

ANALISA DEBIT AIR PADA REPLIKA SALURAN TERBUKA DENGAN METODE ISO-3846-1989

Nadi Rheiza Faturrahman¹, Rendy Kurnia Dewanta², Andri Dwi Cahyono³, Evita Fitrianis Hidiyati⁴, Niko Andika Erwanda⁵, Salman Alfaridh Pasya⁶, Atsfiela Dzulkhan Qalby⁷, Muhammad Rosyid Abdul Rohman Fauzy⁸, Prendy Eliya Mahendra⁸

^{1,2,3,4,5,6,7,8}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kadiri, 64115, Indonesia

Email: evitafitri@unik.ac.id

Abstrak: Bangunan air berperan penting dalam menunjang produktivitas sektor pertanian atau persawahan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh ambang pada debit air pada saluran terbuka. Jenis ambang yang diuji adalah ambang lebar atau persegi panjang lalu dilakukan eksperimen dengan tinggi bukaan hilir yang berbeda-beda, yaitu 0,5 cm, 1 cm, dan 1,5 cm. Debit air diukur menggunakan flume, dengan dan tanpa ambang. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil, Universitas Kadiri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya ambang pada flume mengakibatkan penurunan debit air yang cukup signifikan. Pada ambang bukaan hilir 0,5 cm, diperoleh debit pada flume tanpa ambang sebesar 0,147 m³/detik, sedangkan debit pada flume dengan ambang hanya sebesar 0,03 m³/detik. Pada ambang bukaan hilir 1 cm dan 1,5 cm, penurunan debit air juga terjadi, yaitu sebesar 0,253 m³/detik menjadi 0,03 m³/detik, dan 0,245 m³/detik menjadi 0,027 m³/detik, secara berurutan. Dengan hasil tersebut, menunjukkan bahwa adanya bendung secara efektif dapat mengatur saluran air dalam sektor pertanian atau persawahan. Penelitian ini juga memberikan informasi yang berguna dalam perencanaan dan perbaikan infrastruktur irigasi dan pengelolaan air yang berkelanjutan.

Kata Kunci : Ambang; Saluran Terbuka; Debit Air; Bendung; Bukaan Hilir.

Abstract : *Waterworks play an important role in supporting the productivity of the agricultural sector or rice fields. This study aims to examine the effect of threshold on water discharge in open channels. The types of thresholds tested were wide or rectangular thresholds and then experiments were carried out with different downstream opening heights, namely 0.5 cm, 1 cm and 1.5 cm. Water discharge is measured using a flume, with and without a threshold. The research was conducted at the Civil Engineering Laboratory, Kadiri University. The results showed that the existence of a threshold on the flume resulted in a significant decrease in water discharge. At the downstream opening threshold of 0.5 cm, the flow rate for the flume without a threshold is 0.147 m³/second, while the discharge for the flume with a threshold is only 0.03 m³/second. At the downstream opening thresholds of 1 cm and 1.5 cm, a decrease in water discharge also occurred, namely by 0.253 m³/sec to 0.03 m³/sec, and 0.245 m³/sec to 0.027 m³/sec, respectively. With these results, it shows that the existence of a weir can effectively regulate waterways in the agricultural sector or rice fields. This research also provides useful information in the planning and improvement of irrigation infrastructure and sustainable water management.*

Keyword : *Threshold; Open Channel; Water discharge; Weir; Downstream Aperture*

PENDAHULUAN

Banjir pada saluran irigasi merupakan masalah yang serius dan perlu segera ditangani.

