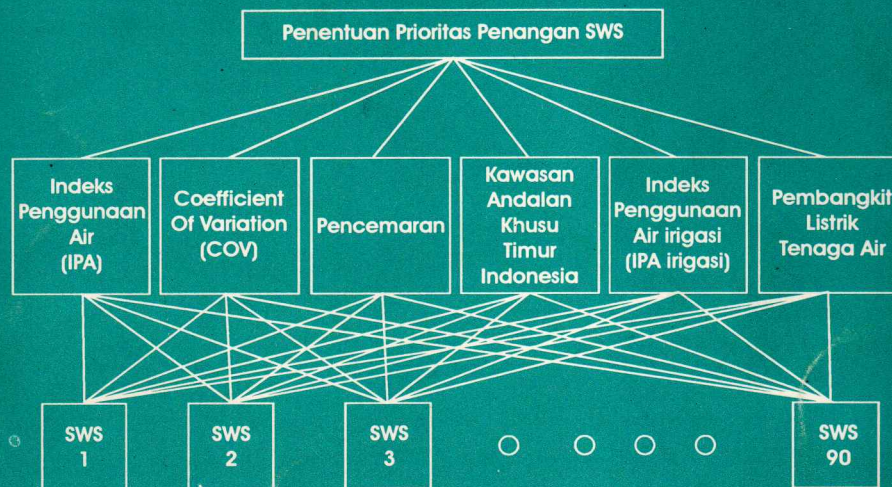


# JURNAL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PENGAIRAN

Vol. 15 No. 47 Nopember 2001

ISSN 0215 - 1111



A GENERAL OVERVIEW OF DECISION SUPPORT SYSTEM FOR WATER RESOURCES PLANNING AND MANAGEMENT IN INDONESIA <i>A. Hafied A. Gany, Waluyo Hatmoko, Iskandar A. Yusuf</i> .....	3
PRIORITAS PENANGANAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR MENURUT SATUAN WILAYAH SUNGAI <i>Chairil Abdini</i> .....	13
EVALUASI BASIS DATA KUALITAS AIR NASIONAL CIDA SEBAGAI BAGIAN DARI SISTEM BASIS DATA SUMBER DAYA AIR NASIONAL <i>Armaita Sutriati, Waluyo Hatmoko</i> .....	21
UJI MODEL WADUK PENGENDALI BANJIR <i>Isdiyana, Sudarta</i> .....	29
STABILITAS BLOK-BLOK BETON BERBENTUK I SEBAGAI KOMPONEN PENGAMAN TEBING PANTAI <i>Syamsudin, Yati Muliati, Iedvan F. N, Fitri Riandini</i> .....	38
PENENTUAN PERIODE MUSIM KEMARAU DI PULAU TIMOR BAGIAN BARAT DENGAN STATISTIK <i>Lanny Martawati</i> .....	47



DEPARTEMEN PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH  
**PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA AIR**

Jl. Ir. H. Juanda 193 Bandung 40135, Tlp. : (022) 2501193; 2504053; 2501554; 2500507;  
Fax. : (022) 2500163 P.O. Box 841 E-mail : [waterx@bdg.centrin.net.id](mailto:waterx@bdg.centrin.net.id); <http://www.pusair.cjb.net>

**Pelindung :**

Dr. (Eng). A. Hafied A. Gany, MSc.

**Pembina :**

Dr. Ir. Badruddin Machbub  
Fanani Aziz Alwi, SH  
Ir. Agus Sumaryono, Dipl. HE  
Ir. Kaman Moch. Ma'moen  
Dr. Ir. Djaja Murni W. D, MSc  
Ir. Nana Terangna, Dipl. EST

**Pemimpin Redaksi :**

Dr. Simon S. Brahmana, DEA

**Wakil Pemimpin Redaksi :**

Dr. Ir. Isdiyana, DEA

**Anggota Dewan Redaksi :**

Dr. Ir. Arie Setiadi, MSc  
Ir. Carlina Sutjiono, Dipl. HE  
Ir. Wanny Adidarma, MSc  
Ir. Budi Triadi, Dipl. HE  
Drs. Rustam Effendi  
Dr. Ir. Rachmadi, DEA

**Pembantu Umum :**

Dra. Aidillisyah Luthan  
Dra. Conny Amalia  
Erman Suanto, AMd  
Rina Diani

**PENGANTAR REDAKSI**

Pada penerbitan Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pengairan Volume 15 Nomor 47 Tahun 2001 ini mengangkat tema "Pemanfaatan Sistem Pendukung Pengambilan Keputusan dalam Pengelolaan Air". Tema ini dimaksudkan untuk mengupas dasar-dasar pengambilan keputusan yang berkaitan dengan penentuan urutan prioritas penanganan pengembangan sumber daya air, penggunaan teknologi alternatif dari teknologi yang ada sebelumnya serta penggunaan basis data sebagai salah satu komponen penting dalam system pendukung pengambilan keputusan.

Dalam tulisan yang dimuat di dalam jurnal ini diharapkan para pembaca akan dapat memahami tentang system pengambilan keputusan untuk perencanaan pengembangan sumber daya air, prioritas penanganan pengembangan sumber daya air, penentuan periode musim kemarau, pengamanan tebing pantai dengan blok beton berbentuk I, penerapan waduk satu fungsi untuk pengendali banjir serta basis data kualitas air dalam system basis data sumber daya air nasional.

