

CARA MUDAH MENENTUKAN DEBIT STABIL PADA SALURAN TERBUKA DENGAN METODE SNI 8137-2015

Wiwit Mely Yanti Jannah¹, Andri Dwi Cahyono², Rama Putra Nugraha³,
Erwinsyah Putra Wijaya⁴, Trini Agustini⁵, Dodi Setiawan⁶, Rahadi Reswara⁷

^{1,2,3,4,5,6,7} Program Studi Teknik Sipil Universitas Kadiri

Email: wiwitmelly92@gmail.com, adcahyono@unik-kediri.ac.id, ramanugraha880@gmail.com,
erwindsyahputra21@gmail.com, agustinirini26@gmail.com, doddysetiawan2001@gmail.com,
rahadireswara@gmail.com,

ABSTRAK

Salah satu sumber air yang banyak dimanfaatkan adalah sungai, hal ini dikarenakan pertimbangan kuantitas airnya yang cukup melimpah. Pemanfaatan air sungai dapat dilakukan secara langsung atau dengan menggunakan bangunan-bangunan tertentu, seperti bangunan bendung dan bendungan. Bendung adalah struktur bangunan penting yang bertujuan untuk meningkatkan volume air serta menghindari penyimpanan air yang berlebihan agar tidak terjadi banjir (sebagai bangunan pengendali banjir dan sebagai saluran irigasi). Penelitian yang dilakukan menggunakan metode analisis eksperimental, yaitu melakukan pengamatan langsung pada replika saluran terbuka berupa saluran air berbentuk persegi panjang dengan menggunakan bendung ambang lebar. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bendung ambang lebar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fungsi dari ambang lebar dan untuk memecahkan masalah-masalah dalam kehidupan sehari-hari khususnya dalam bidang pertanian. Bendung ambang lebar memiliki kelebihan yaitu Benda-benda hanyut dapat dilewatkan dengan mudah juga memiliki Konstruksi kuat dan memiliki kekurangan yaitu bangunan ini hanya bisa digunakan untuk mengukur saja. Dalam melakukan pencarian debit yang stabil pada aliran menggunakan cara sebagai berikut pertama Penentuan bukaan pintu, kedua mengukur tinggi muka air, ketiga Menghitung debit setelah bukaan pintu. Maka disimpulkan bahwa dari penelitian saluran hidrolika menggunakan ambang lebar dengan variasi 3 bukaan pintu yaitu 1 cm, 1,5 cm, 2 cm diketahui debit yang stabil adalah pada bukaan 1,5 cm dengan debit 0,718 l/detik. Hasil tersebut digunakan sebagai acuan dalam pembagian air pada sawah atau lahan pertanian sehingga kebutuhan air tanaman selama pengolahan tanah, pembibitan dan pertumbuhan dapat terkendali dengan baik.

Kata kunci: Ambang Lebar, Debit, Tinggi Ambang

ABSTRACT

One of the water sources that are widely used is the river, this is due to the consideration of the quantity of water that is quite abundant. River water utilisation can be done directly or by using certain buildings, such as weir buildings and dams. Bendung is an important building structure that aims to increase the volume of water and avoid excessive water storage so as not to flood (as a flood control building and as an irrigation channel). Research conducted using the method of experimental analysis, which is to make direct observations on replicas of open channels in the form of rectangular waterways using a wide threshold weir. The tool used in this study is a wide threshold weir. This research aims to find out the function of the wide threshold and to solve problems in everyday life, especially in agriculture. Wide threshold weir has advantages that drifting objects can be passed easily, also have strong construction and have a lack of strength that this building can only be used to measure. In conducting a stable discharge search on the flow using the following methods first Determination of door openings, second measuring the height of the water level, third Calculating the discharge after the opening of the door. So it was concluded that from the research of hydraulic channels using a wide threshold with a variation of 3 door openings, namely 1 cm, 1.5 cm, 2 cm, it is known that the stable discharge is at an opening of 1.5 cm with a discharge of 0.718 l / second. These results are used as a reference in the distribution of water in rice fields or agricultural land so that the water needs of plants during tillage, breeding and growth can be well controlled.

