

ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA BENDUNG MODULAR BERDASARKAN VARIASI DESAIN STRUKTUR MODULAR

Andi Muflih Alkam¹ Elbu Bahtiar², Abd. Rakhim Nanda³, M. Agusalim⁴

Teknik Pengairan, teknik, Universitas Muhammadiyah Makassar

Email: andimuflih75@gmail.com, elbubahtiar17@gmail.com, m.agusalim2@gmail.com,
rahim_nanda@yahoo.co.id.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan kinerja bendung modular dengan variasi desain struktur modular pada studi kasus Bendung Sungai Gilireng. Bendung modular merupakan solusi yang efisien dan fleksibel dalam pengelolaan sumber daya air, yang memerlukan penyesuaian desain struktur guna memenuhi kondisi teknis dan lingkungan yang spesifik. Dalam penelitian ini, dilakukan perbandingan kinerja beberapa desain struktur modular yang diterapkan pada bendung tersebut, dengan memperhatikan faktor-faktor seperti kekuatan struktur, distribusi tekanan air, serta efisiensi aliran air. Metode analisis yang digunakan mencakup simulasi hidrodinamika dan pemodelan struktural untuk memprediksi respons bendung terhadap variasi desain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi desain struktur modular mempengaruhi kinerja bendung, dengan desain tertentu menunjukkan ketahanan yang lebih baik terhadap perubahan beban air dan distribusi aliran yang lebih optimal. Penelitian ini memberikan rekomendasi desain yang lebih efisien untuk penerapan bendung modular pada kondisi serupa, serta memberikan wawasan mengenai dampak desain terhadap kinerja bendung secara keseluruhan.

Kata kunci: bendung modular, analisis perbandingan, simulasi hidrodinamika.

ABSTRACT

This research aims to analyze the comparison of modular weir performance with variations in modular structure design in the case study of the Gilireng River Weir. Modular weirs are an efficient and flexible solution in water resources management, which require structural design adjustments to meet specific technical and environmental conditions. In this study, the performance of several modular structural designs applied to the weir was compared, taking into account factors such as structural strength, water pressure distribution, and water flow efficiency. The analytical methods used included hydrodynamic simulation and structural modeling to predict the response of the weir to the design variations. The results show that variations in the design of the modular structure affect the performance of the weir, with certain designs exhibiting better resistance to changes in water load and more optimized flow distribution. This research provides more efficient design recommendations for the application of modular weirs under similar conditions, as well as providing insight into the impact of design on overall weir performance.

Keywords: modular weir, comparative analysis, hydrodynamic simulation.

PENDAHULUAN

Bendung adalah suatu bangunan yang dibangun melintang di palung sungai yang berfungsi untuk meninggikan muka air sungai sehingga air sungai dapat disadap dan dialirkan secara grafitasi. Pembangunan bangunan bendung di masa ini yang menurut jenisnya digolongkan kepada bangunan bendung tetap, bangunan sadap bebas, dan bangunan bendung gerak

Selama puluhan tahun, kebanyakan bendung dibangun dengan menggunakan metode konvensional namun pada kenyataannya pembangunan bendung konvensional dalam metode pelaksanaannya masih memiliki kekurangan dari segi mutu, dan pekerjaannya juga menggunakan waktu yang panjang sehingga bisa berdampak pada high coast, serta tidak ramah lingkungan karena dalam pelaksanaannya yang secara

konvensional limbah sisa pekerjaan yang mencemari lingkungan. Oleh karena itu, seiring pengembangan teknologi dengan menggunakan sistem modular atau beton precast dalam pekerjaan pembangunan konstruksi di Indonesia, sehingga dengan hal ini sangat penting untuk menjadi bahan penelitian dalam pembangunan bendung dengan menggunakan teknologi modular dan dapat menjadi alternatif perencanaan bendung kedepannya.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Bendung

Menurut Drs. Erman Mawardi (2017), bendung adalah suatu bangunan yang dibangun melintang di palung sungai yang berfungsi untuk meninggikan muka air sungai sehingga air sungai dapat disadap dan dialirkan secara gravitasi. Bendung merupakan salah satu dari bagian bangunan utama. Bangunan utama adalah bangunan air (*hydraulic structure*) yang terdiri dari bagian-bagian yakni, bendung (*weir structure*), bangunan pengelak (*diversion structure*), bangunan pengambilan (*intake structure*), dan bangunan kantong lumpur (*sediment trap structure*).

B. Perencanaan Hidrolis Bendung.

Martha W, joyce & adidharma, wny 1995 Yaitu jarak antara pangkal-pangkalnya (*abutment*), harus sama dengan atau tidak lebih dari 1,2 kali lebar rata-rata sungai pada bagian yang stabil. Adapun persamaanya sebagai berikut :

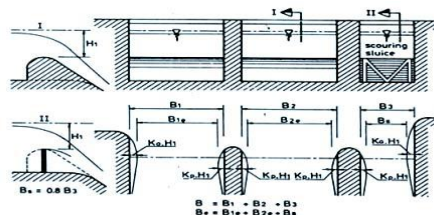
$$Be = B - 2 (n \cdot Kp + Ka) H_1(31)$$

Dimana:

n =Jumlah pilar.

Kp =Koefisien konstruksi pilar.

Ka =Koefisien konstruksi pangkal ben



Gambar 1 Lebar Efektif Bendung (KP 02).