Untuk penerbitan yang akan datang akan mengangkat tema "Antisipasi Perubahan Musim dalam Penyediaan Air yang Berkelanjutan" dan tema berikutnya "Partisipasi Masyarakat terhadap Operasi dan Pemeliharaan Prasarana Sumber Daya Air". Para penulis dari semua kalangan yang melakukan penelitian dan pengembangan sesuai dengan tema tersebut diharapkan dapat menyampaikan makalah ke Dewan Redaksi selekas mungkin.

Selamat membaca ..... !

## PEDOMAN BAGI PENULIS

1. Redaksi menerima tulisan/naskah (karya ilmiah IPTEK Sumber Daya Air), baik dari dalam maupun luar lingkungan Pusat Litbang Sumber Daya Air.
2. Naskah dapat berupa :
  - (a). hasil penelitian, atau
  - (b). kajian pustaka yang ditambah pemikiran asli untuk penerapannya pada kasus tertentu, yang belum dan tidak akan dipublikasikan dalam media cetak lain.
3. Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris. Naskah berupa rekaman dalam diskette dengan disertai dua eksemplar cetakan (kopian). Jumlah halaman tulisan maksimum 12 (duabelas) halaman di atas kertas ukuran 28,5 x 21 cm ketikan satu spasi dengan dua kolom, jarak kolom pertama dan kedua tiga perempat sentimeter (*gutter*) = 1 cm, huruf *Times New Roman 10*; khusus untuk *abstrak* tidak dibuat dua (2) kolom.
4. Sistematika penulisan disusun sebagai berikut :
  - a). Bagian awal : judul, nama penulis, abstrak (abstrak ditulis dalam bahasa Inggris untuk tek bahasa Indonesia atau sebaliknya dengan huruf italic).
  - b). Bagian utama : pendahuluan, tulisan pokok, kesimpulan (dan saran).
  - c). Bagian akhir : ucapan terima kasih serta keterangan simbol dan daftar pustaka.Antara pendahuluan, metode, hasil, pembahasan, tabel, gambar harus proporsional jumlah halamannya.
5. Judul tulisan sesingkat mungkin, tetapi jelas menunjukkan dengan tepat masalah yang hendak dikemukakan, tidak memberi peluang penafsiran yang beraneka ragam, ditulis seluruhnya dengan huruf kapital posisi tengah.
6. Nama penulis ditulis :
  - a). di bawah judul tanpa gelar diawali huruf kapital, ditulis posisi tengah dengan asterik (untuk keterangan) dan tidak diawali kata dengan "oleh"; apabila penulis lebih dari satu orang, nama-nama tersebut ditulis pada satu baris.
  - b). di catatan kaki, nama lengkap (untuk memudahkan komunikasi formal), disertai keterangan pekerjaan/ profesi/instansi dan kotanya, apabila penulis lebih dari satu orang, semua nama penulis dicantumkan secara lengkap.
7. Intisari (abstrak) memuat inti permasalahan, cara pemecahannya, hasil yang diperoleh, dan memuat tidak lebih dari 200 kata, diketik satu spasi, miring, dan harus ada kata kunci. Abstrak bukan merupakan kumpulan dari paragraph-paragraph, inti, dari masing-masing bab, tetapi harus merupakan kesatuan inti sari seluruh karangan.
8. Teknik penulisan :
  - a). untuk kata asing dipergunakan huruf miring.
  - b). alinea baru dimulai pada 1 (satu) cm batas tepi kiri. Antara alinea tidak diberi tambahan spasi.
  - c). semua bilangan ditulis dengan angka, kecuali pada awal kalimat.
  - d). batas pengetikan : tepi atas 2½ (tiga setengah) sentimeter, tepi bawah 3 (tiga) sentimeter, sisi kiri 2½ (dua setengah) sentimeter, dan sisi kanan 2½ (dua setengah) sentimeter. *Template* tersedia di *web site*, Puslitbang Sumber Daya Air [www.Pusair.cjb.net](http://www.Pusair.cjb.net)
  - e). tabel dan gambar harus diberi keterangan yang jelas. Gambar kalau perlu dapat dicantumkan pada kertas tersendiri dan di belakangnya dapat ditulis dengan pensil : judul naskah. Judul tabel diletakkan bagian atas, sedangkan judul gambar dibagian bawah.
  - f). sumber pustaka dituliskan dalam uraian hanya terdiri atas nama penulis dan tahun penerbitan. Nama penulis tersebut harus tepat sama dengan nama yang tertulis dalam daftar pustaka.
  - g). daftar pustaka ditulis dalam urutan abjad nama penulis dan secara kronologis dan secara umum penulisan sebagai berikut :
    - (1). karangan yang diambil dari **buku** : nama pengarang, tahun terbit. Judul (*diketik miring*), jilid, edisi, nama penerbit, tempat penerbit.
    - (2). karangan yang diambil **kompilasi yang berbentuk buku** : nama pengarang, tahun, judul buku, inisial dan nama editor, judul buku (*diketik miring*), nomor halaman permulaan dan akhir karangan tersebut, nama penerbit dan tempat penerbit.
    - (3). karangan yang diambil dari **majalah/journal** : nama pengarang, tahun, judul karangan, nama majalah (*diketik miring*), volume, (nomor), halaman permulaan dan akhir karangan.
    - (4). karangan yang diambil dari **seminar, lokakarya (prosiding)** : nama pokok dan inisial pengarang, tahun, judul karangan, singkatan nama pertemuan (*diketik miring*), penyelenggara (bila perlu), waktu, tempat pertemuan.
    - (5). karangan yang diambil dari **laporan teknis** dari lembaga/instansi : nama instansinya, tahun, judul karangan (*diketik miring*) nomor halaman permulaan, dan akhir karangan tersebut, nama penerbit, dan tempat penerbit.
9. Dewan Redaksi tidak bertanggung jawab terhadap isi tulisan karangan,
10. Dewan Redaksi dapat menyesuaikan bahasa dan atau istilah tanpa mengubah isi dan pengertiannya dengan tidak memberitahu kepada penulis. Dewan akan berkonsultasi dahulu dengan penulis, apabila dipandang perlu untuk mengubah isi karangan.
11. Karangan yang dimuat dalam jurnal ini menjadi hak milik Pusat Penelitian dan Pengembangan Pengairan.



