

J U R N A L
Spectra

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Studi Analisa Model Tarikan Pergerakan
pada Rumah Sakit di Kota Malang
Kamidjo Rahardjo ; Heru Julianto Yuwono

Antisipasi Proteksi Lingkungan Hidup
Sriliani Surbakti

Kajian Penggunaan Biji Kelor sebagai Koagulan
pada Proses Penurunan Kandungan Organik (KMnO₄)
Limbah Industri Tempe dalam Reaktor Batch
Sudiro ; Ika Wahyuni Harsari

Pembuatan Program Perhitungan dan Penggambaran
Data Pengukuran dengan Menggunakan Media Pocket PC
(Pocket PC: O2 Seri XDA II-S)
Hery Purwanto ; Sukron Fuadi

Rencana Pengembangan Perumahan
di SSWP Kepanjen Kabupaten Malang
Agung Witjaksono ; Ida Soewarni

Strategi Pemilihan Peredam Energi
Kustamar

PETUNJUK UMUM BAGI PENULIS

- **Spectra** merupakan Jurnal Ilmiah Populer Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITN Malang memuat karangan asli dari para penyumbang baik dari dalam maupun dari luar lingkungan fakultas.
- Karangan dapat ditulis bahasa Indonesia maupun dalam bahasa Inggris.
- Semua grafik, peta dan gambar lain yang diperlukan dalam karangan disebut gambar dan diberi nomor dengan simbol angka Arab diikuti judul.
- Semua tabel dan daftar yang diperlukan dalam karangan disebut tabel dan diberi nomor dengan simbol angka Arab diikuti judul yang ditulis di atas setiap tabel.
- Semua foto dalam karangan tetap disebut foto dan diberi nomor dengan simbol angka Arab diikuti judul yang ditulis di bawah setiap foto.

HAK DEWAN REDAKSI

- Dewan Redaksi berhak menolak suatu karangan yang kurang memenuhi syarat setelah meminta pertimbangan para pembina atau tenaga ahli.
- Dewan redaksi dapat menyesuaikan bahasa dan atau istilah tanpa mengubah isi dan pengertiannya dengan tidak memberi tahu kepada Penulis, apabila dipandang perlu untuk mengubah isi karangan.
- Karangan yang dimuat dalam jurnal ini menjadi hak Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan ITN Malang, sehingga penerbitan kembali oleh siapapun harus meminta Ijin Dewan Redaksi.

Nomor 8 Volume IV Juli 2006
ISSN 1693-0134

J U R N A L **Spectra**

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Pembina

Dekan FTSP ITN Malang

Pemimpin Umum / Penanggungjawab

Dr. Ir. Kustamar, MT.

Redaktur Pelaksana:

Ir. Y. Setyo Pramono, MT.

Staf Redaksi

Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT.

Dr. Ir. Ibnu Sasongko, MT.

Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSc.

Ir. Ibnu Hidayat P.J., MT.

Ir. Nusa Sebayang, MT.

Ir. J. Pradono de Deo, MT.

Alamat Redaksi

Gedung FTSP Lt. II ITN Malang
Jl. Bend. Sigura-gura No. 2 Malang
Telepon: (0341) 551431 Pes. 212
Facsimile: (0341) 553015
E-mail: spectra@ftsp.itn.ac.id

Spectra mengupas keilmuan bidang teknik sipil dan perencanaan dari segala sisi. Dengan keinginan untuk terbit rutin secara berkala setiap tengah warsa, maka pengembangan wacana ilmiah kami akan tetap terjaga. Semoga penampilan **Spectra** senantiasa memuaskan Pembaca yang budiman.

Spectra TERBIT PERTAMA KALI TAHUN 2003

J U R N A L
Spectra

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

D A F T A R I S I

Nomor 8 Volume IV Juli 2006

Studi Analisa Model Tarikan Pergerakan pada Rumah Sakit di Kota Malang Kamidjo Rahardjo dan Heru Julianto Yuwono	1
Antisipasi Proteksi Lingkungan Hidup Sriliani Surbakti	8
Kajian Penggunaan Biji Kelor sebagai Koagulan pada Proses Penurunan Kandungan Organik (KMnO ₄) Limbah Industri Tempe dalam Reaktor Batch Sudiro dan Ika Wahyuni Harsari	16
Pembuatan Program Perhitungan dan Penggambaran Data Pengukuran dengan Menggunakan Media Pocket PC (Pocket PC: O2 Seri XDA II-S) Hery Purwanto dan Sukron Fuadi	27
Rencana Pengembangan Perumahan di SSWP Kepanjen Kabupaten Malang Agung Witjaksono dan Ida Soewarni	37
Strategi Pemilihan Peredam Energi Kustamar	50