Tabel 1. Harga-Harga Koefisien Konstruksi.

Uraian	Kp
Untuk pilar berujung segi empat dengan sudut-sudut yang dibulatkan pada jari-jari yang hampir sama dengan 0,1 dari tebal pilar.	0,02
Untuk pilar berujung bulat	0,01
Untuk pilar berujung runcing	0
Pangkal Tembok	Ka
Untuk pangkal tembok segi empat dengan tembok hulu pada 90° ke arah aliran	0,02
Untuk pangkal tembok bulat dengan tembok hulu pada 90° ke arah aliran dengan $0,5 H_1 > r > 0,15 H_1$	0,10
Untuk pangkal tembok bulat di mana $r > 0,5 H_1$ dan tembok hulu tidak lebih dari 45° ke arah aliran	0,00

(Sumber: Kp 02 Standar Perencanaan Irigasi)

Aliran di atas mercu bendung dapat menunjukkan berbagai perilaku di sebelah hilir bendung, akibat kedalaman air yang ada. Adapun kemungkinan-kemungkinan yang terjadi dari pola aliran di atas bendung akan ditunjukkan oleh gambar 2.8 yang terdiri dari, gambar 2.8(A) menunjukkan aliran tenggelam, yang menimbulkan gangguan di permukaan berupa timbulnya gelombang, gambar 2.8(B) menunjukkan keadaan loncatan tenggelam diakibatkan oleh keadaan air di hilir besar, gambar 2.8(C) menunjukkan keadaan loncat air, dimana kedalaman air di hilir sama dengan kedalaman konjugasi loncat air, gambar 2.8(D) terjadi apabila kedalaman air di hilir kurang dari kedalaman konjugasi, sehingga loncatan akan bergerak ke hilir. Semua tahap ini biasa terjadi di hilir bendung yang dibangun di sungai. Kasus D keadaan yang tidak boleh terjadi, karena loncatan air akan menghempas bagian sungai yang tidak terlindungi dan menyebabkan penggerusan yang luas.

C. Analisa Hidrologi

Hidrologi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari kejadian, perputaran dan penyebaran air di atmosfer dan di permukaan bumi serta di bawah permukaan bumi, juga mempelajari sifat alam dan kimianya serta reaksinya terhadap lingkungannya dengan kehidupan. (Subarka, imam. 1980 hidrologi untuk perencanaan bangunan air, bendung)

Data curah hujan dan debit merupakan data yang sangat penting dalam perencanaan bangunan hidrologi. Analisis data hujan dimaksudkan untuk mendapatkan besaran curah hujan. Perlunya menghitung curah hujan wilayah adalah untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir (Sosrodarsono & Takeda, 1977). Metode yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rata-rata wilayah daerah aliran sungai (DAS) ada tiga metode (Triatmojo, 2008 hidrologi terapan), yaitu: Metode Rata-rata Aritmatik (Aljabar), Metode Poligon Thiessen, Metode Isohyet

Perhitungan curah hujan rencana digunakan untuk meramal besarnya hujan dengan periode ulang tertentu. Berdasarkan curah hujan rencana tersebut kemudian dicari intensitas hujan yang digunakan untuk mencari debit banjir rencana (Sosrodarsono & Takeda, 1977). Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi, yaitu distribusi Normal, distribusi Log-Normal, distribusi Log-Pearson III, dan distribusi Gumbel. Sebelum menghitung curah hujan wilayah dengan distribusi yang ada terlebih dahulu dilakukan pengukuran dispersi untuk mendapatkan parameter-parameter yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana (Suripin, 2004).

Suatu kenyataan bahwa tidak semua variasi dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya, kemungkinan ada nilai variasi yang lebih besar atau lebih kecil dari pada nilai rata-ratanya. Besarnya derajat dari sebaran variasi di sekitar nilai rata-ratanya disebut dengan variasi (*variation*) atau dispersi (*dispersion*) dari pada suatu data sembarang variabel hidrologi. Cara mengukur besarnya variasi atau dispersi disebut pengukuran dispersi, pengukuran dispersi meliputi standar deviasi, koefisien kemencengan, koefisien variasi, dan pengukuran kurtosis (Soewarno, 1995).

Curah hujan jam-jaman merupakan besaran curah hujan yang langsung dapat dimanfaatkan tanaman pada masa pertumbuhannya. Besaran curah hujan efektif digunakan rumus Hazra, dimana hujan efektif dihitung berdasarkan dari urutan yang terkecil. (edy sukoso, 2004 perbandingan tingkat ketelitian pemakaian hujan jam jaman)

Debit rencana adalah genangan air pada permukaan tanah sampai melebihi batas tinggi tertentu yang mengakibatkan kerugian (Subarkah, 1980). Debit banjir rancangan adalah debit besar tahunan yang diperkirakan dengan satu proses kemungkinan ulang tertentu (Martha dan Adidarma, 2000).

D. Pemodelan

Menurut Gibs 1999 dan M Abdullah 2007, Pengertian pemodelan adalah fitur yang bertujuan untuk membuat bagian atau fitur tertentu dari dunia lebih mudah untuk dipahami, didefinisikan, diukur, divisualisasikan, atau disimulasikan. Intinya adalah menyederhanakan atau mempermudah penggunaan suatu fitur. Dengan adanya pemodelan maka permasalahan akan mudah di pecahkan dengan menggunakan metode-metode tertentu.