# STABILITAS BLOK-BLOK BETON BERBENTUK I SEBAGAI KOMPONEN PENGAMAN TEBING PANTAI

Syamsudin<sup>\*)</sup>, Yati Muliati S<sup>\*\*)</sup>, Iedvan F. N<sup>\*\*\*)</sup>, Fitri Riandini <sup>\*\*\*\*)</sup>

## ABSTRACT

*I concrete block is introduced as one of an alternative armour unit of the rubble mound type of coastal protection structure. It is expected that I block have a higher value of stability coefficient,  $K_d$ , and lower run up coefficient,  $r$ . Research on the performance of I block had been carried out by laboratory experiment and field research. From the laboratory experiment resulted that the value of stability coefficient,  $K_d$ , between 36 to 44; meanwhile average run up coefficient,  $r$  is 0.37.*

*Field research is carried out by constructing prototype at Eretan beach - West Java. From the field research concluded that installation of the block is relatively easy, while the structure is stable against wave action.*

*This paper explains the activities of laboratory and field research, completed with data calculation.*

Key words : I block, stability coefficient  $K_d$ , run up coefficient  $r$ .

## PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Pengamanan pantai dengan bangunan pantai antara lain dapat dilakukan dengan struktur pelindung tebing tipe rubel (rubble mound). Unit-unit lapisan luar yang langsung menahan gelombang dikenal dengan armor. Armor dapat terdiri dari batu, atau blok-blok beton. Blok-blok beton yang telah banyak dikenal di lapangan antara lain kubus, *tetrapod*, *dolos*, *akmond* dan *quatripod*. Salah satu besaran yang mempengaruhi berat unit armor adalah harga koefisien kestabilan armor yang dikenal dengan  $K_d$ . Untuk tinggi gelombang yang sama, makin tinggi harga  $K_d$ , makin ringan berat setiap unit armornya. Selain itu faktor lain yang perlu dipertimbangkan adalah tingginya struktur; yang dipengaruhi oleh nilai koefisien rayapan  $r$ . Makin rendah harga  $r$ , elevasi puncak struktur makin rendah, sehingga harga bangunan menjadi lebih murah.

*Tetrapod*, *dolos*, *akmond* dan *quatripod* merupakan blok beton yang mempunyai harga  $K_d$  relatif lebih tinggi dibandingkan dengan batu atau kubus; namun pembuatannya memerlukan alat-alat cetak yang tidak mudah dan sulit dibuat oleh

masyarakat umum. Mengingat dana pemerintah yang relatif terbatas, diharapkan adanya partisipasi masyarakat untuk dapat menanggulangi erosi pantai secara swasembada. Untuk itu perlu dikenalkan suatu tipe bangunan pengamanan pantai yang mudah dalam pelaksanaannya; dapat dilakukan dengan tenaga manusia/padat karya, tanpa menggunakan alat-alat berat. Blok-blok beton berbentuk I yang dikenalkan dalam penelitian ini diharapkan dapat memenuhi kriteria tersebut; menghasilkan nilai  $K_d$  yang tinggi dan koefisien rayapan yang rendah.

### 2. Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian ini adalah untuk memperoleh harga koefisien kestabilan  $K_d$  dan koefisien rayapan  $r$  dari blok-beton I sebagai unit struktur pengamanan pantai. Selain itu penelitian ini juga dimaksudkan untuk mengetahui kinerja dari unit blok beton di laboratorium dan di lapangan. Apabila dapat memberikan kinerja yang baik maka unit-unit blok beton dapat dimasyarakatkan.

Tujuannya adalah untuk memperoleh unit armor yang ringan dan mudah pembuatannya, sehingga dapat dilaksanakan dengan tenaga manusia/padat karya, tanpa menggunakan alat-alat berat dan tinggi struktur yang rendah.

\*) Peneliti Bidang Rekayasa Pantai Puslitbang SDA

\*\*\*) Tenaga Pengajar ITENAS

\*\*\*\*) Mahasiswa ITENAS

\*\*\*\*\*) Calon Peneliti Puslitbang SDA

### 3. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan melalui penelitian laboratorium dan lapangan. Penelitian di laboratorium dilakukan untuk mengetahui hubungan antara tinggi gelombang (H) dan berat unit-unit blok beton (W) yang diperlukan. Blok beton disusun secara beraturan, dengan kemiringan talud 1:1; 1:1,5, dan 1:2, dimana sisi panjang tegak lurus kemiringan talud. Di bawah blok beton dipasang batu-batu sebagai lapisan pengisi. Gelombang dijalankan mulai dengan gelombang yang terendah sampai gelombang tertinggi. Harga koefisien kestabilan (Kd) dihitung berdasarkan tinggi gelombang saat blok-blok beton mulai bergerak. Dengan diketahuinya harga Kd maka untuk kondisi gelombang tertentu dapat diketahui berat blok beton yang diperlukan.

