

# PENGARUH BENTUK KOLAM OLAK TERHADAP EFISIENSI ENERGI PADA MERCU SINUSOIDA

Gerda Perkasa, Wiwik Yunarni W. ST.,MT,  
Sri Wahyuni, ST.,MT.,Ph.D,  
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik,  
Universitas Jember  
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121  
E-mail: gerdaperkasa@yahoo.com

## ABSTRAK

Maksud dari kajian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kecepatan dan kedalaman pada daerah hilir sehingga dapat mengantisipasi gerusan yang terjadi. Penelitian ini menggunakan fasilitas Laboratorium Hidroteknik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember dan beberapa alat tambahan yang dibuat sendiri guna melengkapi proses penelitian. Peredam energi yang berupa kolam olak (USBR I, II, III, dan IV) direncanakan untuk menghindari gerusan lokal. Didapatkan dari hasil pengujian bahwa perubahan kolam olak mempunyai pengaruh terhadap kondisi aliran di kolam olak. Hasil uji pada kolam olak USBR IV menghasilkan redaman dengan efisiensi tertinggi. Kesimpulan dari hasil penelitian yang memprioritaskan pada efisiensi energi dapat ditindaklanjuti pada uji model. Sehingga dapat diketahui apakah rekomendasi desain hasil penelitian ini memenuhi kriteria aman terhadap gerusan dan juga dapat dipakai sebagai acuan dalam mendesain panjang saluran pengarah setelah hilir kolam olak

Kata kunci : Perilaku aliran, peredam energi, efisiensi energi.

## ABSTRACT

The purpose of this study was learn the hydraulic behavior between energy efficiency in sinusoid with based on changing variables such as discharge. This research used the facilities open channel Hydraulic Laboratory of the Department of Civil Engineering Faculty of UNEJ and some hand made additional tools in order to complete the research process. Stilling basin form of stilling basin (USBR I, II, III, and IV) are planned to local scour. Obtained from the test result that change stilling basin has an influence on the hydraulic behavior. Test result on USBR IV produces damping with the highest efficiency. Conclusion from the research that energy efficiency can be followed up on test models. So that can be known whether the design recommendation of this study met the criteria of local scour and also whether it can be used as a reference in designing the length of the direction channel after stilling basin

Key words : Hydraulic behavior, stilling basin, energy efficiency

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang Masalah

Dari hasil analisis penelitian sebelumnya didapat bahwa puncak tipe deret sinusoida dapat melimpahkan debit yang lebih besar dengan waktu yang lebih sedikit dibanding tipe lainnya. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh perubahan bentuk puncak terhadap besarnya air yang melimpas di atas puncak dan lamanya waktu yang diperlukan untuk melimpahkan air tersebut. Akibat dari perubahan bentuk puncak, debit yang melimpas lebih besar tetapi waktu yang diperlukan cepat. Namun permasalahan yang sering dijumpai adalah gerusan yang akan diakibatkan pembuangan energi aliran terbuka yang sangat besar.

Maka dari itu, dilakukan model test untuk mengetahui pengaruh kecepatan pada daerah hilir untuk mengantisipasi gerusan yang terjadi dengan perubahan bentuk kolam olak untuk mengetahui efisiensi energi yang terjadi pada mercu sinusoida dan jenis kolam olak yang cocok.

### Rumusan Masalah

- Berapa besarnya persentase pengurangan energi dengan adanya perubahan bentuk pada kolam olak?
- Bagaimana perilaku aliran yang terjadi pada kolam olak?
- Bagaimana variabel yang berpengaruh terhadap perubahan bentuk mercu tersebut?

### Batasan Masalah

Agar tidak menyimpang dari pokok bahasan yang dikaji maka diberikan batasan masalah. Batasan masalah adalah penentuan bentuk kolam olak didasarkan pada bilangan froude.