Keywords: : broad crested weir, flow, threshold height

1 PENDAHULUAN

Salah satu sumber air yang banyak dimanfaatkan adalah sungai, hal ini dikarenakan pertimbangan kuantitas airnya yang cukup melimpah. Pemanfaatan air sungai dapat dilakukan secara langsung atau dengan menggunakan bangunan-bangunan tertentu, seperti bangunan bendung dan bendungan (Wigati, . and Prihatini, 2012). Bendung adalah struktur bangunan penting yang bertujuan untuk meningkatkan volume air serta menghindari penyimpanan air yang berlebihan agar tidak terjadi banjir (sebagai bangunan pengendali banjir dan sebagai saluran irigasi), bendung ambang lebar merupakan pembatas yang dibangun melintasi sungai untuk mengubah karakteristik aliran sungai (Ghanbari and Heidarnejad, 2020). Bangunan bendungan berupa urugan tanah, urugan batu, dan beton, yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air, dapat pula dibangun untuk menahan dan menampung limbah tambang, atau menampung lumpur. Salah satunya fungsi dari bendungan ambang lebar untuk mengaliri saluran irigasi pertanian. Koefisien dalam bendungan ambang lebar ini juga mempelajari profil kedalaman air serta mengetahui kemampuan dalam membendung volume air yang cukup banyak (Nallamuthu Rajaratnam, M. ASCE; Gary Van der Vinne; and Christos Katopodis, 1986). Bendung ambang lebar memiliki kelebihan yaitu Benda-benda hanyut dapat dilewatkan dengan mudah juga memiliki Konstruksi kuat dan memiliki kekurangan yaitu bangunan ini hanya bisa digunakan untuk mengukur saja.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan data debit air pada saluran terbuka yang digunakan untuk memecahkan masalah-masalah dalam kehidupan sehari-hari, khususnya masalah banjir pada sungai dan saluran irigasi. pada pembendungan aliran akan mengakibatkan perbedaan elevasi muka air antara hulu dan hilir sehingga mengakibatkan adanya terjunan dan terjadi perubahan energi yang cukup besar (Pandawa and Suhudi, 2022). Studi yang telah dilakukan oleh Arga Pandawa menunjukkan bahwa aliran yang efisiensi ditinjau dari bilangan Froude < 1 yaitu 0,210 dan kehilangan energi lebih kecil yaitu : 0,068 dan termasuk kategori aliran subkritis dengan menggunakan 3 variasi.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen langsung dengan mengacu pada buku SNI 8137-2015, penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui fungsi dari ambang lebar dan untuk memecahkan masalah-masalah dalam kehidupan sehari-hari khususnya dalam bidang pertanian.

2 TEORI PENDUKUNG

1.1 Saluran Terbuka

Saluran terbuka merupakan saluran dengan permukaan yang bebas sehingga aliran saluran terbuka mempunyai permukaan yang berhubungan langsung dengan atmosfer (Rustiati and Suciani, 2022). Saluran terbuka dapat direncanakan sesuai dengan manfaatnya seperti, saluran irigasi, saluran drainase, saluran pembawa pada pembangkit listrik tenaga air dan model saluran yang dibuat di laboratorium untuk keperluan penelitian (Cahyadi *et al.*, 2020).

1.2 Penampang Persegi

Saluran dengan model segiempat dipilih karena mempunyai kelebihan yaitu memiliki nilai estetika dan cocok pada lahan terbatas (Kasus and Labangka, 2022). Perencanaan saluran dengan model penampang persegi / segiempat banyak digunakan sebagai talang dan drainase di daerah perkotaan (Sarjito, Subroto and Kurniawan, 2017).

1.3 Ambang

Ambang adalah jenis bangunan air yang digunakan untuk menaikkan tinggi muka air dan menentukan debit aliran air (Fazjrin, Marsudi and Dermawan, 2021). Ambang dibedakan berdasarkan bentuk puncak ambang batas dan kondisi debit, berdasarkan bentuk bukannya, ambang dibedakan menjadi beberapa bentuk yaitu persegi, segitiga, dan trapesium (Wahyudi, 2017).