Pada setiap seri percobaan dicatat tinggi rayapan yang terjadi, yang akan dibandingkan dengan hasil perhitungan menurut teori yang ada. Dari hasil perhitungan akan diperoleh nilai koefisien rayapan r. Pembuatan prototip di lapangan dilakukan di pantai Eretan Indramayu dengan tinggi gelombang 1 - 1,5 m. Dengan telah di ketahuinya hubungan antara tinggi gelombang dan berat unit blok beton dari hasil penyelidikan laboratorium maka unit-unit blok beton yang akan dipergunakan di lapangan juga dapat ditentukan. Blok beton dicetak dengan menggunakan alat pencetak yang dibuat dari besi. Pembuatan prototip di lapangan meliputi daerah pantai sepanjang 10 m arah sejajar pantai. Setelah selesainya pembuatan prototip dilapangan kemudian dilakukan pemantauan untuk mengetahui kinerjanya

## KONSEP DASAR PEMIKIRAN

### 1. Stabilitas Armor

Struktur tipe rubel adalah suatu struktur yang terdiri dari beberapa lapisan batu-batuan atau blok-blok beton (antara lain dengan bentuk tetrapod, kubus, tripod, akmon dan parallel-epiped) yang disebut armor dan disusun dengan suatu kemiringan. Struktur ini menahan gaya-gaya horizontal yang timbul akibat gelombang. Gaya-gaya vertikal timbul sebagai akibat dari gaya-gaya gravitasi konstruksi. Bentuk ini mempunyai fleksibilitas yang tinggi dalam hal pemeliharaan. Untuk menghitung dimensi dari lapisan pelindung digunakan rumus empiris dari HUDSON (SPM, 1984):

$$W = \frac{W_r \times H^3}{K_d \times (S_r - 1)^3 \times \cot \theta} \dots\dots\dots (1)$$

dimana:

- W = berat satuan lapisan pelindung (kg)
- W<sub>r</sub> = berat jenis (unit weight) lapisan pelindung (kg/m<sup>3</sup>)
- H = tinggi gelombang ( m )
- S<sub>r</sub> = berat jenis relatif = W<sub>r</sub>/W<sub>w</sub>
- W<sub>w</sub> = berat jenis (unit weight) fluida (air = 1000 kg/m<sup>3</sup>, air laut = 1025 kg/m<sup>3</sup>)
- θ = kemiringan talud
- K<sub>d</sub> = koefisien stabilitas

Harga K<sub>d</sub> tergantung dari bagian struktur (badan atau kepala), kondisi gelombang (pecah atau tidak pecah), jumlah lapisan, jenis armor, dan kemiringan talud. Dari rumus diatas makin tinggi harga K<sub>d</sub> akan diperoleh berat armor yang lebih ringan. Kokom Karyatiningsih (1996) dalam penyelidikannya menggunakan kubus berlubang yang disusun secara teratur telah menghasilkan harga K<sub>d</sub> antara 7,4 sampai 8,7. Sedangkan untuk kubus-kubus yang dipasang acak dari Shore Protection Manual Volume II diperoleh harga K<sub>d</sub> antara 6,5 sampai 7,8. Kenaikan harga K<sub>d</sub> pada penelitian kubus yang disusun teratur diakibatkan oleh adanya lekatan antara masing-masing unit kubus. Untuk blok-blok beton berbentuk paralelepiped berlubang yang disusun secara teratur, harga K<sub>d</sub> untuk gelombang pecah antara 11-15, dan untuk gelombang tidak pecah antara 19-21 (Syamsudin, 2000). Khusus untuk blok beton berbentuk I yang disusun secara teratur, maka koefisien kestabilan K<sub>d</sub> juga dipengaruhi oleh luas bidang lekat atau bidang pertemuan antara masing-masing unit, diharapkan akan mendapatkan harga K<sub>d</sub> yang tinggi.

### 2. Rayapan Gelombang ( wave run-up)

Apabila gelombang bergerak menuju bangunan yang miring (dinding tembok laut atau pemecah gelombang), gelombang akan dipantulkan atau pecah di daerah tersebut. Sebagian dari momentum gelombang tersebut akan dirubah menjadi gerakan air yang meluncur ke atas lereng, yang disebut rayapan gelombang (wave run-up).

Tinggi rayapan dapat didefinisikan sebagai elevasi vertikal maksimum yang dapat dicapai oleh gerakan air yang meluncur ke atas lereng tersebut

diukur dari muka air tenang (SWL=Sea Water Level). Ada beberapa teori hasil penelitian laboratorium oleh para ahli yang dapat dipergunakan untuk menghitung nilai rayapan gelombang. Salah satu dari teori tersebut dikenalkan oleh Battjes. (1974), dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{R}{H_o} = \frac{(L_o/H_o)^{1/2} \theta \pi r}{180^\circ} \dots\dots\dots (2)$$

- R = Tinggi rayapan gelombang
- H<sub>o</sub> = Tinggi gelombang diperairan dalam
- L<sub>o</sub> = Panjang gelombang diperairan dilaam
- θ = Kerniringan talud
- r = Koefisien rayapan = 0,9 untuk plat beton (concrete slab).

