{P_s - P_{vp}}{\frac{1}{2} \rho v_\infty^2} \tag{2}$$

dengan:

- p : angka kehampaan Thoma
- P_s : tekanan pada saction (N/M²)
- P_{VP} : tekanan uap penuh jenuh pada temperatur cairan tersebut (N/M²)
- P : massa jenis cairan (kg/m³)
- v_∞ : kecepatan free stream

1.4. Kecepatan Relatif

Kecepatan relatif pada aliran dalam flume yang dipengaruhi oleh pintu sorong terjadi akibat perbedaan energi dan perubahan penampang aliran antara bagian hulu dan hilir. Kecepatan relatif pada aliran dalam flume yang dipengaruhi oleh pintu sorong terjadi akibat perbedaan

energi dan perubahan penampang aliran antara bagian hulu dan hilir. Bukaan pintu sorong yang semakin kecil menyebabkan peningkatan kecepatan di bawah pintu (vena contracta) dan penurunan tekanan, sehingga menimbulkan perbedaan kecepatan yang signifikan dibandingkan aliran di hulu. Fenomena ini sering dianalisis menggunakan prinsip kontinuitas dan energi, serta berkaitan dengan perubahan bilangan Froude dan karakteristik aliran subkritis maupun superkritis [10].

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Fluida & Hidrolika, Fakultas Teknik Universitas Tadulako (Gambar 2)



Gambar 2. Lokasi Laboratorium Hidraulika Fatek Sipil UNTAD

2.2. Prosedur Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan dengan prosedur sebagai berikut ini:

- 1) Memasang pintu sorong dan point gauge di muka (h1) dan di belakang pintu (h2).
- 2) Mengukur bukaan pintu sorong.
- 3) Sebelum mengalirkan air pada flume, sediakan gelas ukur kosong di bawah flume untuk menampung air yang di alirkan pada flume.
- 4) Setelah itu alirkan air pada flume dan tampung air yang jatuh dari flume menggunakan gelas ukur .
- 5) Hitung kecepatan aliran.
- 6) Kemudian ukur tinggi muka air di depan pintu (h1) dan tinggi air di belakang pintu (h2) dengan menggunakan Point gauge.

- 7) Lakukan percobaan tersebut sebanyak 10 kali dengan menaikkan bukaan pintu setiap kenaikan 0,0050 m. Catat v dan h setiap pengulangan.

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen laboratorium untuk menganalisis hubungan antara kecepatan aliran di hulu dan di hilir akibat variasi bukaan pintu sorong. Media yang digunakan berupa flume (saluran terbuka buatan) dengan dimensi tertentu yang dirancang untuk mensimulasikan kondisi aliran sebenarnya. Model pintu sorong dipasang pada bagian tengah flume untuk mengatur aliran, sehingga memungkinkan dilakukan variasi bukaan pintu secara terkontrol [11].

Tahap awal penelitian dimulai dengan persiapan alat dan kalibrasi instrumen pengukuran, seperti current meter atau metode pelampung (*float method*) untuk mengukur kecepatan aliran. Selain itu, dilakukan pengukuran dimensi penampang saluran serta penentuan debit aliran yang akan digunakan selama percobaan. Kondisi aliran dijaga stabil sebelum pengambilan data dilakukan untuk memastikan hasil yang akurat dan konsisten.

Pengujian dilakukan dengan beberapa variasi bukaan pintu sorong, misalnya bukaan kecil, sedang, dan besar. Pada setiap variasi bukaan, dilakukan pengukuran kecepatan aliran di bagian hulu dan hilir pintu sorong. Selain kecepatan, parameter lain seperti tinggi muka air dan luas penampang basah juga dicatat untuk mendukung analisis debit aliran. Setiap percobaan diulang beberapa kali guna meminimalkan kesalahan dan meningkatkan reliabilitas data. Fenomena ini sangat penting dalam analisis limpasan permukaan, karena menunjukkan bahwa peningkatan muka air yang tampak kecil dapat berimplikasi pada peningkatan debit yang besar dan berpotensi menimbulkan luapan. Selain itu, bentuk kurva juga dipengaruhi oleh kondisi saluran seperti kekasaran, kemiringan, dan bentuk penampang [12].