### Tujuan Penelitian

Membandingkan persentase pengurangan energi dengan adanya perubahan bentuk kolam olak, perilaku aliran di kolam olak dengan variabel debit air yang berbeda-beda, variabel yang berpengaruh terhadap perubahan bentuk mercu dengan perhitungan dan pengukuran yang dilakukan saat penelitian.

### Manfaat Penelitian

Memberi gambaran persentase pengurangan energi yang terjadi pada kolam olak dan Menemukan desain kolam olak yang cocok sesuai literatur yang telah ada.

## METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang dipakai untuk mendapatkan data dalam penelitian ini adalah dengan percobaan langsung atau eksperimen di laboratorium. Penelitian ini dilakukan dengan serangkaian kegiatan pendahuluan untuk mencapai validitas hasil yang maksimal. Kemudian,

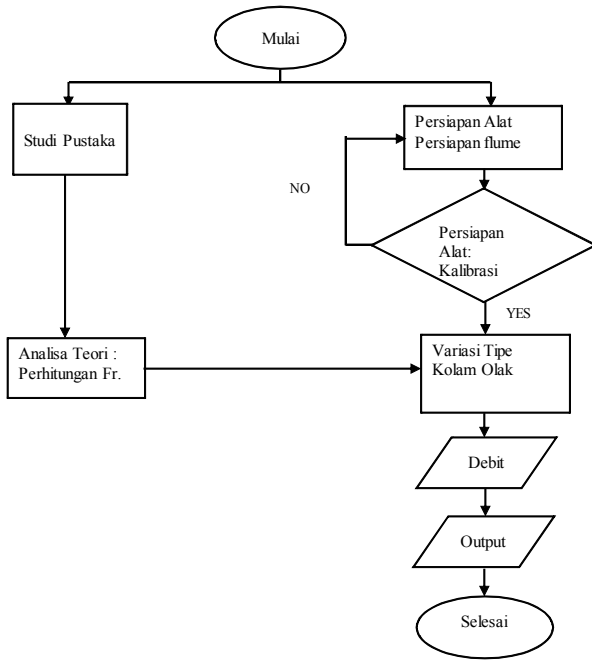
untuk mendapatkan kesimpulan akhir, data hasil penelitian diolah dan dianalisis dengan kelengkapan studi pustaka.

Metode pengambilan data di penelitian ini menggunakan variasi debit dengan variasi tipe kolam olak yang dilakukan pengulangan untuk masing-masing 6 kali. Variabel terikat berupa mercu tipe sinusoida.

**Langkah Penelitian**

1. Persiapan Alat
2. Pengecekan Alat
3. Pengolahan Data Kalibrasi Alat Ukur Debit
4. Pengambilan Data saat awal dengan mercu Sinusoida
5. Pengolahan Data

Tahapan penelitian ditunjukkan pada gambar berikut

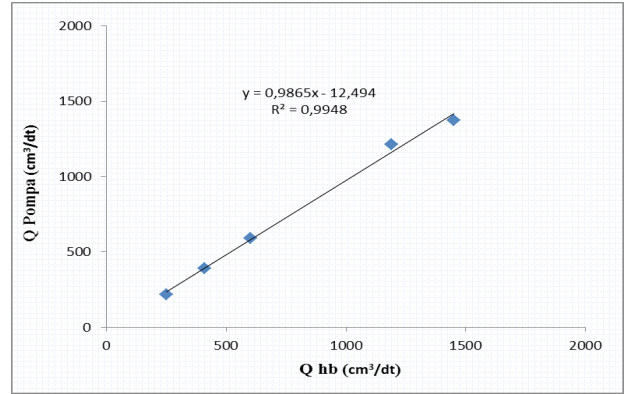


**Gambar 2.** Diagram Alir

**ANALISA DAN PEMBAHASAN**

**Kalibrasi**

Kalibrasi adalah suatu tahap yang dilakukan untuk mencicijian hasil uji penelitian. Dalam penelitian ini kalibrasi dilakukan dengan malukan uji pada paramater yang sama namun variabel debit yang berbeda.