STRATEGI PEMILIHAN PEREDAM ENERGI

Kustamar

Dosen Teknik Pengairan FTSP ITN Malang

ABSTRAKSI

Peredam energi merupakan suatu bagian dari bangunan air yang berguna untuk meredam energi akibat loncatan air setelah melalui pelimpah. Terdapat tiga jenis peredam energi, yaitu: olakan datar, loncatan, dan bak pusran. Jenis olakan datar terdiri dari empat tipe, yaitu: olakan datar tipe I, II, III, dan IV. Setiap jenis dan tipe peredam energi tentunya memiliki karakteristik yang berbeda. Pemilihan jenis dan tipe peredam energi yang tepat akan meningkatkan efektifitas peredaman dan efisiensi pembiayaan. Peredaman yang kurang berhasil akan membahayakan stabilitas dasar sungai di hilir bangunan dan pada saat berikutnya akan mengancam keutuhan bangunan itu sendiri. Berdasarkan analisa karakteristik dari masing-masing jenis dan tipe, terdapat dua parameter yang dapat digunakan untuk memilih jenis dan satu parameter untuk memilih tipe peredam energi. Pelimpah dengan aliran air yang membawa batu dengan butiran cukup besar, tidak cocok jika digunakan peredam jenis olakan datar. Peredam jenis loncatan cocok jika kedalaman air di hilir peredam relatif dangkal, dan kondisi sebaliknya cocok dipilih peredam jenis bak pusran. Bilangan Froude (Fr) dan debit per satuan lebar (q) digunakan untuk memilih tipe dari peredam jenis olakan datar dengan hasil: tipe I jika $Fr < 2,5$; tipe II jika $q > 45 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{m}$, tekanan hidrostatik > 60 dan $Fr > 4,5$; tipe III jika $q < 18,5 \text{ m}^3/\text{dt}$ dan $Fr > 4,5$; serta tipe IV jika $Fr 2,5 - 4,5$ dan tekanan hidrostatik > 60 .

Kata Kunci : Peredam Energi, Loncatan Air, Efisiensi Biaya.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Peredam energi merupakan bagian dari konstruksi bangunan keairan (bendung atau *spill way*) yang berfungsi meredam energi yang timbul akibat dari loncat air. Dengan kecepatan aliran yang tinggi, sifat turbulensi memiliki daya rusak yang luar biasa. Dasar saluran yang tergerus akan mengakibatkan terganggunya keutuhan bangunan (bendung atau *spill way*) dan dapat mengakibatkan terganggunya fungsi bangunan pengambilan dan bahkan juga stabilitas bangunan keairan di hilirnya.

Material yang terangkut aliran air disungai sangat bervariasi, mulai sedimen melayang, muatan dasar, hingga bebatuan. Bendung merupakan bangunan keairan melintang sungai yang digunakan untuk membendung air sehingga mempunyai efek menaikkan elevasi muka air. Karena tidak terdapat tampungan di depan bendung, maka material yang terangkut aliran air akan melintas di atas bendung dan meluncur ke arah hilir. Oleh karenanya, selain karakter hidaulis loncatan air, maka karakter material yang terangkut juga harus menjadi perhatian. Jika material tersebut memasuki tampungan atau waduk, hanya material yang mengambang saja yang melintas di atas pelimpah. Dengan demikian, maka karakteristik hidraulis loncatan menjadi pertimbangan utama dalam pemilihan peredam energi.

Berawal dari kondisi tersebut, mengingat jenis dan tipe peredam cukup banyak, maka dianggap perlu adanya kajian yang membahas strategi pemilihan peredam energi.

Permasalahan

Permasalahan yang timbul dalam menyusun strategi pemilihan peredam energi adalah sebagai berikut:

- Terdapat berbagai tipe dan jenis peredam, namun belum semuanya diteliti secara mendalam berkaitan dengan karakteristiknya.
- Belum terdapat uraian yang jelas tentang cara memilih jenis peredam berdasarkan kriteria jenis material yang terangkut aliran air di sungai.
- Belum semua peredam dapat dipilih berdasarkan kriteria bilangan Froude (Fr) dan debit per lebar satuan (q).