Data tinggi muka air di hulu dan hilir kemudian digunakan dalam analisis hidraulika, seperti menghitung energi spesifik dan kehilangan energi aliran. Informasi ini juga dapat dikaitkan dengan perubahan kecepatan aliran untuk memahami interaksi antara energi potensial dan energi kinetik. Dengan demikian, pengukuran ini menjadi bagian penting dalam penelitian karakteristik aliran pada flume dengan variasi pintu sorong. Bukaan pintu juga mempengaruhi pola aliran, seperti terbentuknya aliran superkritis di hilir saat bukaan kecil. Selain itu, gradien energi sepanjang saluran akan berubah mengikuti variasi bukaan pintu tersebut. Interaksi antara debit aliran dan bukaan pintu menentukan besarnya kecepatan rata-rata yang terjadi [13].

Percobaan pengambilan data kecepatan aliran pada penelitian hubungan antara kecepatan aliran di hulu dan di hilir dengan variasi pintu sorong dilakukan menggunakan saluran flume sebagai media uji. Aliran air dialirkan secara kontinu dengan debit tertentu, kemudian pintu sorong diatur pada beberapa variasi bukaan, seperti bukaan kecil, sedang, dan besar. Pada setiap kondisi bukaan, dilakukan pengukuran kecepatan aliran di titik hulu (sebelum pintu) dan hilir (setelah pintu) menggunakan alat ukur seperti *current meter* atau metode pelampung. Pengukuran

dilakukan secara berulang untuk memastikan keakuratan data.

Selama proses pengambilan data, posisi titik ukur ditentukan secara tetap agar hasil yang diperoleh konsisten dan dapat dibandingkan antar variasi. Kecepatan di hulu biasanya cenderung lebih rendah dibandingkan di hilir akibat adanya percepatan aliran setelah melewati celah pintu sorong. Selain itu, tinggi muka air dan luas penampang aliran juga dicatat untuk mendukung analisis hubungan antara debit, kecepatan, dan bukaan pintu. Data yang diperoleh kemudian dihitung rata-ratanya untuk setiap kondisi bukaan pintu guna mengurangi pengaruh fluktuasi aliran [14].

Setelah seluruh data terkumpul, dilakukan analisis untuk melihat hubungan antara variasi bukaan pintu sorong terhadap perubahan kecepatan aliran di hulu dan hilir. Hasil percobaan umumnya menunjukkan bahwa semakin besar bukaan pintu, perbedaan kecepatan antara hulu dan hilir cenderung semakin kecil karena hambatan aliran berkurang. Sebaliknya, pada bukaan kecil terjadi peningkatan kecepatan yang signifikan di hilir akibat efek penyempitan aliran. Data ini selanjutnya dapat disajikan dalam bentuk grafik atau kurva untuk memperjelas pola hubungan yang terjadi [15].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kurva Debit

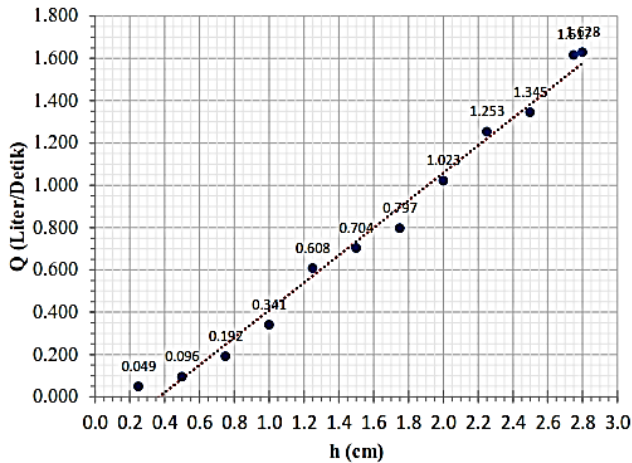
Grafik hubungan antara debit aliran (Q) dan tinggi muka air (h) dalam hidrologi dan hidraulika dikenal sebagai kurva debit–tinggi muka air (*rating curve*). Secara umum, hubungan ini bersifat nonlinier, di mana peningkatan tinggi muka air akan menyebabkan kenaikan debit yang lebih besar. Hal ini terjadi karena luas penampang basah dan jari-jari hidraulik bertambah seiring naiknya muka air, sehingga kapasitas aliran meningkat. Dalam banyak kasus, hubungan ini dapat didekati dengan persamaan berbentuk pangkat seperti $Q = ah^b$, di mana a dan b merupakan konstanta empiris yang ditentukan dari hasil pengukuran lapangan.