Perencanaan struktur yang kurang tepat dapat menimbulkan berbagai dampak bagi sektor perekonomian terutama dari para petani. Maka dari

itu perlu adanya perencanaan bangunan air yang tepat[1]. Bangunan air ini sangat penting untuk menunjang keberhasilan masyarakat dalam hal pengairan sawah dan ladang[2]. Salah satu bangunan air yang sering dijumpai di sungai adalah bangunan bendung. Bendung merupakan struktur bangunan yang bertujuan untuk menyimpan air sungai dan menaikkan debit air sungai[3]. Bendung biasanya terdiri dari tembok atau dinding yang dibangun sepanjang sungai serta dilengkapi dengan pintu pengatur aliran air. Bendung memiliki bentuk ambang yang bermacam, salah satunya adalah ambang lebar yang dibangun melintasi sisi sungai untuk mengubah aliran sungai tersebut. Bangunan bendung umumnya dibangun dengan menggunakan beton fungsinya untuk menahan dan menampung air dan di beberapa kasus bendungan ambang ini digunakan sebagai penampung limbah tambang dan lumpur[4]. Bendung menggunakan ambang lebar dirasa lebih sederhana, memiliki fungsionalitas, dan fleksibilitas dalam perancangannya. Oleh sebab itu, penelitian ini menggunakan metode eksperimental pengaliran air di replika saluran terbuka menggunakan flume dan bendung berbentuk ambang lebar (persegi panjang) dengan mengacu pada ISO-3846-1989.

Eksperimen ini dilakukan langsung di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri. Penggunaan eksperimental ini bertujuan untuk mengatasi luapan debit yang lebih besar pada saluran irigasi dengan menggunakan ambang lebar.

METODE

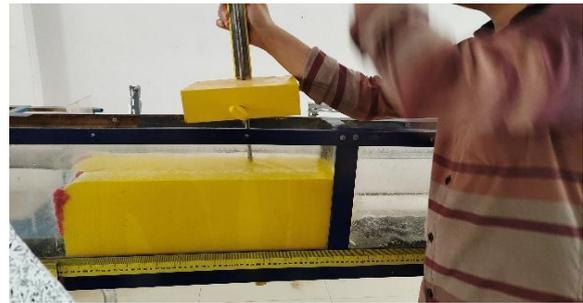
Penelitian yang dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri, dengan mengamati langsung replika sungai yang berbentuk persegi panjang dan terdapat ambang bendung. Pengamatan meliputi pengukuran muka air sebelum dan sesudah dipasang ambang, serta diamati pula kecepatan dan waktu aliran setelah bukaan pada pintu saluran.

2.1 Alat

Proses penelitian menggunakan berbagai alat, antara lain adalah:

2.1.1 Bendung Persegi Panjang

Bendung persegi panjang merupakan struktur hidrolis yang umum dilakukan di saluran irigasi sebagai alat pengukur air, dapat mengukur debit air yang sangat kecil serta laju aliran yang tinggi[7]. Bendung ambang lebar memiliki 5 variasi ukuran yaitu (P.1) berdimensi 4 cm x 30cm x 30cm, (P.2) berdimensi 5,6cm x 30cm x 30cm, (P.3) berdimensi 5,6cm x 30cm x 30cm, (P.4) berdimensi 6,4cm x 30cmx30cm dan (P.5) berdimensi 7,2 cm x 30cm x 30cm[8].



Gambar 1: Bendung persegi panjang

2.1.2 Saluran Terbuka

Dalam penelitian ini menggunakan replika saluran terbuka irigasi, saluran terbuka merupakan saluran yang air nya mengalir secara bebas.



Gambar 2: Replika saluran terbuka



Gambar 3: Sketch replika saluran terbuka

2.2 Alur Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri, adapun alur penelitiannya sebagai berikut:

Memasang ambang persegi panjang pada replika saluran terbuka, pasang ambang dengan benar sampai air terbenam dengan rapat.



Gambar 4: Pemasangan ambang persegi panjang

Atur bukaan pada hilir saluran dengan ketentuan bukaan 0,5 cm, 1 cm dan 1,5 cm.



Gambar 5: Bukaan pintu hilir

Catat ketinggian muka air pada saluran terbuka, pengukuran pada bagian hilir sampai hulu.



Gambar 6: Pengukuran tinggi muka air

Siapkan wadah gelas ukur, kemudian lakukan penghitungan debit dengan mengisi wadah tersebut di bagian hilir, hitung seberapa lama waktu yang dibutuhkan agar gelas ukur tersebut penuh.