Tujuan dan Manfaat

Tujuan dan manfaat dari studi ini adalah melakukan kajian strategi pemilihan peredam energi untuk mendapatkan jenis dan tipe peredam yang cocok sesuai dengan karakter sungai dan loncatan airnya. Diharapkan studi ini akan bermanfaat dalam menjaga dan memelihara dasar saluran bangunan (bendung atau *spill way*) agar tetap utuh, sekaligus menjaga stabilitas bangunan keairan di hilirnya.

KAJIAN PUSTAKA

U m u m

Peredam energi merupakan bagian dari konstruksi bangunan keairan (bendung atau *spill way*) yang berfungsi meredam energi yang timbul akibat dari loncat air. Dengan kecepatan aliran yang tinggi, sifat turbulensi memiliki daya rusak yang luar biasa. Dasar saluran yang tergerus akan mengakibatkan terganggunya keutuhan bangunan (bendung atau *spill way*)

dan dapat mengakibatkan terganggunya fungsi bangunan pengambilan dan bahkan juga stabilitas bangunan keairan di hilirnya.

Terdapat dua jenis metode dalam meredam energi tersebut, yaitu:

1. Mengurangi kecepatan aliran mulai saat akan mengalami loncatan hingga saat terjadi loncatan. Massa air dipecah hingga menjadi partikel-partikel, dan membenturkan sesamanya. Untuk hal tersebut dibuat konstruksi pemecah dan ditata saling silang. Hal ini kiranya yang menjadi inspirasi bangunan pemecah energi jenis olakan datar.
2. Meloncatkan air, dan mengarahkannya ke suatu kolam berisi air atau sungai dengan kedalaman yang cukup. Benturan air dengan air pada kolam tersebut mengkondisikan dasar kolam terlindungi, sehingga relatif aman.

Loncatan Air

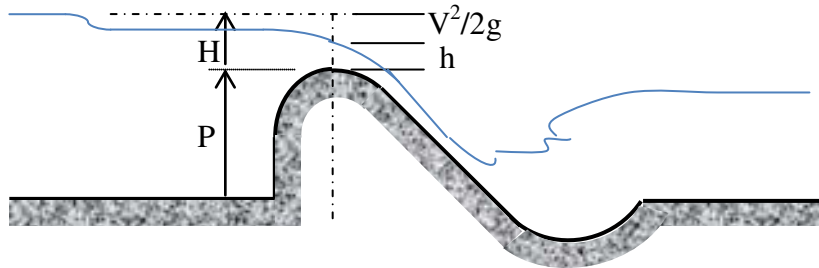
Perubahan sifat pengaliran dari meluncur menjadi mengalir mengakibatkan terjadinya loncatan air dan menyebabkan ada energi yang hilang. Oleh karenanya, tidak berlaku hukum kekekalan energi. Untuk menganalisa profil muka air setelah mengalami loncat, dapat digunakan konsep momentum atau menggunakan persamaan dan grafik hasil penelitian empiris. Beberapa grafik dapat diperoleh dari berbagai referensi, dimana dalam hal ini disarankan untuk memilih grafik yang menghubungkan dua bilangan tak berdimensi. Hal tersebut semata untuk mempermudah dalam menggunakannya dan menghindari kesalahan akibat efek penyekalaan model.

Peredam Energi

Terdapat tiga kelompok jenis bangunan peredam energi yang sering digunakan pada bangunan bendung dan bendungan di Indonesia, yaitu: tipe loncatan, olakan datar, dan bak pusaran. Peredam energi olakan datar terdiri dari Tipe I, Tipe II, Tipe III, dan Tipe IV.