1.4 Debit

Debit aliran yaitu jumlah air yang mengalir di suatu aliran dalam satuan volume per waktu (Z, 2022). Debit sungai sebagai keluaran dari sistem Daerah Aliran Sungai (DAS) penilaian kualitas DAS, dengan cara mengamati perubahan debitnya (ANDI RAHMAT ALFANDI, 2019).

1.5 Kecepatan

Kecepatan yaitu suatu besaran dari satuan panjang per waktu (MAYAGRAFINDA and WIDODO, 2022). Perhitungan kecepatan adalah panjang ditentukan arah memanjang dibagi dengan waktu aliran (Muhlis and Wahyu, 2017).

3 METODE

Penelitian yang dilakukan menggunakan metode analisis eksperimental, yaitu melakukan pengamatan langsung pada replika saluran terbuka berupa saluran air berbentuk persegi panjang dengan menggunakan bendung ambang lebar dimana pada pengamatan tersebut diamati ketinggian air pada sebelum ambang serta kecepatan dan waktu aliran diamati pada setelah bukaan pintu. Penelitian ini dilakukan pada:

Tanggal : 22, Maret 2022
Waktu : 09:00 – 10:00
Tempat : Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kediri



Gambar 2. 1 Denah Lokasi

Sumber : <http://unik-kediri.ac.id/wp-content/uploads/2013/06/lokasikampus.jpg>

Debit merupakan hasil pembagian dari volume masuk dan waktu (Hakim *et al.*, 2020). Adapun debit aliran yaitu satuan untuk mendekati nilai nilai hidrologis yang terjadi ketika di penelitian langsung dilapangan (Debit *et al.*, 2021).

3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bendung ambang lebar. Bendung ambang lebar adalah salah satu jenis bangunan air yang dapat digunakan untuk menaikkan tinggi muka air serta menentukan debit aliran (Akmal and Ariq, 2020).



Gambar 2. 2 Bendung Ambang Lebar

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 (Citra and Abdurasyid, 2021). Dalam melakukan pencarian debit yang stabil pada aliran menggunakan cara sebagai berikut:

1. Penentuan bukaan pintu

Penentuan bukaan pada penelitian ini telah ditentukan, yaitu 1cm , 1,5cm dan 2cm.



Gambar 2. 3 Menentukan Bukaan Pintu

Tinggi bukaan pintu aliran bertujuan untuk mengatur besarnya debit (Mangore *et al.*, 2013).

2. Mengukur tinggi muka air

Mengukur tinggi muka air dilakukan setelah dibukanya bukaan pintu aliran.



Gambar 2. 4 Mengukur Tinggi Muka Air

Untuk menghindari data yang tidak valid dilakukan pengukuran tinggi muka air supaya mendapatkan hasil yang sesuai (Tallar *et al.*, 2021).

3. Menghitung debit setelah bukaan pintu

Menghitung debit setelah air melewati bukaan pintu aliran dengan cara menggunakan gelas ukur volume 1 liter dan menulis waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi gelas ukur sehingga diketahui waktu dan volume.



Gambar 2. 5 Mengukur Debit

Sifat yang terjadi pada bagian setelah bukaan pintu adalah gerusan, loncatan dan turbulen yang dihasilkan dari besarnya nilai Reynold dan aliran superkritis, kritis dan subkritis kemudian akan diketahui debit yang didapatkan setelah loncatan (Budianto, 2020).

2.2 Perhitungan Debit

Perhitungan debit digunakan untuk mengetahui besar debit pada ambang dan debit setelah pintu adalah sebagai berikut :

1. Tinggi Air diatas ambang (h_1)

Tinggi air di atas ambang di gunakan untuk mengetahui koefisien debit, berikut perhitungan untuk mengetahui h_1 :

$h1 =$ Tinggi Air Sebelum Ambang (H) – Lebar Ambang (b)

Keterangan :

$h1 =$ Tinggi Air Diatas Ambang

2. Koefisien Debit

Koefisien debit diperoleh dari perhitungan sebagai berikut :

$$\frac{h1}{h1} \cdot \frac{l}{h1} \cdot p$$

Keterangan :