Secara grafis, kurva Q – h berbentuk lengkung naik (kurva eksponensial), bukan garis lurus. Pada kondisi muka air rendah, kenaikan debit relatif kecil terhadap perubahan tinggi muka air. Namun, setelah melewati ambang tertentu, sedikit kenaikan tinggi muka air dapat menyebabkan lonjakan debit yang signifikan (Gambar 2).

Dalam praktik rekayasa, kurva hubungan Q – h digunakan untuk memperkirakan debit sungai hanya dari pengamatan tinggi muka air yang lebih mudah diukur di lapangan. Kurva ini biasanya disusun berdasarkan data pengukuran debit dan tinggi muka air secara simultan, kemudian dilakukan analisis regresi untuk mendapatkan hubungan matematisnya. Ketelitian kurva sangat bergantung pada kualitas data, kondisi aliran (stabil atau tidak), serta perubahan morfologi sungai. Oleh karena itu, kurva debit–tinggi muka air perlu diperbarui secara berkala, terutama pada sungai yang mengalami sedimentasi atau erosi signifikan.

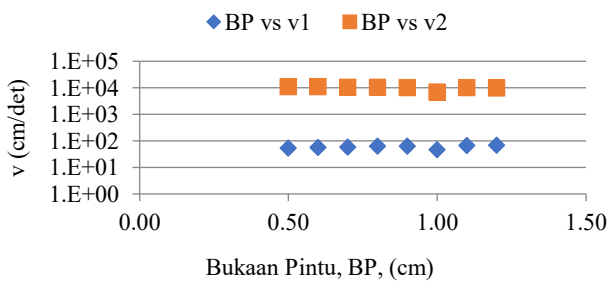
3.2. Variasi Bukaannya Pintu Sorong

Penelitian mengenai variasi bukaan pintu sorong (sluice gate) merupakan salah satu kajian penting dalam bidang hidraulika, khususnya pada aliran di saluran terbuka. Bukaan pintu sorong sangat mempengaruhi karakteristik aliran seperti debit (Q), kecepatan aliran, dan tinggi muka air di bagian hulu maupun hilir. Semakin besar bukaan pintu, maka luas penampang aliran bertambah sehingga debit yang mengalir juga meningkat. Namun, hubungan ini tidak selalu linier karena dipengaruhi oleh kondisi energi aliran, koefisien debit, serta efek kontraksi dan ekspansi aliran di sekitar pintu.



Gambar 3. Grafik hubungan Q dan h

Dalam penelitian eksperimental, variasi bukaan pintu sorong biasanya dilakukan dengan mengubah tinggi bukaan secara bertahap, kemudian mengukur parameter seperti debit, kecepatan, dan tekanan aliran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada bukaan kecil, aliran cenderung mengalami percepatan yang signifikan sehingga dapat memicu fenomena seperti aliran superkritis (Gambar 4).



Gambar 4. Kecepatan v_1 dan v_2 pada setiap bukaan pintu

Gambar 4 menunjukkan bahwa kecepatan aliran pada bagian hilir pintu terlihat lebih cepat, dibandingkan dengan kecepatan aliran di bagian hulu pintu. Dapat juga dituliskan teori yang menggambarkan hubungan kecepatan aliran di bagian hulu dan bagian hilir pintu, bahwa semakin cepat aliran di bagian hulu pintu maka semakin cepat pula, kecepatan alir di hilir pintu. Hubungan antara kecepatan aliran di hulu dan di hilir, bahwa, air mengalir dari hulu ke hilir, dan menggunakan persamaan kontinuitas dimana, $A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$.