Peredam Energi Jenis Loncatan

Peredam Energi Loncatan biasanya dibuat untuk sungai-sungai yang dangkal dengan kedalaman yang kecil dibandingkan kedalaman loncatan hidrolis aliran di ujung udik peredam energi. Jenis ini hanya cocok untuk sungai dengan dasar alur yang kukuh. Biaya pembuatan yang diperlukan memang cukup rendah, tetapi efektifitas kerjanya lebih rendah dari jenis peredam energi yang lainnya. Pada jenis loncatan ini biasanya juga sering masih timbul olakan-olakan pada aliran di hilirnya. Skema peredam energi jenis loncatan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1.
Skema Peredam Energi Loncatan

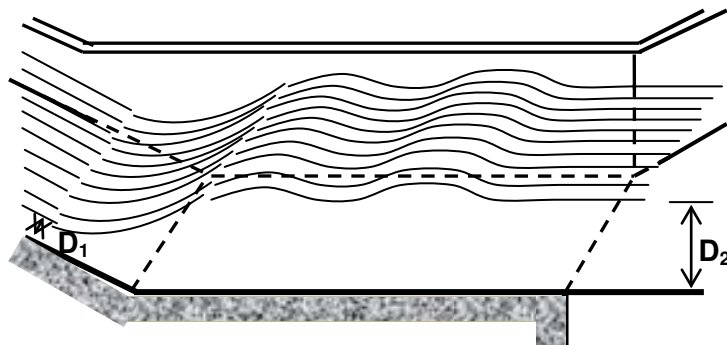
Peredam Energi Kolam Olakan

Bangunan peredam energi yang berbentuk kolam, dimana prinsip peredaman sebagian besar terjadi akibat proses pergesekan diantara molekul-molekul air, sehingga timbul olakan-olakan di dalam kolam. Oleh karenanya, bangunan peredam energi tersebut dinamakan Peredam Energi Jenis Kolam Olakan atau disingkat dengan nama Kolam Olakan.

Peredam energi Kolam Olakan terbagi atas 4 tipe, yaitu:

Kolam Olakan Datar Tipe I

Kolam Olakan Datar Tipe I adalah suatu kolam olakan dengan dasar yang datar dan terjadinya peredaman energi terkandung dalam aliran dengan benturan secara langsung ke atas permukaan dasar kolam. Benturan langsung tersebut menghasilkan peredaman energi yang cukup tinggi, sehingga perlengkapan lain guna penyempurnaan peredaman tidak diperlukan lagi. Peredam energi tipe ini hanya cocok untuk mengalirkan debit yang relatif kecil dengan kapasitas peredam energi yang kecil pula. Dengan demikian, dimensi kolam tolakan tipe ini pada umumnya akan relatif kecil.



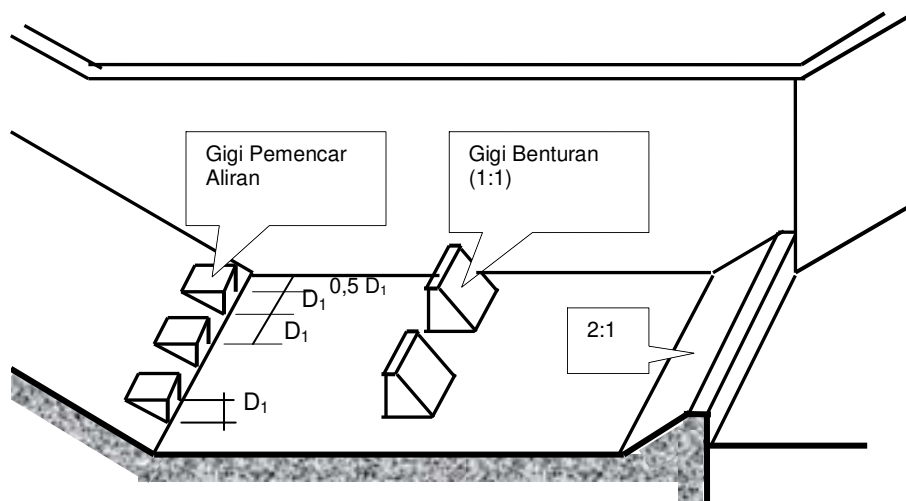
Gambar 2.
Skema Kolam Olakan Datar Tipe I

Kolam Olakan Datar Tipe II

Sistem kerja Kolam Olakan Datar Tipe II adalah sama dengan peredam energi Kolam Olakan Tipe I. Perbedaannya terletak pada dasar kolam yang diberikan perlengkapan berupa gigi-gigi pemencar air di pinggir udik dasar dan ambang bergerigi di pinggir hilirnya. Gigi-gigi pemencar aliran ini berfungsi untuk lebih meningkatkan efektifitas peredaman, sedang ambang bergerigi berfungsi untuk penstabil loncatan hidrolis (lihat Gambar 2). Kolam tipe ini cocok untuk aliran tekanan hidrostatis yang tinggi dan dengan debit yang besar ($q > 45 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{m}$, tekanan hidrostatis > 60 , dan $Fr > 4,5$).

