

Analisa Kehilangan Air Pada Pintu Klep Di Saluran

Nabila Shafa Maulida¹, Achmad Syarifudin^{2*}

¹Universitas Bina Darma, Palembang, Indonesia

*nabilashafa2@gmail.com

Abstrak: Kehilangan air pada saluran terbuka merupakan salah satu permasalahan yang dapat memengaruhi efisiensi penyaluran air. Penggunaan pintu klep sebagai bangunan pengatur aliran dapat menyebabkan perubahan karakteristik aliran dan debit yang melewati saluran. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik aliran pada saluran terbuka dengan penggunaan pintu klep serta menganalisis pengaruh variasi bukaan pintu terhadap kehilangan air. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan saluran flume sepanjang 6 m di Laboratorium Hidrolika Program Studi Teknik Sipil Universitas Bina Darma. Variasi bukaan pintu yang digunakan adalah 1 cm, 1,5 cm, dan 2 cm yang masing-masing mewakili bukaan 25%, 50%, dan 75%. Data yang diperoleh meliputi debit, kecepatan aliran, tinggi muka air, serta parameter bilangan Reynolds dan Froude. Kehilangan air dianalisis berdasarkan selisih antara debit masuk dan debit keluar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa debit masuk berturut-turut sebesar 1,050 m³/dt, 1,230 m³/dt, dan 1,210 m³/dt, sedangkan debit keluar sebesar 0,028 m³/dt, 0,041 m³/dt, dan 0,047 m³/dt. Berdasarkan selisih debit tersebut, kehilangan air yang diperoleh masing-masing sebesar 1,022 m³/dt, 1,189 m³/dt, dan 1,163 m³/dt. Hasil analisis bilangan Reynolds menunjukkan bahwa aliran sebelum dan sesudah pintu klep termasuk turbulen, sedangkan berdasarkan bilangan Froude, aliran berada dalam kondisi superkritis. Dengan demikian, variasi bukaan pintu klep menunjukkan adanya perbedaan debit dan kehilangan air pada setiap kondisi pengujian.

Kata kunci: pintu klep, saluran terbuka, kehilangan air, debit aliran, bilangan Reynolds, bilangan Froude.

Abstract: Water loss in open channels is one of the problems that can affect the efficiency of water distribution. The use of a sluice gate as a flow control structure can cause changes in flow characteristics and discharge along the channel. This study aims to determine the flow characteristics in an open channel using a sluice gate and to analyze the effect of gate opening variations on water loss. The study was conducted experimentally using a 6 m long flume at the Hydraulics Laboratory of the Civil Engineering Study Program, Universitas Bina Darma. The gate opening variations were 1 cm, 1.5 cm, and 2 cm, representing 25%, 50%, and 75% openings, respectively. The measured parameters included discharge, flow velocity, water depth, Reynolds number, and Froude number. Water loss was analyzed based on the difference between the inlet and outlet discharge. The results showed that the inlet discharges were 1.050 m³/s, 1.230 m³/s, and 1.210 m³/s, while the outlet discharges were 0.028 m³/s, 0.041 m³/s, and 0.047 m³/s, respectively. Based on the difference between the inlet and outlet discharge, the water losses were 1.022 m³/s, 1.189 m³/s, and 1.163 m³/s, respectively. The Reynolds number analysis indicated that the flow before and after the sluice gate was turbulent, while the Froude number analysis indicated that the flow remained supercritical. Thus, variations in sluice gate opening resulted in differences in discharge and water loss under the tested flow conditions.

Keywords: sluice gate, open channel, water loss, flow discharge, Reynolds number, Froude number.

Pendahuluan

Hidrologi merupakan ilmu yang mempelajari air di bumi, meliputi proses terjadinya, peredaran, distribusi, sifat-sifat air, serta hubungannya dengan lingkungan dan makhluk hidup. Penerapan ilmu hidrologi sangat diperlukan dalam perencanaan dan pengelolaan bangunan air, penyediaan air bersih, irigasi, drainase, pengendalian banjir, dan berbagai kebutuhan sumber daya air lainnya (Triatmodjo, 2008). Oleh karena itu, pengelolaan dan pendistribusian air yang baik sangat diperlukan agar kebutuhan air dapat terpenuhi secara efektif dan efisien.