Gambar 7: Pengukuran waktu

Catat hasil data tersebut kedalam tabel formulir yang telah dipersiapkan sebelumnya.



Gambar 8: Pencatatan data hasil penelitian

2.3 Perhitungan Debit

Perhitungan debit digunakan dalam mengetahui besarnya debit pada ambang dan debit setelah pintu adalah sebagai berikut:

Tinggi Air Diatas Ambang (h_1)

Mengukur tinggi air diatas ambang bertujuan untuk mengetahui koefisien debit. Perhitungan untuk h_1 adalah sebagai berikut:

$h_1 =$ tinggi air sebelum ambang (h)-lebar ambang (b)

Keterangan :

h_1 = Tinggi Air Diatas Ambang

Koefisien Debit

h_1/t h_1/t

$(h_1 h_1)/(p p)$

Keterangan:

H_1 = Tinggi Air Diatas Ambang

I = Tinggi Ambang

P = Panjang Ambang

Debit Pada Ambang

Debit pada ambang dapat diperoleh dari koefisien debit yang telah diketahui, berikut perhitungannya:

$$Q = C_d \sqrt{2g} (b + Kb) (h + Kh)^{3/2}$$

Keterangan:

Q = Debit (m^3/dtk)

C_d = Koefisien debit

g = Percepatan Gravitasi (m/dtk^2)

b = Lebar celah (m)

h = Tinggi Muka Air Diatas

Ambang (head)

K_b dan K_h merupakan nilai yang berhubungan dengan viskositas dan tegangan permukaan.

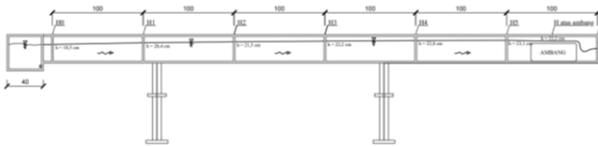
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapatkan pada penelitian menggunakan ambang lebar dengan ukuran tinggi ambang 20 cm, lebar ambang 11 cm, dan panjang ambang 50 cm. Penelitian dilakukan sebanyak tiga kali percobaan dengan tinggi bukaan pintu yaitu 0,5 cm, 1,0 cm dan 1,5 cm dengan hasil ketinggian air masing-masing per titik.

Hasil Ketinggian air dengan tinggi bukaan pintu 0,5 cm

Tabel 1: Tinggi muka air sebelum ambang lebar bukaan 0,5 cm

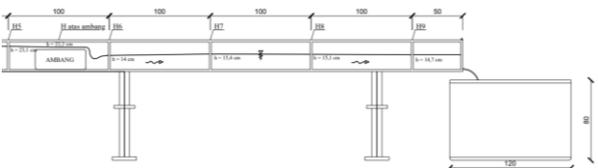
| Titik Pengamatan | Tinggi Muka Air (h) | Lebar Saluran (b) | Luas Penampang Basah (A) | Keterangan |
|------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|----------------|
| h0 | 0,185 | 0,12 | 0,022 | Sebelum Ambang |
| h1 | 0,204 | 0,12 | 0,024 | Sebelum Ambang |
| h2 | 0,215 | 0,12 | 0,026 | Sebelum Ambang |
| h3 | 0,222 | 0,12 | 0,027 | Sebelum Ambang |
| h4 | 0,228 | 0,12 | 0,027 | Sebelum Ambang |
| h5 | 0,231 | 0,12 | 0,028 | Sebelum Ambang |
| Rata - rata | 0,214 | 0,12 | 0,026 | Sebelum Ambang |



Gambar 9: Sketch sebelum ambang lebar bukaan 0,5 cm

Tabel 2: Tinggi muka air sesudah ambang lebar bukaan 0,5 cm

| Titik Pengamatan | Tinggi Muka Air (h) | Lebar Saluran (b) | Luas Penampang Basah (A) | Keterangan |
|------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|----------------|
| h6 | 0,140 | 0,12 | 0,017 | Sesudah Ambang |
| h7 | 0,154 | 0,12 | 0,018 | Sesudah Ambang |
| h8 | 0,151 | 0,12 | 0,018 | Sesudah Ambang |
| h9 | 0,147 | 0,12 | 0,018 | Sesudah Ambang |
| Rata - rata | 0,148 | 0,12 | 0,018 | Sesudah Ambang |