$h1 =$ Tinggi Air Diatas Ambang

$l =$ Tinggi Ambang

$p =$ Panjang Ambang

Setelah $h1/l$ dan $h1/p$ diketahui, maka didapat koefisien debit (C) dari tabel berikut :

Tabel 2. 1 Koefisien Debit

h/p	C untuk nilai h1/L																	
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8
0.1	0.850	0.850	0.850	0.861	0.870	0.865	0.883	0.925	0.948	0.971	0.993	1.016	1.039	1.062	1.085	1.108	1.130	1.148
0.2	0.855	0.855	0.855	0.864	0.874	0.868	0.907	0.930	0.954	0.977	1.001	1.026	1.050	1.074	1.098	1.120	1.142	1.159
0.3	0.864	0.864	0.864	0.863	0.879	0.884	0.913	0.936	0.961	0.986	1.011	1.037	1.061	1.085	1.110	1.132	1.152	1.169
0.4	0.873	0.873	0.873	0.874	0.885	0.901	0.920	0.945	0.969	0.985	1.021	1.047	1.072	1.097	1.122	1.144	1.163	1.180
0.5	0.882	0.882	0.882	0.883	0.894	0.909	0.929	0.954	0.978	1.005	1.032	1.057	1.083	1.109	1.133	1.154	1.173	1.188
0.6	0.892	0.892	0.892	0.894	0.904	0.920	0.941	0.964	0.990	1.016	1.043	1.067	1.094	1.120	1.143	1.164	1.182	1.195
0.7	0.901	0.901	0.901	0.906	0.916	0.932	0.952	0.975	1.000	1.026	1.052	1.077	1.104	1.129	1.152	1.171	1.183	1.203
0.8	0.911	0.911	0.912	0.916	0.926	0.942	0.962	0.985	1.010	1.036	1.062	1.086	1.112	1.136	1.153	1.176	1.194	1.209
0.9	0.921	0.921	0.922	0.926	0.936	0.952	0.972	0.996	1.021	1.046	1.072	1.096	1.120	1.143	1.163	1.181	1.199	1.214
1.0	0.929	0.929	0.931	0.936	0.946	0.962	0.982	1.006	1.031	1.056	1.081	1.106	1.128	1.150	1.169	1.187	1.204	1.220
1.1	0.935	0.937	0.940	0.946	0.956	0.972	0.993	1.017	1.042	1.066	1.092	1.115	1.138	1.159	1.177	1.195	1.212	1.228
1.2	0.941	0.944	0.949	0.956	0.966	0.982	1.004	1.028	1.053	1.077	1.103	1.126	1.148	1.168	1.186	1.204	1.222	1.237
1.3	0.946	0.951	0.957	0.966	0.977	0.993	1.016	1.040	1.063	1.089	1.114	1.136	1.158	1.178	1.196	1.214	1.232	1.250
1.4	0.953	0.959	0.967	0.975	0.986	1.005	1.028	1.050	1.075	1.101	1.124	1.147	1.168	1.187	1.206	1.224	1.244	1.266
1.5	0.961	0.968	0.975	0.984	0.997	1.018	1.040	1.061	1.086	1.111	1.134	1.155	1.176	1.196	1.215	1.235	1.258	1.277
1.6	0.972	0.978	0.985	0.994	1.010	1.030	1.050	1.073	1.096	1.119	1.142	1.164	1.184	1.204	1.224	1.245	1.268	1.289

Sumber : SNI 8137-2015 (Badan Standardisasi Nasional, 2015).

3. Debit Pada Ambang

Debit pada ambang dapat diperoleh dari koefisien debit yang sudah diketahui. Berikut perhitungan debit pada ambang :

$$Q = 1.705 \times b \times C \times h1^{\frac{2}{3}}$$

Keterangan :

$Q =$ Debit

$b =$ Lebar Ambang

$C =$ Koefisien Debit

$h1 =$ Tinggi Air Diatas Ambang

4. Debit Setelah Pintu

Debit setelah pintu adalah sebagai pengatur debit pada ambang:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Keterangan :