Dari persamaan kontinuitas tersebut di peroleh bahwa kcepatan di v_2 adalah pembagian nilai h_1 dan h_2 , dan hasil

dari penelitian nilai h_1 selalu lebih besar dari h_2 Jadi semakin tinggi nilai v_1 pada h_1 yang lebih tinggi maka nilai v_2 semakin tinggi dengan nilai v_2 yang lebih rendah. Pada Gambar 4. Terlihat posisi nilai kecepatan aliran antara v_1 dan v_2 untuk setiap bukaan, dimana semakin besar bukaan maka semakin besar pula kecepatan baik itpada keceopatan v_1 maupun v_2 , di sisi ulin, kecepatan pada v_2 selalu lebih besar dari v_1 .

Dari penelitian ini dapat di lihat faktor utama parameter yang dapat merubah, tinggi permukaan air (h), dan kecepatan aliran (v). pintu sorong pada saluran terbuka sangat mempengaruhi distribusi kecepatan aliran baik di bagian hulu maupun hilir. Awal data yakni debit seperti pada $Q_1 = 0.00096 \text{ m}^3/\text{det}$. Selanjutnya aliran air tersebut mengalami penampang yang berbeda h_1 dan h_2 . Mistar ukur (*point gauge*) atau penggaris skala yang dipasang tegak pada dinding saluran. Pembacaan dilakukan setelah aliran mencapai kondisi stabil agar hasil lebih akurat dan representatif. Data tinggi muka air ini kemudian digunakan untuk menghitung luas penampang aliran serta mendukung analisis hubungan antara kecepatan dan debit aliran.

Pengukuran beda tinggi muka air pada percobaan pintu sorong di flume dilakukan dengan membandingkan elevasi permukaan air di bagian hulu dan hilir pintu. Pengamatan ini menggunakan alat ukur seperti point gauge yang ditempatkan pada titik tetap sebelum dan sesudah pintu sorong. Selisih tinggi ini juga dapat menjadi indikasi kecepatan aliran yang di bagian hulu dan bagian hilir pintu sorong, Mengingat dari hasil percobaan dengan emvariasikan debit, maka semakin tinggi permukaan air di hulu pintu sorong semakin cepat pula aliran di hilir pintu sorong

Tabel 2 menyajikan hasil perhitungan dari bukaan pintu 0,05 cm. pada penelitian ini dipraktekkan bukaan pintu sorong mulai dari 0,5 cm ; 0,6 cm ; 0,7 cm ; 0,8 cm 0,9 cm ; 1,0 cm ; 1,1 cm ; 1,2 cm . Hubungan antara debit aliran dan kecepatan dari hasil penelitian ini adalah terkait dengan tinggi permukaan air di saluran flume. Semakin besar debit yang dialirkan sebelum pintu sorong (Q_1) maka semakin tinggi pula kecepatan aliran di bagian hilir pintu sorong (v_2). dari subkritis ke superkritis, yang berdampak pada stabilitas aliran dan potensi terjadinya turbulensi maupun kavitasi di hilir pintu. Oleh karena itu, pengaturan bukaan pintu sorong yang optimal sangat penting untuk menjaga kestabilan aliran, mengurangi kehilangan energi, serta mencegah kerusakan struktur dan gangguan pada sistem irigasi atau bangunan air (Gambar 5).

Ketika pintu sorong dibuka kecil, aliran yang melewati celah akan mengalami percepatan sehingga kecepatan di hilir meningkat. Sebaliknya, di bagian hulu terjadi kenaikan tinggi muka air akibat hambatan aliran yang ditimbulkan oleh bukaan yang sempit. Jika bukaan pintu diperbesar, muka air tersebut menunjukkan adanya kehilangan energi dan perubahan tekanan akibat penyempitan aliran pada bukaan pintu. Semakin kecil bukaan pintu, umumnya perbedaan tinggi muka air antara hulu dan hilir akan semakin besar.

Sementara itu, pengukuran beda kecepatan aliran dilakukan dengan mengukur kecepatan di kedua sisi pintu menggunakan current meter atau metode pelampung.