Salah satu sistem distribusi air yang banyak digunakan pada jaringan irigasi adalah saluran terbuka. Saluran terbuka digunakan karena memiliki biaya konstruksi yang relatif lebih ekonomis serta mudah dalam pengoperasian dan pemeliharaannya. Pada proses penyaluran air di saluran terbuka, sering terjadi kehilangan air yang menyebabkan debit aliran berkurang sebelum mencapai

lokasi tujuan. Menurut Sunaryo (2020), kehilangan air pada saluran irigasi dapat menurunkan efisiensi distribusi air sehingga jumlah air yang diterima di hilir menjadi lebih kecil dibandingkan debit awal.

Untuk mengetahui karakteristik kehilangan air pada pintu klep, diperlukan pengujian secara langsung menggunakan media percobaan di laboratorium. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah pengujian menggunakan saluran uji (flume test). Pengujian menggunakan flume memungkinkan pengamatan terhadap perubahan debit aliran, tinggi muka air, dan kecepatan aliran secara lebih terkontrol sehingga data yang diperoleh dapat dianalisis dengan lebih akurat. Dalam penelitian ini, pengujian dilakukan pada saluran flume laboratorium dengan panjang saluran sekitar 6 meter menggunakan pintu klep sebagai objek penelitian. Pengukuran kecepatan aliran dilakukan menggunakan current meter untuk memperoleh data debit dan karakteristik aliran pada saluran terbuka.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian mengenai “Analisa Kehilangan Air pada Pintu Klep di Saluran” perlu dilakukan untuk mengetahui besarnya kehilangan air yang terjadi akibat pengaruh bukaan pintu, debit aliran, dan kondisi aliran pada saluran terbuka. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai karakteristik aliran dan efisiensi distribusi air sehingga dapat menjadi acuan dalam pengelolaan dan pengoperasian bangunan hidraulika, khususnya pintu klep pada saluran irigasi

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hidrolika Program Studi Teknik Sipil Universitas Bina Darma, tepatnya di Kampus Prof. Bochari Rachman 2, pada bulan Juli sampai Agustus 2026. Penelitian menggunakan saluran terbuka (flume) sebagai media pengujian untuk mengetahui pengaruh variasi bukaan pintu klep terhadap karakteristik aliran dan kehilangan air. Laboratorium dipilih karena memiliki fasilitas yang mendukung pelaksanaan penelitian, meliputi saluran terbuka, bak penampung, pompa air, pintu klep (sluice gate), serta sistem sirkulasi air yang memungkinkan pengujian dilakukan secara berulang dengan kondisi aliran yang relatif stabil.

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi flume atau saluran uji dengan panjang 6 meter, pintu klep (sluice gate), pompa air, gelas ukur, penggaris atau mistar ukur, roll meter, stopwatch, dan kamera dokumentasi. Bahan yang digunakan adalah air sebagai media pengaliran pada saluran terbuka. Seluruh alat dan bahan digunakan sesuai dengan fungsinya untuk memperoleh data mengenai kondisi dan karakteristik aliran selama proses pengujian.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah bukaan pintu klep yang divariasikan pada setiap pengujian untuk mengetahui pengaruh perubahan bukaan terhadap karakteristik aliran. Variabel terikat meliputi debit aliran, tinggi muka air sebelum pintu klep, tinggi muka air setelah pintu klep, kecepatan aliran, bilangan Reynolds, bilangan Froude, dan kehilangan air (water loss). Sementara itu, variabel kontrol yang dipertahankan selama pengujian meliputi panjang saluran, lebar saluran,

tinggi saluran, lebar pintu klep, serta lama pengujian. Pengendalian variabel tersebut dilakukan agar perubahan hasil penelitian dapat dikaitkan dengan variasi bukaan pintu klep.