Kolam Olakan Datar Tipe III

Sistem kerja Kolam Olakan Datar Tipe III tidak berbeda pula dengan Tipe II dan Tipe I. Perbedaannya terletak pada penempatan gigi penghadang aliran (gigi benturan) pada dasar kolam olakan. Kolam olakan tipe ini biasanya dipergunakan untuk bangunan pelimpah pada bendungan urugan yang rendah, karena lebih sesuai untuk mengalirkan air dengan tekanan hidrostatis yang rendah dan dengan debit yang agak kecil ($q < 18.5 \text{ m}^3/\text{dt}/\text{m}$ dan $Fr > 4,5$).

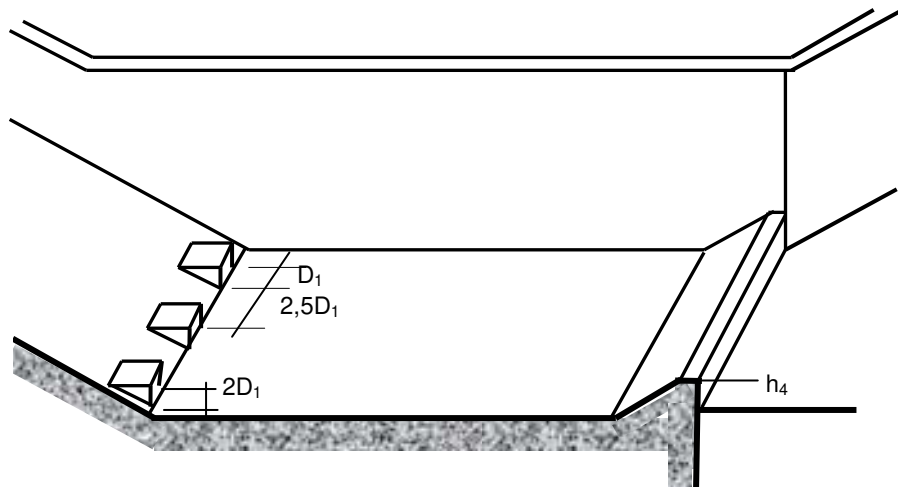


Gambar 3.
Skema Kolam Olakan Tipe III

Kolam Olakan Tipe IV

Sistem kerja Kolam Olakan Tipe IV sama dengan tipe olakan datar sebelumnya. Perbedaannya terletak pada ujung hilir kolam olakan yang tidak bergerigi. Biasanya tipe kolam olakan ini dipergunakan pada bangunan-bangunan pelimpah suatu bendungan urugan yang

sangat rendah atau pada bendung-bendung penyadap, bendung-bendung konsolidasi, dan bendung-bendung penyangga lainnya. Peredam energi ini cocok untuk kondisi aliran dimana nilai Fr antara 2,5 hingga 4,5.



Gambar 4.
Gambar Kulam Olakan Tipe IV

Peredam Energi Tipe Bak Pusaran Atau Kulam Pusaran

Peredam energi Tipe Bak Pusaran adalah bangunan peredam energi yang terdapat di dalam aliran air dengan proses pergesekan di antara molekul-molekul air akibat timbulnya pusaran vertikal di dalam suatu kolam. Bangunan ini membutuhkan pondasi batuan yang kukuh dan air yang terdapat di hilirnya cukup dalam. Modifikasi yang terjadi sangat beraneka ragam sesuai dengan kondisi topografi dan geologi tempat kedudukan, serta fluktuasi permukaan air di hilir. Pada hakekatnya, efektifitas pereduksian, serta aspek-aspek lainnya dari jenis ini masih banyak yang belum diketahui dengan jelas. Oleh karena itu, metode pembuatan rencana teknis cenderung didasarkan pada penelitian-penelitian model hydrolis. Parameter yang dapat digunakan, yaitu:

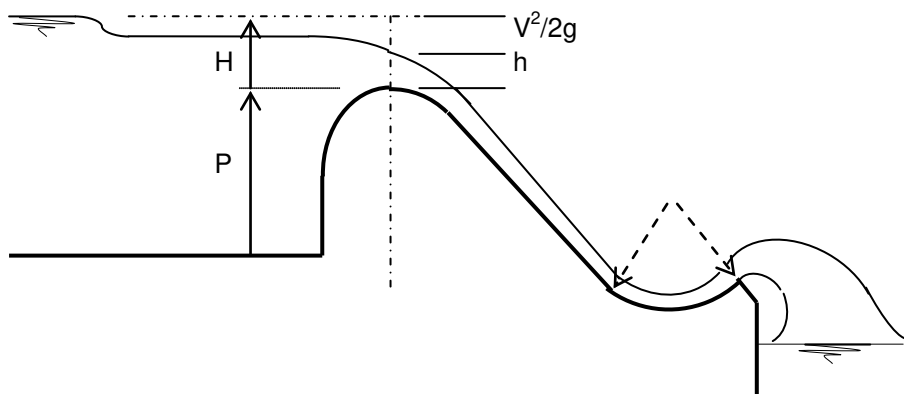
$$h_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

Dimana :

h_c = kedalaman air kritis (m)

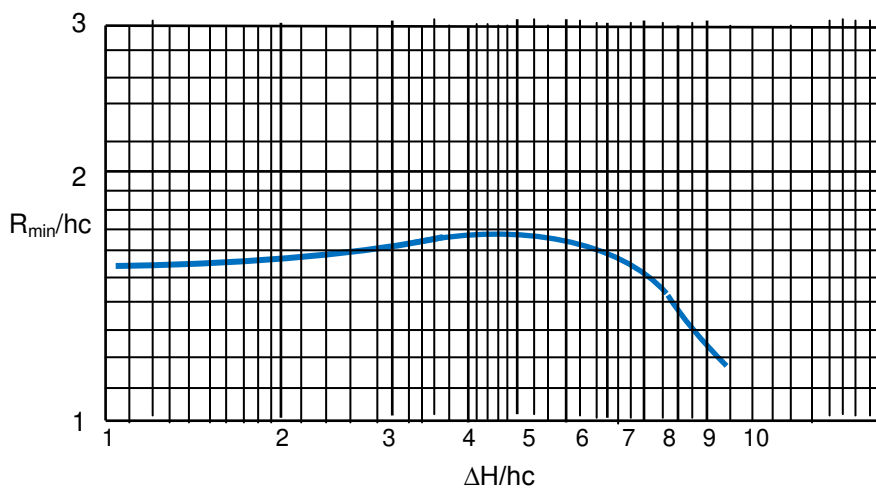
q = debit per lebar satuan ($m^3/detik$)

g = percepatan gravitasi ($m^3/detik$) = 9,8



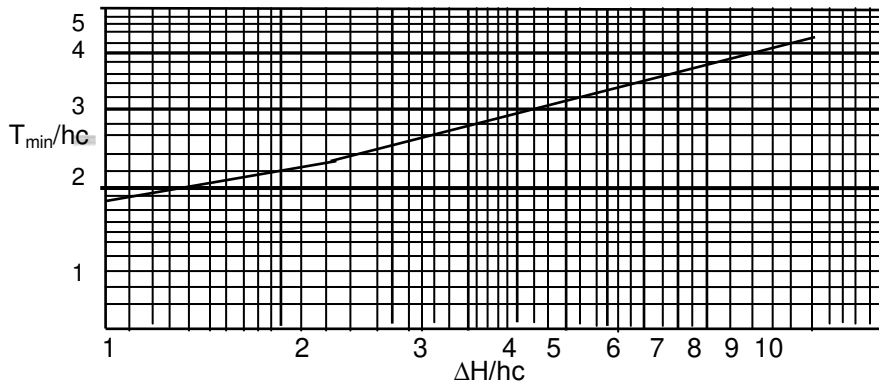
Gambar 5.
Peredam Energi Tipe Bak Pusaran

Jari-jari bak dan kedalaman air minimum ada pada bak yang diijinkan dapat diperoleh dari grafik pada Gambar 6. Demikian pula dengan radius lengkungan minimal (R_{min}) dihitung dengan bantuan grafik tersebut.



Gambar 6.
Grafik Hubungan antara (R_{min}/h_c) dengan ($\Delta H/h_c$)

Kedalaman air minimum (T_{min}) dihitung dengan bantuan grafik pada Gambar 7.