Makin kecil harga r, akan diperoleh rayapan yang rendah, sehingga elevasi strukturnyapun makin rendah. SPM (1984), memberikan harga koefislen rayapan r pada beberapa lapisan permukaan sebagai berikut :

- Lapisan beton kedap; r = 0,9
- Susunan batu kosong; r = 0,75
- Blok-blok beton disusun sembarang; r = 0,50

### 3. Blok-blok Beton Berbentuk I

Blok-blok beton berbentuk I dalam penelitian ini dibuat dari adukan semen dan pasir beton dengan perbandingan 1 : 3, terdiri dari dua tipe; tipe A dan tipe B. Ukuran tipe A di model : tinggi flens 3,2 cm; lebar flens 3 cm, tebal sayap dan sisi tegak 1 cm. Untuk tipe B lebar flens 2 cm, sedang besaran-besaran lainnya sama dengan tipe A. Tebal blok beton kcdua tipe tersebut 5 cm. Ukuran model ini merupakan ukuran terkecil yang dapat dibuat. Ketebalan lebih kecil dari 1 cm, model akan mudah pecah. Berat blok beton tipe A di model = 0,094 kg dan tipe B = 0,071 kg. Pada pelaksanaan di lapangan ukuran-ukuran tersebut dikalikan 10 kali, hanya ketebalannya yang berbeda. Di lapangan tebalnya dibuat 40 cm. Berat unit tipe A di lapangan = 79 kg dan tipe B = 60 kg. Blok-blok beton ini merupakan salah satu tipe yang akan dikenalkan sebagai unit pengaman pantai, mengingat blok-blok beton ini dapat dibuat sendiri oleh masyarakat maupun pabrik. Dengan berat tersebut, diharapkan pemasangan dengan tenaga manusia (padat karya) tidak mengalami kesulitan.

Dengan cara pemasangan yang teratur selain diperoleh bidang muka yang rapih, juga diharapkan akan diperoleh harga K<sub>d</sub> yang tinggi akibat adanya bidang pertemuan antara masing-masing unit, sehingga mampu menahan gelombang sampai 2 m. Pembuatan dua tipe dimaksudkan agar terdapat lubang. Adanya lubang ini dimaksudkan untuk mengurangi tinggi rayapan, karena sebagian air yang merayap di permukaan struktur akan masuk kedalam lubang-lubang tersebut. Dibawah lapisan blok beton dipasang lapisan pengisi yang terdiri dari susunan batu kosong. Lapisan ini berfungsi menampung air yang mengalir lewat lubang. Pengaliran lewat lubang dan diteruskan ke lapisan pengisi, merupakan tiruan dari proses alami adanya percolasi pada pantai berpasir, yang dapat mengurangi tingginya rayapan dan mengurangi besarnya refleksi gelombang. Pada gambar 1 disajikan bentuk blok beton, potongan melintang dan tampak depan cara pemasangan blok-blok beton tersebut di model maupun di lapangan.

## PENYELIDIKAN

### 1. Penyelidikan Model Fisik di Laboratorium

Penyelidikan yang dilakukan merupakan penyelidikan hidrolika dengan pemberian gelombang pada model bangunan pengaman pantai. Penyelidikan ini bertujuan untuk mengetahui nilai koefisien kestabilan K<sub>d</sub> blok-blok beton berbentuk I serta menentukan tinggi rayapan r yang terjadi. Penyelidikan ini dilakukan di laboratorium Pusat Litbang Pengairan, dengan dasar saluran tetap yang berarti bahwa dasar saluran dalam model tidak mengalami perubahan bentuk akibat penggerusan aliran air.

Skala model yang digunakan dipilih berdasarkan atas pertimbangan-pertimbangan:

- Tersedianya sarana laboratorium seperti besarnya gelombang yang bisa dihasilkan pembangkit gelombang (waves maker)
- Keterbatasan alat-alat laboratorium
- Tingkat ketelitian yang akan dicapai masih dalam toleransi yang dibolehkan.

Berdasarkan pertimbangan tersebut maka dipilih model dengan skala 1 : 10 :

$$\begin{aligned} L_m & : L_p = 1:10 \\ L_{0m} & : L_{0p} = 1:10 \\ 1,56 T_m^2 & : 1,56 T_p^2 \\ T_m : T_p = 1 & : \sqrt{10} \end{aligned}$$

Dimana

L<sub>p</sub> = Panjang gelombang prototip

- $L_m$  = Panjang gelombang model
- $L_{om}$  = Panjang gelombang model di perairan dalam
- $L_{op}$  = Panjang gelombang prototip di perairan dalam
- $T_p$  = Periode gelombang prototip
- $T_m$  = Periode gelombang model

Dengan tinggi gelombang lapangan antara 0,5 - 2,0 m; periode gelombang antara 4-6 detik dan kedalaman perairan pantai antara 1,5 - 2,5 m, maka penyelidikan di laboratorium dilakukan dengan variasi kemiringan talud, kedalaman, periode gelombang dan tinggi gelombang sebagai berikut.

- Kemiringan talud 1 : 1; 1 : 1.5 dan 1 : 2 dengan kode I, II dan III;
- Kedalaman 15, 20 dan 25 cm dengan kode A, B, dan C;
- Periode Gelombang 1,1; 1,3; dan 1,5 detik dengan kode 1, 2 dan 3.
- Tinggi gelombang 5; 10; 12; 15; 17 dan 20 cm dengan kode a,b,c,d,e dan f.