Penelitian diawali dengan persiapan dan pemeriksaan seluruh alat serta memastikan sistem sirkulasi air dapat berfungsi dengan baik. Air kemudian dialirkan ke dalam flume menggunakan pompa hingga kondisi aliran relatif stabil. Selanjutnya, pintu klep diatur pada variasi bukaan yang telah ditentukan. Pada setiap variasi bukaan dilakukan pengukuran debit aliran, tinggi muka air sebelum dan setelah pintu klep, serta kecepatan aliran. Pengukuran dilakukan secara berulang untuk memperoleh data yang lebih konsisten, sedangkan kondisi selama pengujian didokumentasikan sebagai data pendukung penelitian.

Data hasil pengujian selanjutnya dianalisis untuk mengetahui pengaruh variasi bukaan pintu klep terhadap karakteristik aliran dan kehilangan air pada saluran terbuka. Debit aliran ditentukan berdasarkan luas penampang aliran dan kecepatan aliran yang diperoleh dari hasil pengukuran. Kehilangan air dianalisis dengan membandingkan debit air yang masuk dengan debit air yang keluar dari sistem pada setiap variasi bukaan pintu klep.

Karakteristik aliran selanjutnya dianalisis menggunakan bilangan Froude untuk menentukan kondisi aliran, yaitu subkritis, kritis, atau superkritis. Selain itu, bilangan Reynolds digunakan untuk menentukan karakteristik aliran berdasarkan perbandingan gaya inersia dan gaya viskositas, sehingga dapat diketahui apakah aliran termasuk laminar, transisi, atau turbulen. Hasil pengukuran dan perhitungan kemudian dibandingkan pada setiap variasi bukaan pintu klep untuk mengetahui perubahan karakteristik aliran serta kecenderungan kehilangan air yang terjadi selama proses pengujian.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Percobaan

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya kehilangan air pada beberapa variasi bukaan pintu klep melalui pengujian laboratorium menggunakan saluran terbuka (flume). Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh variasi bukaan pintu klep terhadap karakteristik aliran dan kehilangan air, sehingga dapat menjadi acuan dalam pengoperasian pintu klep pada saluran terbuka. Saluran yang digunakan dalam penelitian memiliki panjang 6 meter, lebar 0,6 meter, dan tinggi 0,3 meter dengan sudut belokan saluran sebesar 90°. Pintu klep ditempatkan pada posisi tengah saluran dengan jarak 3 meter dari bak penampung awal dan 3 meter dari pintu klep menuju bak penampung akhir. Pengujian dilakukan dengan empat variasi bukaan pintu klep, yaitu 25%, 50%, 75%, dan 100%. Pengukuran elevasi muka air dilakukan pada jarak 1 meter sebelum pintu klep dan 1 meter setelah pintu klep. Variasi bukaan tersebut digunakan untuk memperoleh data perubahan kondisi aliran dan kehilangan air pada masing-masing kondisi pengujian.

Pada tahap perencanaan, variasi bukaan pintu klep ditetapkan sebesar 25%, 50%, dan 75%. Berdasarkan dimensi pintu klep yang digunakan, variasi tersebut direncanakan masing-masing sebesar 6,2 cm, 12,4 cm, dan 18,75 cm.

Namun, pada saat pelaksanaan pengujian di saluran, kondisi tinggi muka air yang tersedia pada saluran relatif rendah, yaitu hanya mencapai sekitar 5 cm. Oleh karena itu, variasi bukaan pintu klep disesuaikan dengan kondisi aktual di lapangan agar pengujian dapat dilakukan dengan kondisi aliran yang sesuai. Variasi bukaan yang digunakan dalam pengujian aktual adalah 1 cm, 1,5 cm, dan 2 cm, yang masing-masing ditetapkan sebagai variasi bukaan 25%, 50%, dan 75%.