Gambar 10: Sketch sesudah ambang lebar bukaan 0,5 cm

Dari tabel diatas, diperoleh nilai rata - rata tinggi muka air (h) sebesar 0,214 m dan luas penampang

basah (A) sebesar 0,026 m pada flume sebelum ambang. Sedangkan untuk flume sesudah ambang, nilai rata - rata tinggi muka air (h) sebesar 0,148 m dan luas penampang basah (A) sebesar 0,018 m.

Perhitungan menurut ISO 3846 (Debit pada flume dengan ambang) :

$$Q = \left[\left[\frac{2}{3} \right] \right]^{(3/2)} g^{(1/2)} (b)(cd) \left(\left[h_1 \right] \right)^{(3/2)}$$

$$Q = \left[\left[\frac{2}{3} \right] \right]^{(3/2)} (3,130) (0,11)(1,755)((0,204)^{(3/2)})$$

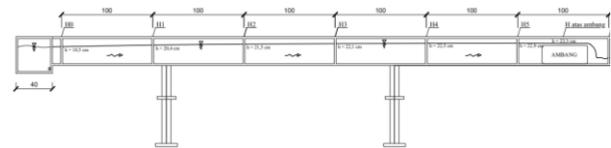
$$Q = 0,030303$$

Berdasarkan perhitungan diatas, diperoleh nilai debit pada flume dengan ambang sebesar 0,03 m3/detik.

2. Hasil Ketinggian air dengan tinggi bukaan pintu 1 cm

Tabel 3: Tinggi muka air sebelum ambang lebar bukaan 1 cm

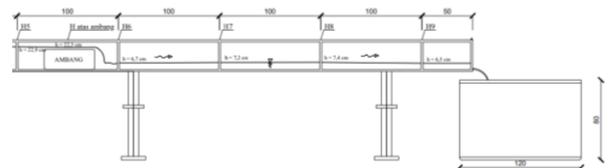
| Titik Pengamatan | Tinggi Muka Air (h) | Lebar Saluran (b) | Luas Penampang Basah (A) | Keterangan |
|------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|----------------|
| h0 | 0,185 | 0,12 | 0,022 | Sebelum Ambang |
| h1 | 0,204 | 0,12 | 0,024 | Sebelum Ambang |
| h2 | 0,215 | 0,12 | 0,026 | Sebelum Ambang |
| h3 | 0,221 | 0,12 | 0,027 | Sebelum Ambang |
| h4 | 0,225 | 0,12 | 0,027 | Sebelum Ambang |
| h5 | 0,229 | 0,12 | 0,027 | Sebelum Ambang |
| Rata - rata | 0,213 | 0,12 | 0,026 | Sebelum Ambang |



Gambar 11: Sketch sebelum ambang lebar bukaan 1 cm

Tabel 4: Tinggi muka air sesudah ambang lebar bukaan 1 cm

| Titik Pengamatan | Tinggi Muka Air (h) | Lebar Saluran (b) | Luas Penampang Basah (A) | Keterangan |
|------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|----------------|
| h6 | 0,067 | 0,12 | 0,008 | Sesudah Ambang |
| h7 | 0,072 | 0,12 | 0,009 | Sesudah Ambang |
| h8 | 0,074 | 0,12 | 0,009 | Sesudah Ambang |
| h9 | 0,065 | 0,12 | 0,008 | Sesudah Ambang |
| Rata - rata | 0,070 | 0,12 | 0,008 | Sesudah Ambang |



Gambar 12: Sketch sesudah ambang lebar bukaan 1 cm

Dari tabel diatas, diperoleh nilai rata - rata tinggi muka air (h) sebesar 0,213 m dan luas penampang basah (A) sebesar 0,026 m pada flume sebelum ambang. Sedangkan untuk flume sesudah ambang, nilai rata - rata tinggi muka air (h) sebesar 0,070 m dan luas penampang basah (A) sebesar 0,008 m.