**Gambar 3.** Hasil Kalibrasi

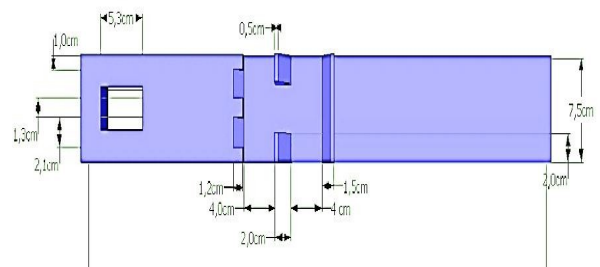
**Desain Peredam Energi USBR III dan IV**

Desain peredam energi USBR III dan IV direncanakan berdasarkan nilai bilangan froude terbesar dalam hal ini ketika debit yang terbesar 14381,91 cm³/dt. Penentuan dimensi berdasarkan nilai bilangan froude mengacu pada tujuan penelitian untuk mengetahui efisiensi energi yang terjadi pada kolam olak.

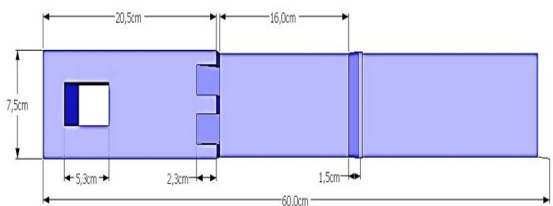
**Tabel 1.** Bilangan Froude

bukaa n	debit	kec (cm/dt)	kedalaman (h)	Fr
1	227,90	50,2421	0,68	1,9405
2	422,84	93,2192	0,97	3,0271
3	593,76	130,9002	1,30	3,6655
4	1203,90	265,4101	2,32	5,5674
5	1448,65	104,1667	2,72	2,0178

Maka dari itu direncanakan dimensi peredam seperti pada gambar 4.



**Gambar 4.** Desain kolam olak USBR III



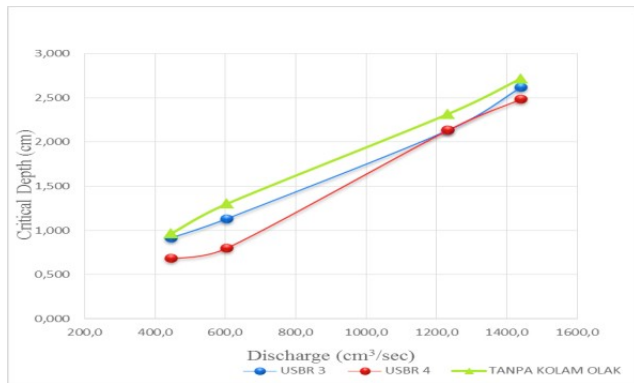
**Gambar 5.** Desain kolam olak USBR IV

**Tinggi Energi Hilir**

Setelah melakukan pengujian di laboratorium diperoleh hasil tinggi gelombang energi yang terjadi pada mercu tanpa kolam olak, kolam olak tipe USBR III dan USBR IV. Hasil perhitungan disajikan pada tabel 2 dan gambar 6

**Tabel 2.** Hasil rerata kedalaman air di hilir dengan adanya kolam olak

BUKAA N	DISCHARGE E (cm <sup>3</sup> )	KOLAM OLAK TIPE KOLAM OLAK		TANPA KOLA M OLAK
		USBR	USBR	
		3	4	
2	446,6	0,917	0,683	0,967
3	603,7	1,133	0,800	1,300
4	1232,3	2,133	2,133	2,317
5	1438,9	2,617	2,483	2,717