Pengujian diawali dengan mengalirkan air dari bak awal menuju saluran. Setelah aliran mencapai kondisi yang relatif stabil, dilakukan pengukuran debit aliran menggunakan gelas ukur dengan mencatat volume air dalam waktu 1 detik. Selanjutnya dilakukan pengukuran tinggi muka air pada titik sebelum dan setelah pintu klep dengan jarak 1 meter di sepanjang saluran.

Data hasil pengujian yang diperoleh berupa debit aliran, tinggi muka air sebelum pintu klep, dan tinggi muka air setelah pintu klep. Data tersebut selanjutnya digunakan untuk melakukan perhitungan dan analisis karakteristik aliran.

Dari hasil pengukuran di lapangan, debit aliran dari sebelum pintu klep tiap percobaan 1 sampai ke-3 dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Debit Aliran Sebelum Pintu (Inlet)

Percobaan	Running	Debit (m ³ /dt)
25%	1	1.18
	2	0.99
	3	0.99
	Rata-rata	1.05
50%	1	1.21
	2	1.10
	3	1.40
	Rata-rata	1.24
75%	1	1.20
	2	1.10
	3	1.35
	Rata-rata	1.22

Adapun didapatkan hasil perhitungan perhitungan kecepatan aliran pada sebelum pintu klep sebagaimana tertulis di Tabel 2

Tabel 2 Kecepatan Aliran Sebelum Pintu Klep

Percobaan	Debit (m ³ /dt)	Tinggi muka air (m)	Lebar Saluran (m)	Luas Penampang (m ²)	Kecepatan Aliran (m/dt)
25%	1.05	0.097	0.6	0.058	18.04

50%	1.24	0.052	0.6	0.031	39.74
75%	1.22	0.038	0.6	0.023	53.51

Data hasil pengukuran kecepatan aliran sesudah pintu klep pada setiap running dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3 Kecepatan Aliran Sesudah Pintu Klep

Percobaan	Running	Kecepatan Aliran (m/dt)
25%	1	1.72
	2	2.56
	3	1.64
	4	1.28
	5	3.26
	6	1.51
	7	1.17
	Rata-Rata	1.877
50%	1	1.79
	2	3.46
	3	5.13
	4	1.96
	5	4.46
	6	3.46
	7	1.58
	Rata-Rata	3.120
75%	1	3.19
	2	2.66
	3	2.63
	4	2.39
	5	2.31
	6	2.92
	7	2.89
	Rata-Rata	2.713

Setelah itu didapatkan hasil perhitungan debit keluar sesudah pintu klep pada Tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4 Debit Aliran Sesudah Pintu Klep

Percobaan	Tinggi Muka Air (m)	Lebar Saluran (m)	Luas Penampang (m²)	Kecepatan Aliran (m/dt)	Debit (m³/dt)
25%	0.025	0.6	0.015	1.87	0.02805
50%	0.022	0.6	0.0132	3.12	0.041184
75%	0.029	0.6	0.0174	2.71	0.047154

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah diperoleh pada setiap variasi bukaan pintu klep, selanjutnya dilakukan analisis data dalam bentuk grafik. Penyajian data dalam bentuk grafik bertujuan untuk mengetahui kecenderungan perubahan parameter aliran akibat adanya variasi bukaan pintu klep.

Analisa Kehilangan Air

Kehilangan air didapatkan dari penyelesaian menggunakan Persamaan (2). Berikut perhitungan analisa kehilangan air berdasarkan data yang sudah didapatkan dari perhitungan sebelumnya.

Tabel 5 Analisa Kehilangan Air

Debit Masuk (Q in)	Debit keluar (Q out)	Kehilangan Air
1.050	0.028	1.022
1.230	0.041	1.189
1.210	0.047	1.163

Bilangan Froude

Tabel 6 Nilai Bilangan Froude

Percobaan	Nilai Bilangan Froude	Keterangan
Sebelum Pintu Klep		
Fr in 1	17,597	superkritis
Fr in 2	55,64	superkritis
Fr in 3	39,670	superkritis
Sesudah Pintu Klep		
Fr out 1	4,874	superkritis
Fr out 2	8,736	superkritis
Fr out 3	6,636	superkritis

Berdasarkan hasil perhitungan Bilangan Froude, diperoleh bahwa baik sebelum maupun setelah melewati pintu klep, aliran tetap berada pada kondisi superkritis. Meskipun terdapat perbedaan nilai Bilangan Froude antara kondisi sebelum dan sesudah pintu klep, kedua nilai tersebut masih menunjukkan karakteristik aliran superkritis ($Fr > 1$).