Kecepatan di hilir biasanya lebih tinggi dibandingkan di hulu karena aliran mengalami percepatan saat melewati celah sempit pintu sorong. Data kecepatan diambil beberapa kali pada masing-masing titik untuk mendapatkan nilai rata-

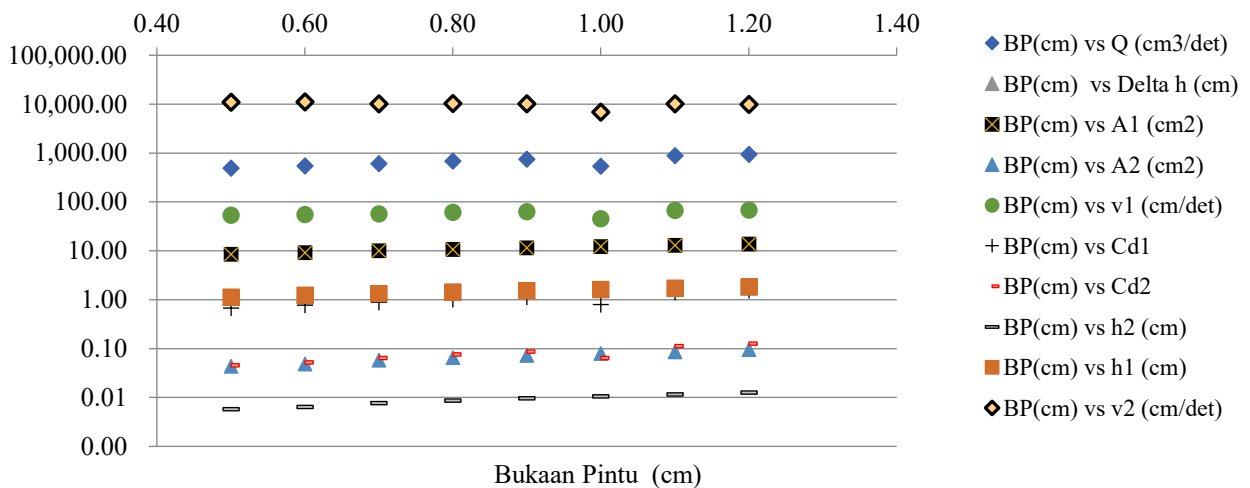
rata yang lebih akurat. Perbedaan kecepatan ini mencerminkan perubahan energi kinetik aliran akibat variasi bukaan pintu.

Tabel 2. Tabel hasil perhitungan untuk bukaan pintu 5 cm

No	Q ltr/det	Q cm ³ /det	h ₁ cm	h ₂ cm	Δh (h ₁ - h ₂)	b cm	A ₁ cm ²	A ₂ cm ²	v ₁ cm/det	v ₂ cm/det	Cd ₁	Cd ₂
1	0.096	96.000	0.500	0.0050	0.495	7.50	3.750	0.038	25.600	2560.000	0.080	0.008
2	0.150	150.000	0.600	0.0050	0.595		4.500	0.038	33.333	4000.000	0.137	0.013
3	0.250	250.000	0.750	0.0050	0.745		5.625	0.038	44.444	6666.667	0.256	0.021
4	0.340	340.000	0.900	0.0050	0.895		6.750	0.038	50.370	9066.667	0.381	0.028
5	0.450	450.000	1.050	0.0060	1.044		7.875	0.045	57.143	10000.000	0.544	0.041
6	0.540	540.000	1.200	0.0060	1.194		9.000	0.045	60.000	12000.000	0.698	0.049
7	0.630	630.000	1.350	0.0060	1.344		10.125	0.045	62.222	14000.000	0.864	0.058
8	0.725	725.000	1.500	0.0065	1.494		11.250	0.049	64.444	14871.795	1.048	0.069
9	0.820	820.000	1.650	0.0065	1.644		12.375	0.049	66.263	16820.513	1.244	0.078
10	0.925	925.000	1.800	0.0065	1.794		13.500	0.049	68.519	18974.359	1.465	0.088

Kombinasi antara data beda tinggi muka air dan beda kecepatan aliran memberikan gambaran lengkap mengenai karakteristik aliran pada flume. Analisis kedua parameter ini dapat digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara energi potensial dan energi kinetik dalam aliran terbuka.