Banyak sekali jenis metode untuk memecahkan suatu masalah, namun penggunaan metode ini harus disesuaikan dengan permasalahan. Tidak semua masalah menggunakan metode yang sama, bukan mempermudah masalah namun akan menambah masalah. Jadi perlu di perhatikan pemodelan yang di gunakan agar sesuai dan mudah di gunakan. Konsep dasar pemodelan di gunakan untuk melakukan proses penyederhanaan dari segala jenis masalah.

E. Desain modular pada bendung.

Beton modular adalah elemen atau komponen beton tanpa atau dengan tulangan yang dicetak terlebih dahulu sebelum dirakit menjadi bangunan (SNI 7833 2012 : 17). Beton pracetak adalah beton yang telah disiapkan untuk pengecoran, cor dan curing pada lokasi yang bukan tujuan akhir, jarak yang ditempuh dari lokasi pengecoran mungkin hanya beberapa meter, atau mungkin berjarak ribuan kilometer dimana metode pracetak di tempat yang digunakan untuk menghindari biaya pengangkutan yang mahal (atau PPN di beberapa negara). Umumnya produk bernilai tambah tinggi dimssana manufaktur dan biaya pengangkutan lebih murah (Elliot, 2002).

Selain persyaratan yang digunakan material konstruksi pra-fabrikasi, perlu diketahui juga bahwa keunggulan-keunggulan yang signifikan yang dimiliki dari teknologi beton pracetak dibandingkan dengan metode konvensional, antara lain (Ervianto, 2006):

1. Konstruksi dapat dilakukan tanpa terpengaruh oleh cuaca, karena komponen dibuat dalam suatu pabrik
2. Hemat dalam hal tenaga manusia, karena komponen pracetak dibuat di pabrik dengan mesin
3. Kualitas yang baik dan terjaga, karena pembuatan produk pracetak di dalam pabrik dengan menggunakan teknologi komputerisasi, pengendalian kualitas yang ketat, serta lingkungan kerja yang lebih mendukung di dalam pabrik.
4. Produksi massal pracetak menyebabkan menggunakan mesin yang optimal sehingga dampaknya tenaga kerja menjadi sedikit.
5. Durasi pekerjaan yang lebih singkat. Pekerjaan pembuatan komponen pracetak dapat dilaksanakan dan disesuaikan bersamaan dengan pekerjaan struktur bawah.

Jumlah material yang diperlukan seperti *bekisting*, *scaffolding*, dapat berkurang cukup optimal.

METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian ini terletak di kampus universitas muhammadiyah makassar fakultas teknik, di laboratorium riset hidrologi & sumberdaya air, berada di kota makassar sulawesi selatan .

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium riset hidrologi dan Teknik sumber daya air fakultas teknik universitas Muha

Objek dari penelitian ini adalah dengan menggunakan pemodelan bendung modular yang dilaksanakan di laboratorium riset hidrologi dan Teknik sumber daya air fakultas teknik universitas Muhammadiyah makassar. Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

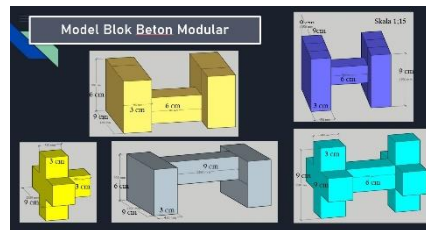
1. Menentukan ukuran modul beton modular.
2. Melakukan pencetakan modul beton modular.
3. Mendesain skema saluran bendung.
4. Menyusun saluran bendung dan Menyusun modul bendung modular.
5. Melaksanakan uji laboratorium sesuai desain bendung modular.
6. Mengumpulkan data hasil uji laboratorium.
7. Bahan dalam penelitian ini menggunakan data primer yang di dapatkan dari hasil uji laboratorium.

8. Melakukan analisis dan pengolahan data hasil uji laboratorium.

Modelling Penelitian

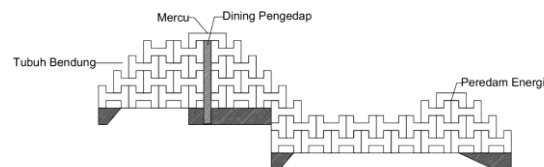
1. Modular

Terdapat 5 Jenis Modular ;



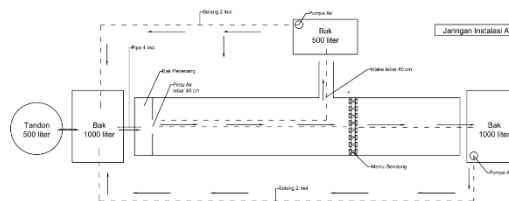
Gambar 2. Model Modular

2. Tubuh Bendung



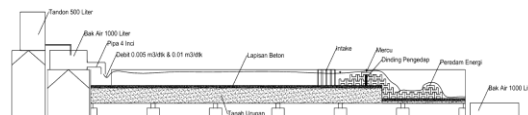
Gambar 3. Potongan Tubuh Bendung

3. Instalasi Jaringan Air



Gambar 4. Jaringan Instalasi Air

4. Potongan n



Gambar 5. Potongan Saluran Penelitian

Teknik Pengumpulan Data

1. Data Primer.

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari pengamatan uji laboratorium yang dilaksanakan oleh peneliti.