Model di laboratorium disusun secara teratur, dengan lapisan pengisi dari kerikil diameter antara 1 sampai 2 cm. Dari hasil penimbangan untuk tipe A beratnya adalah 0,094 kg dengan berat jenis 2300 kg/m<sup>3</sup>. Untuk tipe B beratnya 0,071 kg. Percobaan di laboratorium dimulai dengan gelombang yang paling rendah. Pada setiap tinggi gelombang, tinggi rayapannya diukur dan dicatat. Percobaan dihentikan apabila blok-blok beton sudah mulai bergerak yang menunjukkan bahwa blok-blok beton sudah tidak stabil/tidak kuat menahan gelombang. Mengingat bahwa struktur pelindung tebing pantai umumnya dibuat di pantai dengan perairan dangkal maka penyelidikan yang dilakukan pada kondisi perairan dangkal dan kondisi gelombang pecah. Dari hasil pemantauan terlihat blok beton bergerak pada kondisi gelombang pecah dengan ratio  $H/d \geq 0,6$ . Hasil Penyelidikan dengan variasi tersebut diatas disajikan pada Tabel 1. Perhitungan koefisien kestabilan  $K_d$  dan koefisien rayapan  $r$  dilakukan sebagai berikut:

**1) Koefisien kestabilan  $K_d$**

Perhitungan harga  $K_d$  dilakukan pada kondisi gelombang tersebut, dengan rumus :

$$W = \frac{W_r \times H^3}{K_d \times (S_r - 1)^3 \times \cot \theta} \dots\dots\dots (3)$$

**2) Koefisien rayapan  $r$**

Koefisien rayapan dihitung dengan rumus :

$$\frac{R}{H_o} = \frac{(L_o/H_o)^{1/2} \theta \pi r}{180^\circ} \dots\dots\dots (4)$$

Untuk perhitungan tinggi gelombang diperairan dalam ( $H_o$ ) dipergunakan rumus :

- $H_o$  = Kr. Ks. H, dimana
- $H_o$  = Tinggi gelombang perairan dalam
- Kr = Koefisien refraksi gelombang (diambil = 1, karena gelombang tegak lurus struktur)
- Ks = Koefisien pendangkalan yang diperoleh dari tabel WIEGEL yang merupakan fungsi  $d/L_o$
- $L_o = 1,56T^2$
- H = Tinggi gelombang hasil pengamatan

Dengan memasukkan harga tinggi rayapan di laboratorium, ( $R_{lab}$ ),  $L_o$ ,  $H_o$ , dan  $\theta$  akan dapat dihitung koefisien rayapan  $r$ . Pada Tabel 1 disajikan data hasil penyelidikan dan hasil perhitungan harga  $L_o$  dan  $H_o$ ; koefisien kestabilan  $K_d$ ; tinggi rayapan menurut teori Battjes dengan  $r = 0,9$ ; harga koefisien rayapan  $r$  dan harga  $H_o/L_o$ . Dari hasil perhitungan dibuat grafik hubungan antara  $r$  dan  $H_o/L_o$ , untuk berbagai kemiringan talud yang hasilnya disajikan pada Gambar 2.

**2. Penyelidikan Lapangan**

**2.1. Pembuatan Blok-blok Beton**

Penyelidikan di lapangan dilakukan dengan pembuatan blok-blok beton I dengan ukuran untuk tipe A tinggi flens 32 cm, lebar flens 30 cm, tebal sayap dan sisi tegak 10 cm, dengan tebal 40 cm. Untuk tipe B lebar flens 20 cm, sedang besaran-besaran yang lain sama dengan tipe A. Berat blok beton tipe A = 79 kg dan tipe B = 60 kg. Blok beton dibuat dengan campuran adukan 1 semen : 2 pasir dan 3 kerikil yang diperkuat dengan tulangan ringan; dicetak dengan alat pencetak dari plat besi tebal 8 mm. Alat pencetak dilengkapi dengan skrup dan baut untuk mengencangkan dan mengendorkan alat, sehingga proses pelepasan alat pencetak dari blok beton yang sudah mengeras dapat dilaksanakan dengan mudah. Sebelum dilakukan pengecoran beton, alat pencetak diolesi dengan oli, untuk lebih memudahkan lepasnya blok beton dari

alat pencetak. Pemasangan menunggu blok beton mengeras, kurang lebih 1 bulan setelah pencetakan.

Blok-blok beton dipasang di pantai Eretan sepanjang 10 m. Seperti diketahui beberapa tahun yang lalu pantai Eretan mengalami erosi. Usaha penanggulangan erosi telah dilakukan dengan pembuatan pelindung tebing pantai tipe rubel dengan lapisan armor dari susunan batu kosong diameter rata-rata 0,3 m seberat  $\pm$  60 kg. Dari peninjauan lapangan terlihat bahwa formasi armor dengan susunan batu kosong kemiringan talud semula 1 : 1,5; telah berubah menjadi 1 : 4. Hal ini nampaknya diakibatkan oleh kondisi armor yang beratnya tidak cukup. Pemasangan blok beton dengan ukuran tersebut diatas diharapkan mampu menahan hempasan gelombang di pantai Eretan yang berkisar antara 1 - 1,5 m.

## 2.2. Pemasangan Blok-blok Beton

Pemasangan blok-blok beton pada tempat yang telah direncanakan, pada bulan Oktober 2000 dilakukan setelah blok-blok beton mengeras. Blok-blok beton dipasang di atas tumpukan batu kosong dengan kemiringan talud 1:1,5, yang berfungsi sebagai dasar dan penampung air yang masuk dari lubang blok beton. Tebal lapisan susunan batu kosong 1,0 m.

Pemasangan blok-blok beton dilakukan secara teratur dengan menggunakan tenaga manusia. Setiap blok beton diangkat oleh 2 orang tenaga kerja. Dengan tenaga 3 orang, 1 hari terpasang 20 blok beton. Pada bagian kaki dilengkapi dengan struktur pelindung kaki dari unit blok-blok beton dengan berat masing-masing 80 kg. Setiap blok diberi lubang persegi. Dalam pemasangan blok-blok ini setiap 5 unit dirangkai menjadi 1 dengan pemasangan balok beton melalui lubang persegi yang telah dibuat, sehingga menjadi satu kesatuan dengan berat 400 kg. Diharapkan blok beton ini tidak mudah bergerak akibat gelombang. Blok beton ini selain sebagai pelindung kaki juga berfungsi sebagai sandaran untuk memudahkan pemasangan blok-blok I.