Selain itu, hasil pengukuran juga membantu dalam memahami fenomena kehilangan energi dan distribusi kecepatan akibat pengaruh pintu sorong. Dengan demikian, data yang diperoleh menjadi dasar penting dalam analisis hidraulika saluran terbuka.



Gambar 5. Perubahan Parameter aliran pada sistim pintu sorong

Tabel 3. Perhitungan kehampaan yang mengakibatkan kavirtasi kavitasi pada hilir pintu sorong dengan bukaan pintu 0,5 cm

h ₂ m	b m	A ₁ m ²	A ₂ m ²	V ₁ m/dtk	V ₂ m/dtk	p Kg/m ³	P ₀	P _g Kpa	P _v Kpa	s
0.0050	0.075	0.00038	0.00038	0.31	0.31	996.23	101.49	0.49	-97.68	4.08
0.0050		0.00045	0.00038	0.34	0.37	996.23	101.49	0.49	-117.23	3.20
0.0050		0.00056	0.00038	0.38	0.44	996.23	101.49	0.49	-146.55	2.54
0.0050		0.00068	0.00038	0.42	0.51	996.23	101.49	0.49	-175.86	2.18
0.0060		0.00079	0.00045	0.45	0.54	996.23	101.59	0.59	-205.17	2.09
0.0060		0.00090	0.00045	0.49	0.59	996.23	101.59	0.59	-234.49	1.91
0.0060		0.00101	0.00045	0.51	0.64	996.23	101.59	0.59	-263.81	1.78
0.0065		0.00113	0.00049	0.54	0.68	996.23	101.63	0.63	-293.13	1.72
0.0065		0.00124	0.00049	0.57	0.72	996.23	101.63	0.63	-322.44	1.64
0.0065		0.00135	0.00049	0.59	0.76	996.23	101.63	0.63	-351.76	1.57

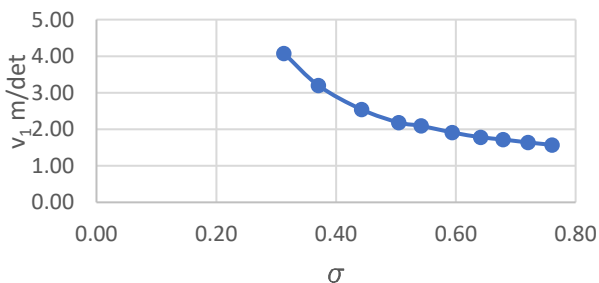
Dalam pelaksanaan pengukuran, penting untuk memastikan bahwa kondisi aliran sudah mencapai keadaan tunak sebelum dilakukan pembacaan. Hal ini dilakukan dengan menunggu hingga fluktuasi permukaan air relatif stabil. Selain itu, pengukuran sebaiknya dilakukan berulang kali pada titik yang sama untuk memperoleh nilai rata-rata yang lebih akurat. Langkah ini bertujuan meminimalkan kesalahan akibat gangguan aliran atau kesalahan pembacaan alat.

Selisih tinggi muka air antara hulu dan hilir, debit aliran, serta karakteristik saluran flume. Pada bukaan kecil, perbedaan tinggi muka air cenderung lebih besar karena mencerminkan adanya kehilangan energi yang terjadi saat aliran melewati pintu sorong. Perbedaan ini dipengaruhi oleh besarnya bukaan pintu terjadi hambatan aliran yang signifikan. Sebaliknya, pada bukaan besar, selisih tinggi muka air menjadi lebih kecil.