2. Data Sekunder.

Data Sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung atau dari catatan-catatan terdahulu. Data ini diperoleh dari instansi-instansi terkait seperti Dinas Balai Besar Pompengaan Wilayah Sungai Jeneberang serta Dinas Pengelolaan Sumber Dayas Air Provinsi Sulawesi Selatan dan lain-lain.

Analisa data

Data yang telah didapat kemudian diolah dan dianalisa sesuai dengan kebutuhannya. Masing-masing data berbeda dalam pengelolaan dan analisisnya. Dengan pengelolaan dan analisa yang sesuai maka akan diperoleh variabel-variabel yang akan digunakan dalam perencanaan konstruksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Laboratorium dan Pengambilan Data

a. Pengukuran Kecepatan Keluaran Intake

Tabel 2. Pengukuran Kecepatan Keluaran Intake

No Pintu	Debit	Bukaan Pintu 2 cm (V)			Bukaan Pintu 4 cm (V)			Bukaan Pintu 6 cm (V)		
1	0.005 m ³ /dtk	2.1	0.8	3.9	3.7	4.1	5.1	5	5	4.1
2		3.4	2.6	3.8	4.5	5.4	4.9	5	5.1	4.9
3		3.3	3.6	4.4	5.1	4.9	4.8	5.1	4.8	5.1
4		3.3	3.5	3.9	4.1	4.9	4.8	4.9	4.8	4.9
	0.01 m ³ /dtk									
1		2.2s	2.3	3.2	4.1	4.7	4.1	5.6	5.1	5.6
2		3.1	4.5	2.7	4.7	5.4	5.1	5.7	5	5.6
3		3.3	3.7	3.7	5.1	4.9	4.8	5.5	5.1	5.7
4		3	3.7	3.8	4.1	4.9	4.7	5.4	5.3	5.4

Tabel diatas merupakan pengukuran kecepatan aliran dimasing-masing pintu dengan tinggi bukaan yang bervariasi. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat current meter

Tabel 3. Pengukuran Kecepatan Keluaran Intake

No. Pintu	Debit	Bukaan Pintu 2 cm (V)	Bukaan Pintu 4 cm (V)	Bukaan Pintu 6 cm (V)
1	0.005 m ³ /dtk	2.27	4.30	4.70
2		3.27	4.93	5.00
3		3.77	4.93	5.00
4		3.57	4.60	4.87
	0.01 m ³ /dtk			
1		2.57	4.30	5.43
2		3.43	5.07	5.43
3		3.57	4.93	5.43
4		3.50	4.57	5.37

Tabel diatas merupakan rata rata kecepatan aliran dimasing masing pintu dengan tinggi bukaan pintu yang bervariasi. Pada saat pengukuran ditentukan juga titik yang bervariasi.

b. Hasil Pengukuran Debit Keluaran Intake

Tabel 4. Hasil Pengukuran Debit Keluaran Intake

No. Pintu	Debit	Bukaan Pintu 2 cm (Q)	Bukaan Pintu 4 cm (Q)	Bukaan Pintu 6 cm (Q)
1	0.005 m ³ /dtk	0.00181	0.00413	0.00489
2		0.00261	0.00474	0.00520
3		0.00301	0.00474	0.00520
4		0.00285	0.00442	0.00506
	0.01 m ³ /dtk			
1		0.00205	0.00413	0.00565
2		0.00275	0.00486	0.00565
3		0.00285	0.00474	0.00565

4		0.00280	0.00438	0.00558
---	--	---------	---------	---------

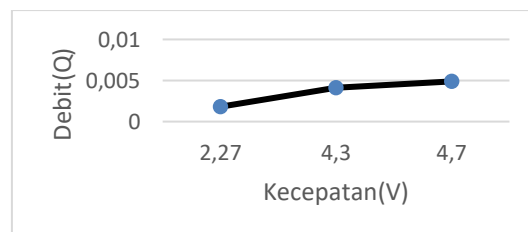
Tabel diatas merupakan hasil pengukuran debit keluaran intake.Hasil ini diperoleh setelah dilakukan perhitungan dengan berdasar hasil pengukuran dan perhitungan kecepatan aliran keluaran intake.Dari data diatas juga dapat diperhatikan bahwa antara sampel debit 0.005 m³/dtk dan 0.01 m³/dtk tidak memiliki perbedaan yang cukup signifikan,perbedaan yang signifikan dapat terlihat dari hasil debit masing masing bukaan pintu.

2. Hasil Pengujian dan Pengambilan Data dengan sampel debit saluran 0.005 m³/dtk

a. Pengambilan Data Pintu 1

Tabel 5. Data pintu 1

	Debit	Bukaan Pintu	Kecepatan(V) m/dtk	Debit(Q) m ³ /dtk
Pintu 1	0.005 m ³ /dtk	2 cm	2.27	0.00181
		4 cm	4.3	0.00413
		6 cm	4.7	0.00489



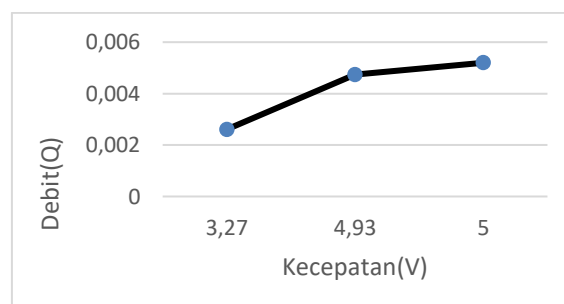
Grafik 1. hubungan kecepatan dan debit pintu 1