$Q =$ Debit

$V =$ Lebar Ambang

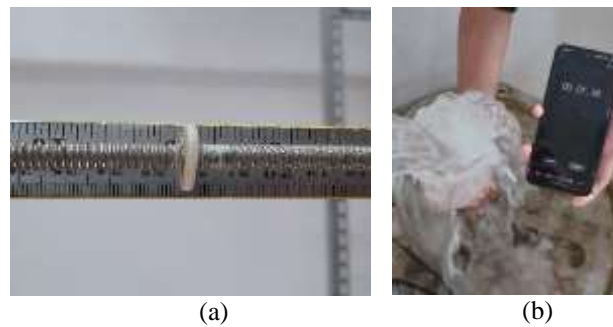
$t =$ Koefisien Debit

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan 3 percobaan bukaan pintu, yaitu 1 cm, 1,5 cm, 2 cm dan menggunakan bendung ambang lebar dengan dimensi sebagai berikut :

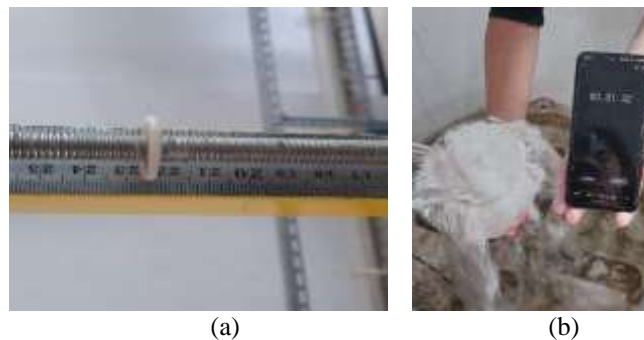
- $p = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$
- $b = 11,5 \text{ cm} = 0,115 \text{ m}$
- $l = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$

Pada percobaan dengan bukaan pintu sebesar 1 cm diperoleh tinggi muka air sebelum ambang setinggi 22,4 cm.



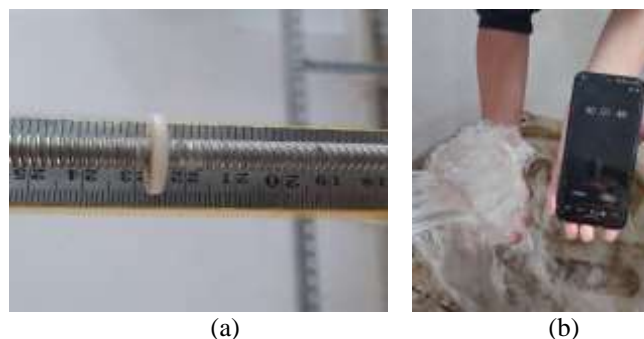
Gambar 3. 1 (a) Tinggi Muka Air Sebelum Ambang, (b) Waktu

Setelah bukaan pintu dilakukan pengukuran waktu untuk mengisi gelas ukur dengan volume 1000 ml didapatkan waktu, yaitu 1,57 detik, 1,58 detik, 1,50 detik sehingga diperoleh rata-rata waktu 1,55 detik. Dilanjut percobaan bukaan pintu sebesar 1,5 cm mendapatkan tinggi muka air sebelum ambang setinggi 22,6 cm.



Gambar 3. 2 (a) Tinggi Muka Air Sebelum Ambang, (b) Waktu

Setelah bukaan pintu dilakukan pengukuran waktu untuk memenuhi gelas ukur dengan volume 1000 ml mendapatkan waktu 1,42 detik, 1,32 detik, 1,44 detik sehingga diperoleh rata-rata 1,39 detik. Terakhir percobaan dengan bukaan pintu 2 cm didapat tinggi muka sebelum ambang setinggi 22,8 cm.



Gambar 3. 3 (a) Tinggi Muka Air Sebelum Ambang, (b) Waktu

Dilakukan pengukuran waktu untuk memenuhi gelas ukur dengan volume 1000 ml setelah bukaan pintu didapat waktu 1,48 detik, 1,49 detik, 1,41 detik sehingga diperoleh rata-rata waktu 1,46 detik. Dari data pengamatan dengan percobaan bukaan pintu sebesar 1 cm, 1,5 cm, 2 cm dapat menentukan koefisien debit (C) dengan acuan Tabel 2.1 SNI 81 dan dapat menghitung debit pada ambang dan juga setelah pintu bukaan.