Perhitungan menurut ISO 3846 (Debit pada flume dengan ambang) :

$$Q = \left[\left[\frac{2}{3} \right] \right]^{3/2} g^{1/2} (b)(cd) \left(\left[h_1 \right] \right)^{3/2}$$

$$Q = \left[\left[\frac{2}{3} \right] \right]^{3/2} (0,11)(1,755)((0,204)^{3/2}) \quad (3,130)$$

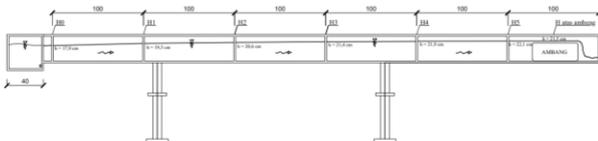
$$Q = 0,030303$$

Berdasarkan perhitungan diatas, diperoleh nilai debit pada flume dengan ambang sebesar 0,03 m3/detik.

3. Hasil Ketinggian air dengan tinggi bukaan pintu 1,5 cm

Tabel 5: Tinggi muka air sebelum ambang lebar bukaan 1,5 cm

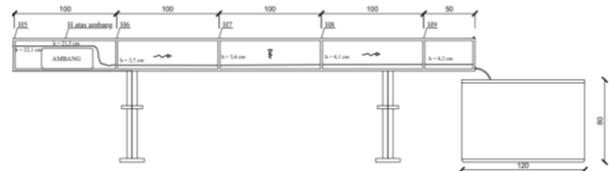
| Titik Pengamatan | Tinggi Muka Air (h) | Lebar Saluran (b) | Luas Penampang Basah (A) | Keterangan |
|------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|----------------|
| h0 | 0,179 | 0,12 | 0,021 | Sebelum Ambang |
| h1 | 0,195 | 0,12 | 0,023 | Sebelum Ambang |
| h2 | 0,206 | 0,12 | 0,023 | Sebelum Ambang |
| h3 | 0,214 | 0,12 | 0,025 | Sebelum Ambang |
| h4 | 0,219 | 0,12 | 0,026 | Sebelum Ambang |
| h5 | 0,221 | 0,12 | 0,027 | Sebelum Ambang |
| Rata - rata | 0,206 | 0,12 | 0,025 | Sebelum Ambang |



Gambar 13: Sketch sebelum ambang lebar bukaan 1,5 cm

Tabel 6: Tinggi muka air sesudah ambang lebar bukaan 1,5 cm

| Titik Pengamatan | Tinggi Muka Air (h) | Lebar Saluran (b) | Luas Penampang Basah (A) | Keterangan |
|------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|----------------|
| h6 | 0,037 | 0,12 | 0,008 | Sesudah Ambang |
| h7 | 0,036 | 0,12 | 0,009 | Sesudah Ambang |
| h8 | 0,041 | 0,12 | 0,009 | Sesudah Ambang |
| h9 | 0,042 | 0,12 | 0,008 | Sesudah Ambang |
| Rata - rata | 0,039 | 0,12 | 0,005 | Sesudah Ambang |



Gambar 13: Sketch sesudah ambang lebar bukaan 1,5 cm

Dari tabel diatas, diperoleh nilai rata - rata tinggi muka air (h) sebesar 0,206 m dan luas penampang basah (A) sebesar 0,025 m pada flume sebelum ambang. Sedangkan untuk flume sesudah ambang, nilai rata - rata tinggi muka air (h) sebesar 0,039 m dan luas penampang basah (A) sebesar 0,005 m.