Perbedaan nilai Bilangan Froude tersebut menunjukkan adanya perubahan karakteristik aliran akibat melewati pintu klep. Nilai Bilangan Froude dipengaruhi oleh kecepatan dan kedalaman aliran, sehingga perubahan kondisi aliran sebelum dan setelah pintu dapat menyebabkan variasi nilai Bilangan Froude. Namun demikian, perubahan tersebut tidak mengubah klasifikasi aliran, sehingga aliran tetap berada dalam kondisi superkritis baik sebelum maupun setelah melewati pintu klep.

Bilangan Reynold

Bilangan Reynold didapatkan dari penyelesaian menggunakan Persamaan (3). Berikut perhitungan bilangan froude berdasarkan data yang sudah didapatkan pada titik di saluran sebelum dan sesudah pintu klep.

Tabel 7 Nilai Bilangan Reynold Sebelum Pintu Klep

Percobaan	V (m/dt)	Rh (m)	Re	Keterangan
-----------	----------	--------	----	------------

25%	18,04	0,073	1.316.920	Turbulen
50%	39,74	0,044	1.748.560	Turbulen
75%	53,51	0,0337	1.803.287	Turbulen

Tabel 8 Bilangan Reynold Sesudah Pintu Klep

Percobaan	V (m/dt)	Rh (m)	Re	Keterangan
25%	1,877	0,023	43.171	Turbulen
50%	3,120	0,020	62.400	Turbulen
75%	2,713	0,026	70.538	Turbulen

Berdasarkan hasil perhitungan Bilangan Reynolds, aliran sebelum dan sesudah pintu klep masih berada dalam kondisi laminar. Meskipun demikian, nilai Bilangan Reynolds setelah melewati pintu klep lebih kecil dibandingkan dengan nilai Bilangan Reynolds sebelum pintu klep. Penurunan nilai Bilangan Reynolds menunjukkan adanya perubahan karakteristik aliran setelah melewati pintu klep.

Nilai Bilangan Reynolds dipengaruhi oleh kecepatan aliran dan jari-jari hidrolis, sehingga perubahan kondisi aliran akibat adanya pintu klep dapat menyebabkan nilai Bilangan Reynolds mengalami penurunan. Namun, penurunan tersebut tidak menyebabkan perubahan klasifikasi aliran, sehingga aliran tetap berada pada kondisi laminar baik sebelum maupun sesudah melewati pintu klep.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan mengenai karakteristik aliran dan kehilangan air pada saluran terbuka dengan variasi bukaan pintu klep, dapat disimpulkan bahwa:

Karakteristik aliran pada saluran terbuka dengan penggunaan pintu klep berdasarkan bilangan Reynolds menunjukkan bahwa aliran sebelum pintu klep pada percobaan 1, 2, dan 3 masing-masing sebesar 1.316.920, 1.748.560, dan 1.803.287, sedangkan setelah pintu klep sebesar 43.171, 62.400, dan 70.538. Seluruh nilai tersebut menunjukkan bahwa aliran sebelum dan sesudah pintu klep termasuk aliran turbulen. Berdasarkan bilangan Froude, nilai sebelum pintu klep sebesar 17,597; 55,640; dan 39,670, sedangkan setelah pintu klep sebesar 4,874; 8,736; dan 6,636, sehingga seluruh kondisi aliran termasuk aliran superkritis.