Tabel 3. 1 Hasil Perhitungan Debit

Tinggi Bukaan	Tinggi Muka Air Sebelum Ambang	Tinggi Ambang	h1	h1/l	h1/p	Koefisien Debit	Debit Pada Ambang	Volume	Waktu Rata- Rata	Debit Setelah Pintu	
m	m	m	m			C	m ³ /detik	ℓ/detik	detik	ℓ/detik	
1	0,224	0,2	0,024	0,048	0,12	0,855	0,000633	0,636	1	1,55	0,645
1,5	0,226	0,2	0,026	0,052	0,13	0,855	0,000714	0,718	1	1,39	0,718
2	0,228	0,2	0,028	0,056	0,14	0,855	0,000798	0,802	1	1,46	0,685

Tabel 3.1 menyajikan hasil dari perhitungan debit pada ambang dan setelah pintu bukaan. Pada percobaan bukaan pintu 1 cm didapat h1 setinggi 0,024 m dengan koefisien debit 0,855. Debit pada ambang dan setelah pintu yaitu 0,636 ℓ/detik dan 0,645 ℓ/detik. Percobaan bukaan pintu 1,5 cm diperoleh h1 0,026 m. Koefisien debitnya yaitu 0,855 dengan debit pada ambang sebesar 0,718 ℓ/detik dan debit setelah pintu yaitu 0,718 ℓ/detik. Terakhir dengan percobaan bukaan pintu 2 cm mendapatkan h1 setinggi 0,028 dengan koefisien debit 0,855. Debit pada ambang sebesar 0,802 ℓ/detik dan debit setelah pintu sebesar 0,685 ℓ/detik.

5 KESIMPULAN

Dari penelitian saluran hidrolika menggunakan ambang lebar dengan variasi 3 bukaan pintu yaitu 1 cm, 1,5 cm, 2 cm diketahui debit yang stabil adalah pada bukaan 1,5 cm dengan debit 0,718 ℓ/detik. Hasil tersebut digunakan sebagai acuan dalam pembagian air pada sawah atau lahan pertanian sehingga kebutuhan air tanaman selama pengolahan tanah, pembibitan dan pertumbuhan dapat terkendali dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal and Ariq, M. (2020) 'Analisis Perhitungan Debit Saluran Dengan Bangunan Ukur Ambang Lebar Pada Daerah Irigasi Samalanga Kabupaten Bireuen', *TAMEH*, 9, pp. 22–31. Available at: <http://ojs.unmuha.ac.id/index.php/tameh>.
- ANDI RAHMAT ALFANDI (2019) ANALISIS DEBIT SUNGAI PADA MUSIM KEMARAU DI DAERAH TANGKAPAN AIR SANREGO.
- Badan Standardisasi Nasional (2015) 'Pengukuran Debit pada Saluran Terbuka Menggunakan Bangunan Ukur Tipe Pelimpah Atas', Badan Standardisasi Nasional, pp. 1–49. Available at: www.bsn.go.id.
- Budianto, H. (2020) 'Kajian Pengaruh Tinggi Bukaan Pintu Air Tegak Terhadap Kondisi Aliran di Bagian Hilir Saluran Penampang Segi Empat (Uji Laboratorium)', *Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), pp. i–v.
- Cahyadi, T. A. et al. (2020) 'Evaluasi Saluran Terbuka Engan Menggunakan Distribusi Gumbell Dan Model Thomas Fiering', *Kurvatek*, 5(1), pp. 29–36. doi: 10.33579/krvtk.v5i1.1570.
- Citra, T. A. and Abdurrosyid, S. T. J. (2021) 'Kajian Pengaruh Variasi Lebar Ambang Pada Bendung Tipe Ambang Lebar Terhadap Panjang Loncatan Air'.
- Debit, K. et al. (2021) 'Kajian Debit Aliran Kali Liliba Kota Kupang, Di Daerah Semi-Arid Menggunakan Alat Apung Dan Alat Flow Meter', *Jurnal Batakarang*, 2(2), pp. 14–20. Available at: <https://jurnalbatakarang.ptbundana.org>.
- Fazjrin, M. R., Marsudi, S. and Dermawan, V. (2021) 'Studi Perencanaan Konstruksi Bendungan Cijurey Tipe Beton Padat Gilas Gravitasi Kecamatan Sukamakmur Kabupaten Bogor Jawa Barat', 2(2), pp. 104–116.
- Ghanbari, R. and Heidarnejad, M. (2020) 'Experimental and numerical analysis of flow hydraulics in triangular and rectangular piano key weirs', *Water Science*, pp. 32–38. doi: 10.1080/11104929.2020.1724649.
- Hakim, M. L. et al. (2020) 'Pengaruh Debit Air Terhadap Tegangan Output Pada Pembangkit Listrik Tenaga Picohydro', *Jurnal Edukasi Elektro*, 4(1), pp. 75–81. doi: 10.21831/jee.v4i1.32607.
- Kasus, S. and Labangka, D. (2022) 'Pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap kinerja saluran drainase studi kasus desa labangka (studi kasus desa labangka)', 3(1), pp. 13–18.
- Mangore, V. R. et al. (2013) 'Perencanaan Bendung Untuk Daerah Irigasi Sulu', *Jurnal Sipil Statik*, 1(7), pp. 533–541.
- MAYAGRAFINDA, I. and WIDODO, B. (2022) 'Magnetohidrodinamika fluida nano yang melalui silinder vertikal berpori', 6(1), pp. 31–39. Available at: journal.unesa.ac.id/index.php/jram.
- Muhlis, A. and Wahyu (2017) 'Tinjauan Aliran Sungai Yang Berpotensi Terjadi Peluapan Aliran', *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 1(1), p. 18. doi: 10.31961/gradasi.v1i1.410.
- Nallamuthu Rajaratnam, M. ASCE; Gary Van der Vinne; and Christos Katopodis, M. A. (1986) 'Hydraulics of