Perhitungan menurut ISO 3846 (Debit pada flume dengan ambang) :

$$Q = \left[\left[\frac{2}{3} \right] \right]^{3/2} g^{1/2} (b)(cd) \left(\left[h_1 \right] \right)^{3/2}$$

$$Q = \left[\left[\frac{2}{3} \right] \right]^{3/2} (0,11)(1,673)((0,195)^{3/2}) \quad (3,130)$$

$$Q = 0,026999$$

Berdasarkan perhitungan diatas, diperoleh nilai debit pada flume dengan ambang sebesar 0,027 m3/detik.

Hasil Perbandingan Debit



Grafik 1: Perbandingan debit air

Berdasarkan grafik hasil perbandingan debit air, dapat diketahui bahwa dengan tinggi bukaan pintu hilir secara berurutan 0,5 cm, 1 cm, dan 1,5 cm menghasilkan debit pada flume tanpa (sebelum) ambang sebesar 0,147 m3/detik, 0,235 m3/detik, dan 0,224 m3/detik. Sedangkan hasil debit pada flume dengan (setelah) ambang sebesar 0,030 m3/detik, 0,030 m3/detik, dan 0,027 m3/detik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa adanya ambang pada flume dapat mengurangi debit air dari hulu hingga hilir yang cukup signifikan. Hal ini sesuai dengan tujuan

pembangunan ambang, yaitu untuk mengurangi laju aliran air yang berlebihan hingga menyebabkan banjir pada saluran. Selain itu saluran juga dapat mengatur kebutuhan air menggunakan pintu atau bukaan yang sesuai. Metode dan hasil penelitian ini dapat diaplikasikan pada perencanaan dan perbaikan bangunan air seperti bendung dan saluran irigasi untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian atau ladang.

REFERENSI

[1] C. D. Rakhmania, S. R. Sari, Y. I. Azhar, A. Sugita, dan M. Tominaga, "Platform Serat Nano Selulosa untuk Perangkat Sensor Elektrokimia: Karakterisasi Pengukuran Impedansi dan Aplikasinya untuk Sensor Gas Etanol," *Teknomekanik*, vol. 5, no. 1, hlm. 57–62, 2022. <https://doi.org/10.24036/teknomekanik.v5i1.12872>

[2] M. M. Hussain, A. P. Pratap, dan V. R. Gaval, "Studi biolubricants berbasis minyak nabati dan aplikasi bantalan jurnal hidrodinamiknya: Sebuah tinjauan," *Tribol. Ind.*, vol. 43, no. 4, hlm. 511–523, 2021. <https://doi.org/10.24874/ti.979.10.20.02>

[3] D. Rahmadiawan, H. Abral, N. Nasruddin, dan Z. Fuadi, "Stabilitas, Viskositas, dan Sifat Tribologi Biolubricant Berbasis Minyak Polyol Ester Diisi dengan Serat Nano Selulosa Bakteri Teroksidasi TEMPO," *Int. J. Polym. Sci.*, vol. 2021, no. Komposit Biopolimer Yang Diperkuat Serat Alami, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/5536047>

[4] M. A. Hossain, M. A. Mohamed Iqbal, N. M. Julkapli, P. San Kong, J. J. Ching, dan H. V. Lee, "Pengembangan kompleks katalis untuk meningkatkan biomassa menjadi biolubricants berbasis ester untuk aplikasi otomotif: Sebuah tinjauan," *RSC Adv.*, vol. 8, no. 10, hlm. 5559–5577, 2018. <https://doi.org/10.1039/C7RA11824D>

Buku yang diedit:

Penulis, AA (Ed.). (2009). *Judul pekerjaan*. Lokasi / Kota, Negara Bagian: Penerbit.

Bab dalam buku yang diedit:

Penulis, AA, & Penulis, BB (2018). *Judul pekerjaan*. Dalam P. Mieszkowski, & WH Oakland (Ed.), *Federalisme Fiskal dan Hibah Bantuan* (hlm. 5-21). Washington, DC: The Urban Institute.

Disertasi doktoral yang belum diterbitkan atau tesis master:

Penulis, AA (2009). *Judul pekerjaan*. Disertasi doktoral yang tidak diterbitkan, Universitas.