Dari hasil pemantauan selama 3 bulan setelah pemasangan dan informasi nelayan tentang terjadinya gelombang badai pada bulan Januari 2000, dengan tinggi gelombang mencapai kurang lebih 1,5 m, terlihat blok-blok beton cukup stabil dan tidak mengalami perubahan formasi. Hal ini menunjukkan bahwa blok-blok beton cukup mampu menahan

gelombang setinggi 1,5 m tersebut. Namun pemasangannya masih belum rapih. Hal ini terlihat terjadi penurunan pada bagian tengah.

## PEMBAHASAN

### 1. Perhitungan Nilai Koefisien Kestabilan Blok-blok Beton

Berdasarkan hasil-hasil penyelidikan, maka nilai koefisien kestabilan untuk blok-blok beton berbentuk I dapat dihitung dengan mempergunakan rumus HUDSON sebagai berikut:

$$W = \frac{W_r \times H^3}{K_d \times (S_r - 1)^3 \times \cot \theta}$$

dimana:

W = berat blok beton berbentuk I = 0,094 kg

W<sub>r</sub> = berat jenis beton = 2300 kg/m<sup>3</sup>

H = tinggi gelombang hasil pengamatan

$$S_r = \frac{W_r}{W_w} = \frac{2300}{1000} = 2,3$$

W<sub>w</sub> = berat jenis air tawar = 1000 kg/m<sup>3</sup>

Dengan memasukkan harga-harga W, W<sub>r</sub> dan S<sub>r</sub>-1, pada rumus (3) diatas harga K<sub>d</sub> menjadi

$$K_d = 11004 H^3 / \cot \theta$$

Dengan memasukkan harga H pada saat blok beton mulai bergerak seperti terlihat pada tabel 1 diperoleh harga K<sub>d</sub> dari blok beton sebagai berikut:

- Kemiringan talud 1:1; harga K<sub>d</sub> = 37
- Kemiringan talud 1 : 1,5; harga K<sub>d</sub> = 36
- Kemiringan talud 1 : 2; harga K<sub>d</sub> = 44

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa harga K<sub>d</sub> blok beton berbentuk I cukup tinggi dibandingkan dengan blok-blok beton yang lain, seperti kubus, dengan K<sub>d</sub> = 7,8; tetrapod dengan K<sub>d</sub> = 8; dolos dengan K<sub>d</sub> = 31, dan paralelepiped dengan K<sub>d</sub> = 24. Perbedaan yang cukup jauh antara K<sub>d</sub> untuk  $\cot \theta = 1$  dan 1,5 dengan K<sub>d</sub> untuk  $\cot \theta = 2$ , nampaknya disebabkan oleh kondisi susunan blok-blok beton dengan  $\cot \theta = 2$ , lebih mantap dan tidak mudah bergerak. Selain itu faktor lain yang mempengaruhi adanya perbedaan ini adalah faktor ketelitian dalam pengamatan tinggi gelombang dan mengamati permulaan gerak dari blok-blok beton. Khususnya untuk ketinggian gelombang dimana blok



beton mulai bergerak, antara 10 sampai 17 cm. Tinggi gelombang antara 10 sampai 17 cm, yang semula 10, 12, 15 dan 17 cm, perlu lebih dirinci menjadi 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 dan 17 cm. Dengan variasi yang baru tersebut, proses mulai Bergeraknya blok beton akan lebih tepat dan akurat, sehingga harga Kd yang diperoleh akan lebih tepat. Namun demikian meskipun terdapat kekurangan telitian dalam penentuan harga Kd, dari hasil penyelidikan blok I telah menghasilkan harga Kd yang tinggi. Dalam perencanaan sebagai pendekatan dapat digunakan Kd = 36.

Berdasarkan rumus (1), dengan harga Kd = 36, untuk berat blok beton di lapangan = 79 kg dan cot θ = 1,5, akan mampu menahan gelombang setinggi:

$$H = (W * Kd (Sr-1)^3 \cot \theta / W_r)^{1/3}$$

$$H = (79 * 36 * (2,34-1)^3 * 1,5 / 2400)^{1/3}$$

$$H = 1,60 \text{ m}$$

Dengan tinggi gelombang 1,60 m tersebut didapat berat unit armor dari blok beton dengan kemiringan talud 1 : 1,5 yang merupakan fungsi dari Kd sebagai berikut:

$$W = \frac{2720}{Kd} \text{ kg} \dots\dots\dots (5)$$

Dari rumus (5) tersebut untuk unit armor kubus, tetrapod paralelepiped, dolos dan blok I didapat berat unit sebagai berikut:

Unit Armor	Kd	W (Kg)
Kubus	7,5	362
Tetrapod	8	340
Paralelepiped	24	114
Dolos	31	88
Blok I	36	79

Dari perbandingan diatas terlihat untuk tinggi gelombang yang sama (1,60 m) penggunaan blok I jauh lebih ringan dari blok beton kubus maupun tetrapod. Penggunaan blok dolos tidak berbeda jauh dengan blok I, namun pembuatannya cukup sulit. Sementara pembuatan blok I relatif mudah.