Perbedaan ini dipengaruhi oleh besarnya bukaan pintu terjadi hambatan aliran yang signifikan. Sebaliknya, pada bukaan besar, selisih tinggi muka air menjadi lebih kecil. Selisih tinggi muka air antara hulu dan hilir, debit aliran, serta karakteristik saluran flume. Pada bukaan kecil, perbedaan tinggi muka air cenderung lebih besar karena mencerminkan adanya kehilangan energi yang terjadi saat aliran melewati pintu sorong. Dalam pelaksanaan pengukuran, penting untuk memastikan bahwa kondisi aliran sudah mencapai keadaan tunak sebelum dilakukan pembacaan. Hal ini dilakukan dengan menunggu hingga fluktuasi permukaan air relatif stabil. Selain itu, pengukuran sebaiknya dilakukan berulang kali pada titik yang sama untuk memperoleh nilai rata-rata yang lebih akurat. Langkah ini bertujuan meminimalkan kesalahan akibat gangguan aliran atau kesalahan pembacaan alat [10].

3.3. Kemungkinan Terjadinya Kehampaan atau Kavitasasi

Tabel 3 menyajikan perhitungan kehampaan atau kavitasasi yang terjadi akibat kecepatan aliran. Nilai kavitasasi σ , dihitung menggunakan persamaan Thoma [13], dimana parameter yang dihitung, antara lain, kecepatan, dan perhitungan awal adalah tekanan. Seluruh perhitungan dilakukan pada setiap bukaan, seperti bukaan pintu, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9 1,0, 1,1 dan 1,2 cm.



Gambar 6. Hubungan antara kecepatan dan konstanta Thoma (σ)

Semakin rendah kecepatan maka nilai konstanta Thoma semakin rendah (Gambar 6). Dalam hal ini semakin tinggi kecepatan, maka semakin tinggi pula konstanta Thoma, yang artinya gelembung-gelembung udara yang di akibatkan kecepatan aliran dan tekanan udara semakin

besar, sehingga permukaan dasar aliran menjadi terkelupas akibat perbedaan tekanan di sekitar gelembung udara. Dengan kata lain semakin tinggi kecepatan semakin tinggi pula intensitas kerusakan permukaan dasar saluran, demikian sebaliknya. Pada tekanan yang rendah, berarti aliran yang lambat, kurang terjadi kavitasasi.

Tabel 3 menunjukkan peningkatan aliran baik aliran air, koefisien pengaliran, kecepatan, tinggi permukaan, dan debit aliran. Peningkatan tersebut bervariasi ada yang signifikan, moderat dan *shallow*. Demikian pula hubungan kecepatan aliran pada bagian hulu dan hilir, adalah dampak dari peran aktif atau naik turunnya pintu sorong.

4. Kesimpulan

Kecepatan aliran di hulu dan di hilir pada variasi bukaan pintu sorong menunjukkan bahwa perubahan bukaan pintu memiliki pengaruh signifikan terhadap distribusi energi dan kecepatan aliran. Pada kondisi bukaan kecil, terjadi peningkatan kecepatan aliran di hilir akibat penyempitan penampang aliran yang menyebabkan percepatan aliran (efek kontraksi), sementara di hulu cenderung terjadi penurunan kecepatan dan peningkatan tinggi muka air (*backwater effect*). Sebaliknya, pada bukaan pintu yang lebih besar, perbedaan kecepatan antara hulu dan hilir menjadi lebih kecil karena aliran lebih bebas, sehingga energi aliran lebih merata dan kehilangan energi relatif berkurang.

Hasil penelitian juga mengindikasikan bahwa hubungan antara kecepatan di hulu dan hilir tidak bersifat linier, melainkan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti debit aliran, tinggi muka air, serta karakteristik saluran. Variasi bukaan pintu sorong dapat menyebabkan perubahan kondisi aliran