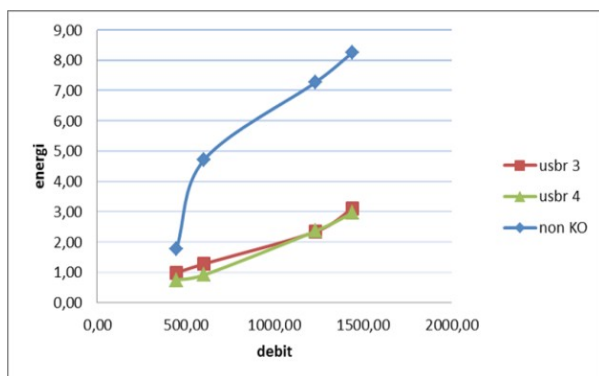


**Gambar 6.** Hubungan antara kedalaman hilir dan debit yang melimpas.

Semakin besar debit yang melimpas maka berbanding lurus dengan kedalaman air di hilir.

**Tabel 3.** Data perhitungan energi

debit	KECEPATAN			KEDALAMAN			ENERGI		
	TANPA	USBR III	USBR IV	TANPA	USBR III	USBR IV	TANPA	USBR III	USBR IV
446,634	39,815	11,574	12,037	0,967	0,683	0,917	1,775	0,752	0,991
603,688	81,944	15,278	17,130	1,300	0,800	1,133	4,722	0,919	1,283
1232,316	98,611	21,296	20,370	2,317	2,133	2,133	7,273	2,364	2,345
1438,911	104,167	30,556	31,019	2,717	2,483	2,617	8,247	2,959	3,107



**Gambar 7.** Hubungan debit dan energi

Dari grafik di atas, terjadi hubungan yang linier antara debit aliran dan energi yang dihasilkan dengan adanya perubahan kolam olak pada mercu sinusoida. Semakin besar debit yang dihasilkan, maka semakin tinggi pula energi yang dihasilkan.

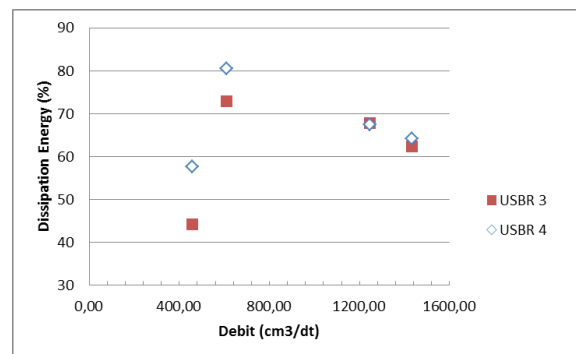
**Kehilangan energi**

Dengan melihat hasil uji penelitian pada flume maka dapat diketahui desain pada kolam mampu mereduksi energi. Hasil penelitian disajikan pada tabel 4.

**Tabel 4.** Persentase kehilangan energi dengan adanya kolam olak

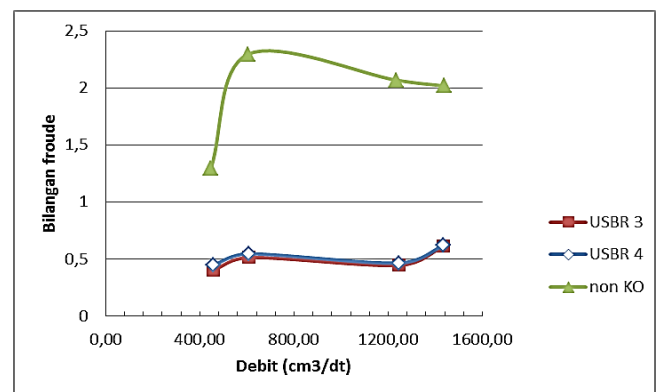
DEBIT (cm <sup>3</sup> /dt)	KECEPATAN				KEDALAMAN				ENERGI				% KEHILANGAN ENERGI	
	TANPA	USBR III	USBR IV	TANPA	USBR III	USBR IV	TANPA	USBR III	USBR IV	USBR III	USBR IV	USBR III	USBR IV	
446,63	39,81	12,04	11,57	0,97	0,92	0,68	1,77	0,99	0,75	0,78	1,02	44,18	57,65	
603,69	81,94	17,13	15,28	1,30	1,13	0,80	4,72	1,28	0,92	3,44	3,80	72,83	80,54	
1232,32	98,61	20,37	21,30	2,32	2,13	2,13	7,27	2,34	2,36	4,93	4,91	67,76	67,49	
1438,91	104,17	31,02	30,56	2,72	2,62	2,48	8,25	3,11	2,96	5,14	5,29	62,33	64,12	