Gambar 7.
Grafik Hubungan antara (T_{\min}/h_c) dengan ($\Delta H/h_c$)

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pemilihan Peredam Energi pada Konstruksi Bendung

Tidak adanya tampungan yang dapat untuk menampung sedimen, mengakibatkan hampir seluruh material yang terangkut aliran air langsung melintas di atas mercu bendung dan meluncur ke hilir di punggung pelimpah, lalu diterima peredam energi. Hal ini tentu harus mendapat perhatian utama dalam pemilihan jenis peredam energi yang cocok. Kedalaman air di hilir bendung juga merupakan faktor hidraulis yang harus mendapat perhatian, mengingat panjang loncatan air yang terjadi akibat pembendungan sangat dipengaruhinya.

Pemilihan Berdasarkan Tinjauan Material yang Terangkut Aliran

Material berupa batu dengan diameter cukup besar, sehingga berpotensi menimbulkan kerusakan jika membentur gigi pemancar maka tidak cocok jika dipilih peredam energi jenis olakan datar. Dengan demikian, pilihan harus diarahkan pada peredam energi jenis Loncatan atau jenis Bak Pusaran. Jika diameter batu yang terangkut sangat besar, sehingga tidak akan terangkut jika tidak terjadi banjir, maka harus dilakukan kajian pemilihan bendung tanpa peredam energi. Fakta menunjukkan bendung yang dibangun pada sungai yang merupakan aliran dari gunung berapi di daerah hulu memiliki dasar saluran yang cukup stabil walaupun tanpa peredam energi.

Pemilihan Berdasarkan Tinjauan Kedalaman Air di Hilir Bendung

Peredaman air akan efektif, jika kedalaman air di hilir mampu meredam energi yang timbul akibat loncatan air. Oleh karena itu, dalam

kondisi tersebut peredam energi jenis loncatan menjadi pilihan yang tepat. Dalam kondisi sebaliknya, peredaman dapat ditingkatkan dengan membuat bak pusaran di kaki bendung. Dengan kedalaman air pada bak pusaran yang mencukupi, maka energi dari loncatan dapat diredam tanpa menimbulkan kerusakan konstruksi di bagian dasar bak.

Pemilihan Peredam Energi pada Konstruksi Bendungan

Tuntutan adanya volume waduk yang cukup besar dari adanya bendungan, memaksa pelimpah dipasang pada elevasi yang jauh lebih tinggi dari pada dasar sungai. Hal ini membawa konskuensi energi yang timbul selepas dari saluran peluncur sangat kuat. Penggunaan peredam energi harus dipilih yang secara hidraulis efektif melakukan peredaman. Hal ini didapati jika dipilih jenis olakan datar. Untuk memilih tipe yang tepat dari keempat tipe peredam energi Olakan Datar digunakan kriteria nilai bilangan Fr dan q sebagai berikut:

Tabel 1.
Pemilihan Peredam Berdasarkan Kriteria Fr dan q

No	Fr	q (m ³ /dt/m)	Tipe Peredam Energi Olakan Datar
1	< 2,5	<18,5	I
2	> 4,5	> 45	II
3	>4,5	< 18.5	III
4	2,5 - 4,5.	-	IV

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Aliran air di atas pelimpah yang membawa material batu dengan diameter cukup besar, cocok jika dipilih peredam energi jenis loncatan dan Bak Pusaran.
2. Bendung dapat tanpa disertai peredam energi jika mayoritas batu yang terangkut berdiameter sangat besar.
3. Peredam energi jenis olakan datar cocok digunakan pada bendung yang tidak dialiri material batu atau pada pelimpah bendungan.
4. Pemberian bak pusaran pada peredam energi jenis loncatan dapat meningkatkan efektifitas peredaman, pada sungai yang berkedalaman air dangkal.

Saran

Jenis peredam energi apapun yang dipilih, setelah dihitung dimensinya harus ditindak lanjuti dengan pemodelan fisik sebelum dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal PU. 1986. *Standard Perencanaan Irigasi*. KP 02. Jakarta.
- Priyono, A. 1988. *Mekanika Fluida*. Jilid 2. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Sosrodarsono, S. dan Takeda, K. 1981. *Bendungan Tipe Urugan*. Jakarta: Pradnya Paramita.



Nomor 8 Volume IV Juli 2006

ISSN 1693-0134

J U R N A L
Spectra