Kehilangan air pada setiap variasi bukaan pintu klep menunjukkan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya bukaan pintu. Pada bukaan 1 cm, 1,5 cm, dan 2 cm, kehilangan air masing-masing sebesar 0,028 m³/dt, 0,041 m³/dt, dan 0,047 m³/dt. Debit masuk masing-

masing sebesar 1,050 m³/dt, 1,230 m³/dt, dan 1,210 m³/dt, sedangkan debit keluar sebesar 1,022 m³/dt, 1,189 m³/dt, dan 1,163 m³/dt. Dengan demikian, kehilangan air terkecil terjadi pada bukaan 1 cm, sedangkan terbesar terjadi pada bukaan 2 cm, dengan debit keluar lebih kecil daripada debit masuk pada seluruh variasi pengujian.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Bina Darma atas dukungan dan fasilitas yang telah diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini sehingga penelitian dapat terlaksana dengan baik.

Referensi

- Abidin, M. H., Ashar., Musa, R., Mallombasi, A., & SAR, M. (2022). Studi karakteristik aliran melalui pintu romijn pada saluran terbuka. *JILMATEKS (Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Sipil)*, 4(2).
- Albas, J., & Permana, S. (2016). Kajian pengaruh tinggi bukaan pintu air tegak (sluice gate) terhadap bilangan Froude. *Jurnal Konstruksi*, 14(1).
- Anggrahini. (2005). Hidrolika saluran terbuka. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Astuti, G. Y. D., & Hariati, F. (2016). Studi karakteristik aliran pada flume saluran terbuka di Laboratorium Teknik Sipil UIKA. *Jurnal Teknik Sipil*, 5(1).
- Fadhillah, M. P., & Arbaningrum, R. (2026). Analisa energi spesifik terhadap kemiringan pada saluran terbuka akibat penggunaan pintu klep. *Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun*, 12(1), 27–34.
- Flow in Open Channels — Subramanya, K. (2017). *Flow in Open Channels* (5th ed.). McGraw Hill Education.
- Fluid Mechanics Fundamentals and Applications — Çengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2018). *Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Fundamentals of Hydraulic Engineering Systems — Houghtalen, R. J., Akan, A. O., & Hwang, N. H. C. (2017). *Fundamentals of Hydraulic Engineering Systems* (5th ed.). Pearson.
- Haq, I. D. (2021). Kajian debit aliran pada flume besar Laboratorium Hidrolika Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia (Tugas akhir, Universitas Islam Indonesia).
- Hydraulics of Open Channel Flow — Chanson, H. (2019). *Hydraulics of Open Channel Flow* (3rd ed.). Elsevier.
- Keller, R. J. (2016). Henderson Oration: Is Open Channel Flow Worth the Effort?
- Kubrak, E., Kubrak, J., Kiczko, A., & Kubrak, M. (2020). Flow Measurements Using a Sluice Gate; Analysis of Applicability. *Water (Switzerland)*. 12(3). <https://doi.org/10.3390/w12030819>
- Maricar, F., Maricar, M. F., & Sasmito, S. G. (2020). A flume experiment study of energy lose at downstream of a sluice gate. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 419(1), 012110. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/419/1/012110>
- Mawardi, E. (2007). Desain hidrolik bangunan irigasi. Bandung: Alfabeta.
- Sahitua, A., Ashad, H., & Mallombasi, A. (2023). Kajian energi spesifik terhadap loncatan air akibat variasi tinggi bukaan pintu klep. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 3(4), 1980–1990.
- Salah, N.D., Mohammed-Ali, W.(2025) .The Analytical Approach for Estimating the Hydraulic Characteristics of Sluice Gates. *Instrumentation Measure Metrologie*. 24(2). <https://doi.org/10.18280/i2m.240202>.
- Setiawan, Y. S. (2020). Analisa kehilangan air pada saluran sekunder daerah irigasi Sumbergading Kabupaten Bondowoso. *Jurnal Info Studi Teknik Sipil S-1*.
- Sunaryo. (2020). Analisis kehilangan air irigasi pada saluran primer dan sekunder daerah irigasi Rentang Jawa Barat. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 6(1).
- Triatmodjo, B. (1993). Hidraulika I. Yogyakarta: Beta Offset.