Dari table dan grafik diatas dapat diperhatikan bahwa dari pengambilan data dipintu 1 dengan kecepatan 2.27 m/dtk menghasilkan debit 0,00181 m³/dtk,dengan kecepatan 4,3 m/dtk menghasilkan debit 0,00413 m³/dtk,dengan kecepatan 4,7 m/dtk menghasilkan debit 0,00489 m³/dtk.Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara debit keluaran intake dimasing-masing variasi tinggi bukaan pintu air dalam hal ini yang dimaksud antara debit keluaran bukaan pintu 2 cm dan 4 cm.

b. Pengambilan Data Pintu 2

Tabel 6. Pengambilan Data Pintu 2

	Debit	Bukaan Pintu	Kecepatan(V) m/dtk	Debit(Q) m ³ /dtk
Pintu 2	0.005 m ³ /dtk	2 cm	3.27	0.00261
		4 cm	4.93	0.00474
		6 cm	5	0.0052



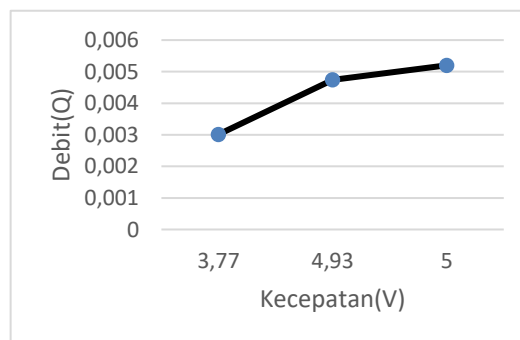
Grafik 2. hubungan kecepatan dan debit pintu 2

Dari table dan grafik diatas dapat diperhatikan bahwa dari pengambilan data dipintu 2 dengan kecepatan 3.27 m/dtk menghasilkan debit 0.00261 m³/dtk,dengan kecepatan 4,93 m/dtk menghasilkan debit 0,00474 m³/dtk,dengan kecepatan 5 m/dtk menghasilkan debit 0,0052 m³/dtk.Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan yanag cukup signifikan antara debit keluaran intake dimasing-masing variasi tinggi bukaan pintu air dalam hal ini yang dimaksud antara debit keluaran bukaan pintu 2 cm dan 4 cm.

c. Pengmbilan Data Pintu 3

Tabel 7. Pengambilan Data Pintu 3

Pintu 3	Debit	Bukaan Pintu	Kecepatan(V) m/dtk	Debit(Q) m ³ /dtk
	0.005 m ³ /dtk	2 cm	3.77	0.00301
		4 cm	4.93	0.00474
		6 cm	5	0.0052



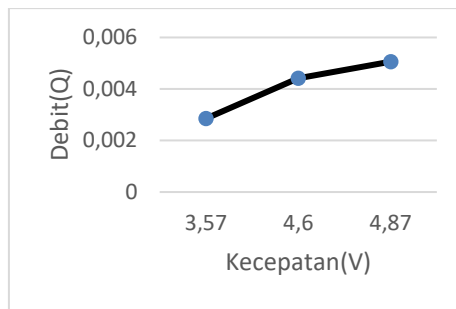
Grafik 3. hubungan kecepatan dan debit pintu 3

Dari table dan grafik diatas dapat diperhatikan bahwa dari pengambilan data dipintu 3 dengan kecepatan 3.77 m/dtk menghasilkan debit 0.00301 m³/dtk,dengan kecepatan 4,93 m/dtk menghasilkan debit 0,00474 m³/dtk,dengan kecepatan 5 m/dtk menghasilkan debit 0,0052 m³/dtk. Dalam pintu 3 ini tidak ada kenaikan yang cukup signifikan seperti halnya pintu 1,2 dan 4.

d. Pengmbilan Data Pintu 4

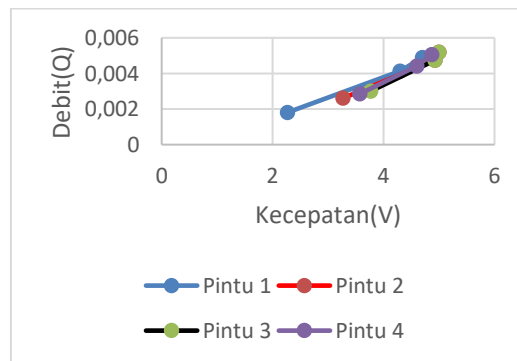
Tabel 8. pengambilan data pintu 4

Pintu 4	Debit	Bukaan Pintu	Kecepatan(V) m/dtk	Debit(Q) m ³ /dtk
	0.005 m ³ /dtk	2 cm	3.57	0.00285
		4 cm	4.6	0.00442
		6 cm	4.87	0.00506



Grafik 4. hubungan kecepatan dan debit pintu 4

Dari table dan grafik diatas dapat diperhatikan bahwa dari pengambilan data dipintu 4 dengan kecepatan 3,77 m/dtk menghasilkan debit 0,00301 m³/dtk, dengan kecepatan 4,93 m/dtk menghasilkan debit 0,00474 m³/dtk, dengan kecepatan 5 m/dtk menghasilkan debit 0,0052 m³/dtk. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara debit keluaran intake dimasing-masing variasi tinggi bukaan pintu air dalam hal ini yang dimaksudkan antara debit keluaran bukaan pintu 2 cm dan 4 cm.