Dari data hasil perhitungan, terlihat perbandingan persentase kehilangan energi pada USBR IV lebih besar daripada USBR III. Hal ini membuktikan bahwa kolam olak USBR IV lebih efektif dalam meredam energi dengan adanya perubahan bentuk mercu puncak tipe deret Sinusoida.



**Gambar 8.** Hubungan debit dan kehilangan energi

Prinsip kehilangan energi adalah ukuran geometri pelimpah dan parameter hidrolisnya (debit dan kecepatan aliran). Semakin besar kehilangan energi semakin besar selisih tinggi energinya.



**Gambar 9.** Hubungan antara debit dengan bilangan froude

Guna mereduksi energi yang terdapat dalam aliran, maka diujung hilir saluran dibuat suatu kolam olak. Terjadi penurunan bilangan froude yang sangat signifikan. Dengan adanya kolam olak mampu menstabilkan kembali dari aliran super kritis menjadi sub kritis.

## KESIMPULAN

### Kesimpulan

1. Besarnya energi tertinggi pada kolam olak tipe USBR III adalah 3,11 g.cm. Sedangkan pada kolam olak tipe USBR IV adalah 2,96 g.cm. Kehilangan energi terbesar terjadi pada peredam energi tipe USBR IV. Persentase kehilangan energi adalah 80,54%. Sedangkan USBR III sebesar 72,83%.
2. Kedua tipe kolam olak mampu meredam energi. Pada saat debit tertinggi yaitu 1438,91 cm<sup>3</sup>/, bilangan froude mencapai 2,1 (super kritis), sedangkan dengan adanya kolam olak, mampu membuat aliran menjadi normal kembali.
3. Dengan adanya kolam olak, kecepatan aliran pada hilir menurun. Kecepatan aliran tertinggi pada kolam olak tipe USBR III adalah 31,02 cm/dt. Pada tipe USBR IV adalah sebesar 30,56 cm/dt. Sedangkan tanpa kolam olak, kecepatan aliran adalah 104,17 cm/dt. Tinggi muka air hilir mengalami penurunan dengan adanya kolam olak. Tinggi muka air maksimum pada kolam olak tipe USBR III adalah 2,62 cm. Pada tipe USBR IV adalah 2,48 cm. Sedangkan tanpa kolam olak tinggi air maksimum adalah 2,72 cm.

### Saran

Menambah kapasitas pompa pada flume, yang berfungsi untuk mendapatkan variasi ketebalan air yang lebih banyak, sehingga data yang diperoleh lebih banyak. Perlu dilakukan penelitian dengan variasi kemiringan bendung sehingga dapat terlihat perbedaan aliran dan dissipation yang terjadi. Menambah kedalaman dan panjang kolam olak, serta endsill pada ujung hilir kolam olak agar memperbesar pengaruh peredaman energi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Chow, Ven Te. 1989. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta : Erlangga.  
[2] Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum.1986. *Standart Perencanaan Irigasi Kriteria Perencanaan 02* : Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.

[3] Nisaaiyah, Choirun.2012. *Peningkatan Kapasitas Spillway Dengan Perubahan Bentuk Puncak Tipe Deret Sinusoid*.Surakarta:Universitas Sebelas Maret.

[4] Raju,K.G.R.1986.*Aliran Melalui Saluran Terbuka*. Jakarta : Erlangga.

[5] Triatmodjo, Bambang. 1996. *Hidrolika II*. Yogyakarta : Beta Offset.