Daftar Pustaka

- [1] L.O.M. Ikbar, A. Sahitua, R. Musa, A. Mallombasi, and M. Haris, "Analisa Karakteristik Aliran dengan Menggunakan Alat Ukur Pintu Sorong pada Saluran Terbuka", *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Sipil*, vol. 2, no. 1, pp. 107-113, 2020. <https://doi.org/10.33096/frxg3a61>
- [2] Wijianto and M. Effendy, "Aplikasi Response Getaran Untuk Menganalisis Fenomena Kavitasasi pada Instalasi Pompa Sentrifugal", *Jurnal Penelitian Sains & Teknologi*, vol. 12, no. 2, pp. 191-206, 2015.
- [3] A. Masruniwati, *Pengaruh Bukaan Pintu Terhadap Karakteristik Gerusan Sekitar Pintu Sorong Pada Saluran Terbuka*, Makassar: Universitas Hasanuddin, 2025.
- [4] L. Cassan and G. Belaud, "Experimental and Numerical Investigation of Flow Under Sluice Gates", *Journal of Hydraulic Engineering*, vol. 138, no. 4, pp. 367-373, 2012. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HY.1943-7900.0000514](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000514)
- [5] N.N. Oskuyi and F. Salmasi, "Vertical Sluice Gate Discharge Coefficient", *Journal of Civil Engineering and Urbanism*, vol. 2, no. 3, pp. 108-114, 2012.
- [6] P.K. Swamee, "Sluice Gate Discharge Equations", *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, vol.

- 118, no. 1, pp. 1-16, 1992. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(1992\)118:1\(56\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(1992)118:1(56))
- [7] A. Yoosefdoost and W.D. Lubitz, "Sluice Gate Design and Calibration: Simplified Models to Distinguish Flow Conditions and Estimate Discharge Coefficient and Flow Rate", *Water*, vol. 14, no. 8, pp. 1-16, 2022. <https://doi.org/10.3390/w14081215>
- [8] R.H.B.A. Shiddiq, N.N. Suryaman, and N.P. Ardiansyah, "Analisis Jenis Aliran pada Saluran Terbuka dengan Hambatan", *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-ilmu Teknik Sipil*, vol. 8, no. 2, pp. 213-219, 2024. <https://doi.org/10.32832/komposit.v8i2.15499>
- [9] A. Gautam, "Determination of Manning's Roughness Coefficient in Bijayapur Irrigation Canal, Kaski, Nepal", *Himalayan Journal of Applied Science and Engineering*, vol. 2, no. 2, pp. 14-23, 2021. <https://doi.org/10.3126/hijase.v2i2.43879>
- [10] N.B. Rustiati and N. Suciani, "Kajian Pola Aliran di Hilir Pintu Sorong dengan Material Dasar Saluran Pasir Lempung", *Rekonstruksi Tadulako: Civil Engineering Journal on Research And Development*, vol. 3, no. 1, pp. 49-54, 2022.
- [11] A. Sahitua, H. Ashad, and A. Mallombasi, "Kajian Energi Spesifik Terhadap Loncatan Air Akibat Variasi Tinggi Bukaannya Pintu Sorong", *Innovative: Journal of Social Science Research*, vol. 3, no. 4, pp. 1980-1990, 2023.
- [12] A. Rizaldy, R. Musa, and A. Mallombasi, "Kalibrasi Koefisien Debit Model Bukaannya Pintu Sorong Pada Saluran Terbuka", *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, vol. 6, no. 1, pp. 1-10, 2021. <https://doi.org/10.33096/h73b2j51>
- [13] N. Nurnawaty, A. Rakhim, M. Safitri, and M. Muhamemina, "Loncatan Hidrolik pada Hilir Pintu Sorong dengan dan Tanpa Ambang Akibat Variasi Tinggi Bukaannya Pintu", *Teknik Hidro*, vol. 14, no. 1, pp. 1-7, 2021.
- [14] A. Musallamah, R. Musa, S.A.R. Mas'ud, and M. Haris, "Pengaruh Tinggi Bukaannya Pintu Air Terhadap Karakteristik Aliran: Studi Kasus Saluran Sekunder DI Saddang Kab. Pinrang", *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Sipil*, vol. 3, no. 1, pp. 10-16, 2021. <https://doi.org/10.33096/z7mvjt05>
- [15] A. Putri, M.Y. Ali, and M.S.S. Kuba, "Studi Karakteristik Aliran melalui Bangunan Hidraulik dengan Bentuk yang Berbeda", *Arus Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 2, no. 1, pp. 170-177, 2024. <https://doi.org/10.57250/ajst.v2i1.417>

This page is intentionally left blank