Grafik 5. perbandingan hubungan kecepatan dan debit pintu 1,2,3 & 4

Dari grafik diatas dapat diperhatikan bahwa kecepatan aliran dipintu 1 ialah 2,27 m/dtk pada bukaan pintu 2 cm dan menghasilkan debit 0,00181 m³/dtk, kemudian dipintu 2 terjadi penambahan kecepatan aliran menjadi 3,27 m/dtk dan menghasilkan debit 0,00261 m³/dtk. Kecepatan pada pintu 3 tiga dengan bukaan pintu 2 cm ialah 3,77 m/dtk dengan debit yang dihasilkan 0,00301 m³/dtk. Sementara pada pintu 4 memiliki kecepatan aliran 3,57 m/dtk dengan debit keluaran 0,00285 m³/dtk.

Pada bukaan pintu air 4 cm, pintu 1 memiliki kecepatan aliran 4,3 m/dtk dengan debit keluaran 0,00413 m³/dtk. Pada tinggi bukaan yang sama pintu 2 memiliki kecepatan aliran 4,93 m/dtk dengan debit keluaran 0,00474 m³/dtk. Hal ini sama persis yang terdapat pada pintu 3 memiliki kecepatan aliran 4,93 m/dtk dengan debit keluaran 0,00474 m³/dtk. Sementara pada pintu 4 memiliki kecepatan aliran 4,6 m/dtk dengan hasil debit keluaran 0,00442 m³/dtk.

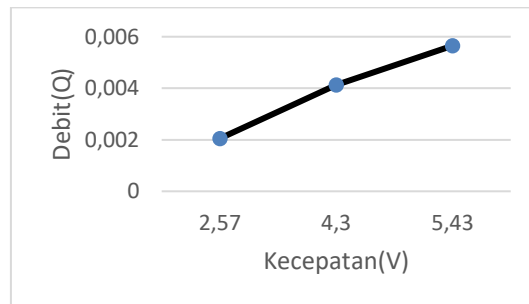
Pada bukaan pintu air 6 cm, pintu 1 memiliki kecepatan aliran 4,7 m/dtk dengan hasil debit keluaran 0,00489 m³/dtk. Pada pintu 2 memiliki kecepatan aliran 5 m/dtk dengan hasil debit keluaran 0,0052 m³/dtk. Hal ini juga sama persis yang terjadi pada pintu 3 yang memiliki kecepatan aliran 5 m/dtk dengan hasil debit keluaran 0,0052 m³/dtk. Pada pintu 4 dengan bukaan pintu air 6 cm memiliki kecepatan aliran 4,87 m/dtk dengan hasil debit keluaran 0,00506 m³/dtk.

3. Hasil Pengujian dan Pengambilan Data dengan sampel debit saluran 0.1 m³/dtk

a. Pengambilan Data Pintu 1

Tabel 9. Pengambilan data pintu

Pintu 1	Debit	Bukaan Pintu	Kecepatan(V) m/dtk	Debit(Q) m ³ /dtk
	0.001 m ³ /dtk	2 cm	2.57	0.00205
		4 cm	4.3	0.00413
		6 cm	5.43	0.00565



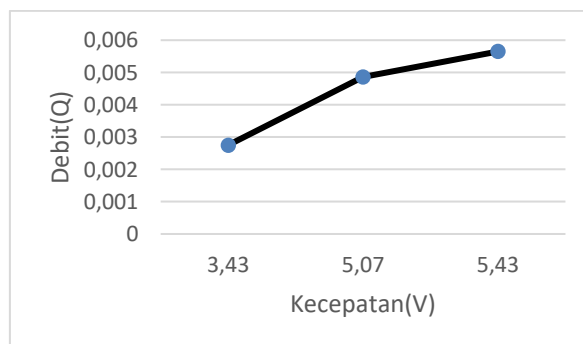
Grafik 6. hubungan kecepatan dan debit pintu 1

Dari tabel dan grafik diatas dapat diperhatikan bahwa dari pengambilan data dipintu 1 dengan kecepatan 2.57 m/dtk menghasilkan debit 0,00205 m³/dtk,dengan kecepatan 4,3 m/dtk menghasilkan debit 0,00413 m³/dtk,dengan kecepatan 5,43 m/dtk menghasilkan debit 0,00565 m³/dtk.Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara debit keluaran intake dimasing-masing variasi tinggi bukaan pintu air dalam hal ini yang dimaksud antara debit keluaran bukaan pintu 2 cm dan 4 cm.

b. Pengmbilan Data Pintu 2

Tabel 10. Pengambilan Data Pintu 2

Pintu 2	Debit	Bukaan Pintu	Kecepatan(V) m/dtk	Debit(Q) m ³ /dtk
	0.001 m ³ /dtk	2 cm	3.43	0.00275
		4 cm	5.07	0.00486
		6 cm	5.43	0.00565