Vertical-Slot Fishways’.

- Pandawa, A. and Suhudi (2022) ‘Analisis Energi Spesifik Pada Saluran Terbuka Dengan Penambahan Variasi Panjang Ambang Lebar’, 12(1), pp. 25–44.
- Rustiati, N. B. and Suciani, N. (2022) ‘Kajian Pola Aliran di Hilir Pintu Sorong dengan Material Dasar Saluran Pasir Lempung’, REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development, pp. 49–54. doi: 10.22487/renstra.v3i1.404.
- Sarjito, S., Subroto, S. and Kurniawan, A. (2017) ‘Studi Distribusi Tekanan Aliran Melalui Pengecilan Saluran Secara Mendadak Dengan Belokan Pada Penampang Segi Empat’, Media Mesin: Majalah Teknik Mesin, 17(1), pp. 8–22. doi: 10.23917/mesin.v17i1.3302.
- Tallar, R. Y. et al. (2021) ‘Validasi Alat Ukur Taraf Muka Air Digital Sederhana Untuk Saluran Irigasi’, Jurnal Teknik Sipil, 17(1), pp. 30–40. doi: 10.28932/jts.v17i1.3122.
- Wahyudi, M. (2017) Aspek Fungsi Struktur Bangunan (Studi Kasus Bendungan Pekatingan), Repository-Universitas Muhammadiyah Purworejo Analisa Kinerja Bendung Berdasarkan Aspek Fungsi Struktur Bangunan (Studi Kasus Bendung Pekatingan. Available at: <http://repository.umpwr.ac.id:8080/handle/123456789/1551>.
- Wigati, R., . S. and Prihatini, K. T. (2012) ‘Analisis Pengaruh Kemiringan Dasar Saluran Terhadap Distribusi Kecepatan Dan Debit Aliran Pada Variasi Ambang Lebar’, Fondasi : Jurnal Teknik Sipil, 1(1), pp. 1–12. doi: 10.36055/jft.v1i1.1998.
- Z, S. (2022) ‘Kolam Retensi Sebagai Upaya Pengendalian Banjir Pada Daerah Aliran Sungai Batang Pangian’, Rang Teknik Journal, 5(1), pp. 124–136. doi: 10.31869/rtj.v5i1.2856.