Grafik 7. hubungan kecepatan dan debit pintu 2

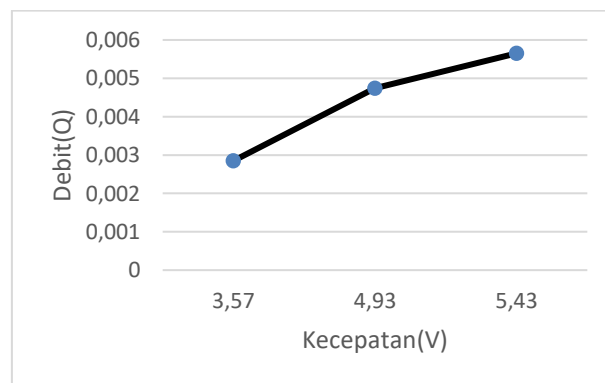
Dari tabel dan grafik diatas dapat diperhatikan bahwa dari pengambilan data dipintu 2 dengan kecepatan 3,43 m/dtk menghasilkan debit 0,00257 m³/dtk,dengan kecepatan 5,07 m/dtk menghasilkan debit 0,00486 m³/dtk,dengan kecepatan 5,43 m/dtk menghasilkan debit 0,00565 m³/dtk.Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara debit keluaran intake dimasing-masing

variasi tinggi bukaan pintu air dalam hal ini yang dimaksud antara debit keluaran bukaan pintu 2 cm dan 4 cm.

c. Pengambilan Data Pintu 3

Tabel 11. Pengambilan Data Pintu 3

Pintu 3	Debit	Bukaan Pintu	Kecepatan(V) m/dtk	Debit(Q) m ³ /dtk
	0.01 m ³ /dtk	2 cm	3.57	0.00285
		4 cm	4.93	0.00474
		6 cm	5.43	0.00565



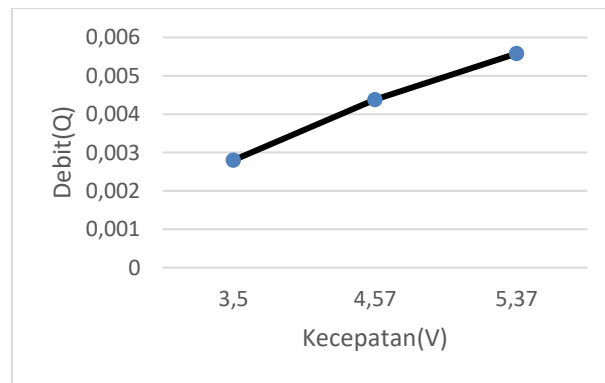
Grafik 8. hubungan kecepatan dan debit pintu 3

Dari tabel dan grafik diatas dapat diperhatikan bahwa dari pengambilan data dipintu 3 dengan kecepatan 3,57 m/dtk menghasilkan debit 0,00285 m³/dtk,dengan kecepatan 4,93 m/dtk menghasilkan debit 0,00474 m³/dtk,dengan kecepatan 5,43 m/dtk menghasilkan debit 0,00565 m³/dtk.Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan yanag cukup signifikan antara debit keluaran intake dimasing-masing variasi tinggi bukaan pintu air dalam hal ini yang dimaksud antara debit keluaran bukaan pintu 2 cm dan 4 cm.

d. Pengambilan Data Pintu 4

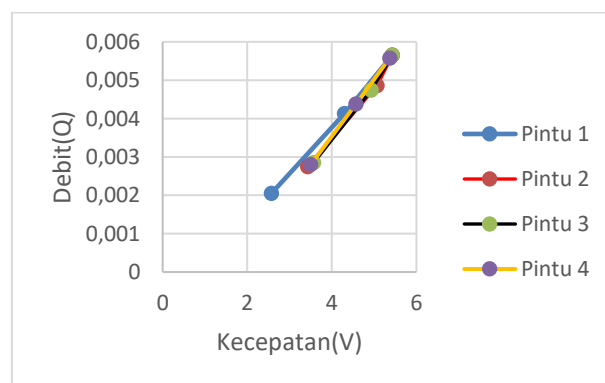
Tabel 12. pengambilan data pintu 4

Pintu 4	Debit	Bukaan Pintu	Kecepatan(V) m/dtk	Debit(Q) m ³ /dtk
	0.01 m ³ /dtk	2 cm	3.5	0.0028
		4 cm	4.57	0.00438
		6 cm	5.37	0.00558



Grafik 9. hubungan kecepatan dan debit pintu 4

Dari tabel dan grafik diatas dapat diperhatikan bahwa dari pengambilan data dipintu 4 dengan kecepatan 3,5 m/dtk menghasilkan debit 0,0028 m³/dtk, dengan kecepatan 4,57 m/dtk menghasilkan debit 0,00438 m³/dtk, dengan kecepatan 5,37 m/dtk menghasilkan debit 0,00558 m³/dtk. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara debit keluaran intake dimasing-masing variasi tinggi bukaan pintu air dalam hal ini yang dimaksud antara debit keluaran bukaan pintu 2 cm dan 4 cm.



Grafik 10. perbandingan hubungan kecepatan dan debit pintu 1,2,3 & 4

Dari grafik diatas dapat diperhatikan bahwa kecepatan aliran dipintu 1 ialah 2,57 m/dtk pada bukaan pintu 2 cm dan menghasilkan debit 0.00205 m³/dtk, kemudian pada pintu 2 terjadi penambahan kecepatan aliran menjadi 3,43 m/dtk dan menghasilkan debit 0,00257 m³/dtk. Lalu kecepatan aliran pada pintu 3 tiga dengan bukaan pintu 2 cm ialah 3,57 m/dtk dengan debit yang dihasilkan 0,00285 m³/dtk. Sementara pada pintu 4 memiliki kecepatan aliran 3,5 m/dtk dengan debit keluaran 0,0028 m³/dtk.

Pada bukaan pintu air 4 cm, pintu 1 memiliki kecepatan aliran 4,3 m/dtk dengan debit keluaran 0,00413 m³/dtk. Pada tinggi bukaan yang sama pintu 2 memiliki kecepatan aliran 5,07 m/dtk dengan debit keluaran 0,00486 m³/dtk. Kemudian pada pintu 3 memiliki kecepatan aliran 4,93 m/dtk dengan debit keluaran 0,00474 m³/dtk. Sementara pada pintu 4 memiliki kecepatan aliran 4,57 km/h dengan hasil debit keluaran 0,00438 m³/dtk.

Pada bukaan pintu air 6 cm, pintu 1 memiliki kecepatan aliran 5,43 m/dtk dengan hasil debit keluaran 0,00565 m³/dtk. Pada pintu 2 memiliki kecepatan aliran 5,43 m/dtk dengan hasil debit keluaran 0,00565 m³/dtk hal ini juga sama persis yang terjadi pada pintu 3 yang memiliki kecepatan aliran 5,43 m/dtk dengan hasil debit keluaran 0,00565 m³/dtk. Sementara pada pintu 4 dengan bukaan pintu air 6 cm memiliki kecepatan aliran 5,37 m/dtk dengan hasil debit keluaran 0,00558 m³/dt

Tabel 13. Keluaran Debit Intake

Debit	Bukaan Pintu 2 cm (Q)	Bukaan Pintu 4 cm (Q)	Bukaan Pintu 6 cm (Q)
0.005 m ³ /dtk	0.01028	0.01803	0.02035
0.01 m ³ /dtk	0.01045	0.01811	0.02253

Tabel diatas merupakan debit keluaran intake setelah dijumlahkan dari debit keluaran masing masing pintu air. Dimana dalam sampel debit saluran 0.005 m³/dtk dengan tinggi bukaan pintu 2cm menghasilkan debit 0.01028 m³/dtk, dengan tinggi bukaan pintu 4 cm menghasilkan debit 0.01803 m³/dtk, dengan tinggi bukaan pintu 6 cm menghasilkan debit 0.02035 m³/dtk. Dalam sampel 0.01 m³/dtk keseluruhan pintu air dengan tinggi bukaan pintu 2 cm menghasilkan debit 0.01045 m³/dtk, dengan tinggi bukaan pintu 4 cm menghasilkan debit 0.01811 m³/dtk, dengan tinggi bukaan pintu 6 cm menghasilkan debit 0.02253

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari hasil uji laboratorium efektifitas bendung modular adalah sebagai berikut :

Pada percobaan pertama dengan sampel debit 0,005 m³/dtk menghasilkan total debit keluaran bukaan Pintu 2 cm 0,01028 m³/dtk. Total keluaran debit Bukaan Pintu 4 cm 0,01803 m³/dtk. Total keluaran debit Bukaan pintu 6 cm 0,02035 m³/dtk. Pada percobaan kedua dengan sampel debit 0,01 m³/dtk menghasilkan total debit keluaran, bukaan Pintu 2 cm 0,01045 m³/dtk. Total keluaran debit Bukaan Pintu 4 cm 0,01811 m³/dtk. Total keluaran debit Bukaan pintu 6 cm 0,02253 m³/dtk. Dari sini dapat diperhatikan bahwa bendung dengan skema modular efektif dalam meninggikan muka air dan mengalirkan air ke intake sesuai kebutuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Triatmodjo, 2008, Hidrologi Terapan, Beta Offset, Yogyakarta
- Drs. Erman Mawardi. Prof. Dipl. AIT. 2017. *Desain Hidraulik Bangunan Irigasi*. Bandung: Alfabeta.
- Ervianto. 2006. *Eksplorasi teknologi dalam konstruksi beton pracetak dan bekisting*. Yogyakarta.
- Edy Sukoso, 2004, *Perbandingan Tingkat Ketelitian Pemakaian Persamaan Hujan Jam-Jaman dan Agihan Jam-a*
- Gibb 1999 dan M. Abduh 2007. *Inovasi teknologi dan sistem beton pracetak di Indpnesia*
- Mawardi, Erman. 2010. *Desain Hidraulik Bangunan Irigasi*. Bandung : Alfabeta
- Mawardi dan Memet 2010. *Bendung merupakan bangunan melintang sungai yang dibangun untuk mengubah karakt.*
- Martha W, Joyce & Adidharma, Wanny, 1995, "Mengenal Dasar-Dasar Hidrologi", Penerbit Nova, Bandung.
- Suyono Sosrodarsono, Ir, Kensaku Takeda, 1977. *Bendungan Tipe Urugan*. Jakarta, PT. Pradnya Paramita.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta.
- Eliote. 2002 *efisiensi harga beton pacetak*.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi untuk Analisis Data Jilid I*. Citra Aditya Bakti: Bandung.
- Soemarna. 1987. *Hidrologi untuk Teknik*. Penerbit Nova. Bandung.
- Subarkah, Imam. 1980. *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung : Idea Dharma