## 2. Koefisien Rayapan Gelombang

Dalam penyelidikan di laboratorium proses rayapan gelombang dipengaruhi oleh nilai perioda gelombang (T) dan kemiringan talud struktur revetment. Selanjutnya akan dibandingkan data tinggi rayapan gelombang (wave run-up) yang

diperoleh dari hasil penyelidikan laboratorium dengan hasil perhitungan berdasarkan rumus Battjes (Yuwono, 1982). Seperti telah diuraikan pada bab sebelumnya tinggi rayapan dihitung dengan rumus Battjes sebagai berikut:

$$\frac{R}{H_o} = \frac{(L_o/H_o)^{1/2} \theta \pi r}{180^\circ}$$

Dari hasil penyelidikan diperoleh harga (r) yaitu rasio antara rayapan gelombang yang terjadi pada suatu bangunan dengan permukaan licin dan kedap air (impermeable) dengan rayapan gelombang yang terjadi pada suatu bangunan dengan kondisi permukaan tertentu. Selanjutnya dari hasil perhitungan dibuat grafik hubungan antara r dan Ho/Lo yang disajikan pada Gambar 2.

Dari grafik tersebut terlihat kecenderungan harga r membesar sesuai dengan besarnya Ho/Lo. Dari Tabel 1 diperoleh harga rata-rata sebagai berikut:

### 1) Pengaruh Kedalaman

Untuk d = 15 cm

- Cot θ = 1 ; r = 0,21
- Cot θ = 1,5; r = 0,23
- Cot θ = 2; r = 0,41

} r rata - rata = 0,28

Untuk d = 20 cm

- Cot θ = 1 ; r = 0,26
- Cot θ = 1,5; r = 0,36
- Cot θ = 2; r = 0,50

} r rata - rata = 0,37

Untuk d = 25 cm

- Cot θ = 1 ; r = 0,35
- Cot θ = 1,5; r = 0,55
- Cot θ = 2; r = 0,51

} r rata - rata = 0,47

### 2) Pengaruh Kemiringan Talud (Cot θ)

- Cot θ = 1 ; r rata-rata = 0,27
- Cot θ = 1,5; r rata-rata = 0,38
- Cot θ = 2; r rata-rata = 0,47

} r rata - rata total = 0,37

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa harga r dipengaruhi oleh kedalaman dan kemiringan talud (cot θ). Pada kedalaman lebih besar harga r makin besar demikian pula dengan cot θ yang lebih besar maka r juga makin besar. Hal ini mungkin disebabkan karena pada kemiringan yang tegak air lebih mudah masuk kedalam lubang-lubang blok dibandingkan dengan kemiringan yang landai. Nilai

rata-rata total koefisien rayapan = 0,37, lebih rendah dari nilai rayapan untuk susunan batu kosong dengan  $r = 0,75$  maupun blok-blok beton yang disusun secara teratur dengan  $r = 0,5$ . Dari gambar 2 terlihat hasil nilai rayapan yang sangat acak; dengan nilai rata-rata  $\pm 0,37$ . Dari gambar 2.a terdapat kecenderungan harga  $r$  yang rendah pada  $\cot \theta = 1$  dan  $r$  yang tinggi pada  $\cot \theta = 2$ ; sementara pada gambar 2.b. terdapat kecenderungan  $r$  yang tinggi pada kedalaman 25 cm dan  $r$  yang rendah pada kedalaman 15 cm. Hal ini sesuai dengan uraian hasil perhitungan.

### 3. Pemasangan dan Kinerja Blok di Lapangan

Seperti telah diuraikan, blok-blok beton berbentuk **I** yang akan digunakan sebagai unit armor percobaan di lapangan adalah dengan berat 98 kg untuk tipe A dan 74 kg untuk tipe B. Dengan berat tersebut, pelaksanaan pemasangan blok secara padat karya tidak mengalami kesulitan, Walaupun nampak kurang rapi namun dari segi fungsi susunan tersebut telah menunjukkan kinerja yang baik. Nampaknya untuk memperoleh susunan armor yang tetap perlu struktur sandaran yang kuat, berat dan tersusun dengan rapi sehingga tidak mengalami perubahan saat terhempas gelombang. Dengan sandaran yang rata pemasangan blok-blok beton **I** dapat dilakukan dengan mudah dan menghasilkan permukaan yang rata.

Dari informasi nelayan setempat, pada bulan Januari 2000, telah terjadi gelombang yang tinggi  $\pm 1,5$  m; merupakan gelombang yang belum pernah terjadi sebelumnya. Dari hasil pemantauan lapangan terlihat bahwa blok-blok beton tidak mengalami perubahan formasi. Hal ini menunjukkan bahwa blok beton mampu menahan tinggi gelombang 1,5 m. Dari peninjauan juga terlihat bahwa pada saat terjadi hempasan gelombang, sebagian air masuk kedalam lubang-lubang pada blok baik lubang yang ditengah maupun disisi yang menghasilkan tinggi rayapan yang rendah.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 1. Kesimpulan

- 1). Dari hasil penyelidikan stabilitas blok-blok beton berbentuk **I** sebagai komponen bangunan pengaman pantai di laboratorium,

diperoleh harga koefisien kestabilan  $K_d$  dan rayapan  $r$  sebagai berikut

- untuk  $\cot \theta = 1$ ,  $K_d = 37$ ;  $r$  rata-rata = 0,27,
- untuk  $\cot \theta = 1.5$ ,  $K_d = 36$ ;  $r$  rata-rata = 0,38,
- untuk  $\cot \theta = 2$ ,  $K_d = 44$ ;  $r$  rata-rata = 0,47.

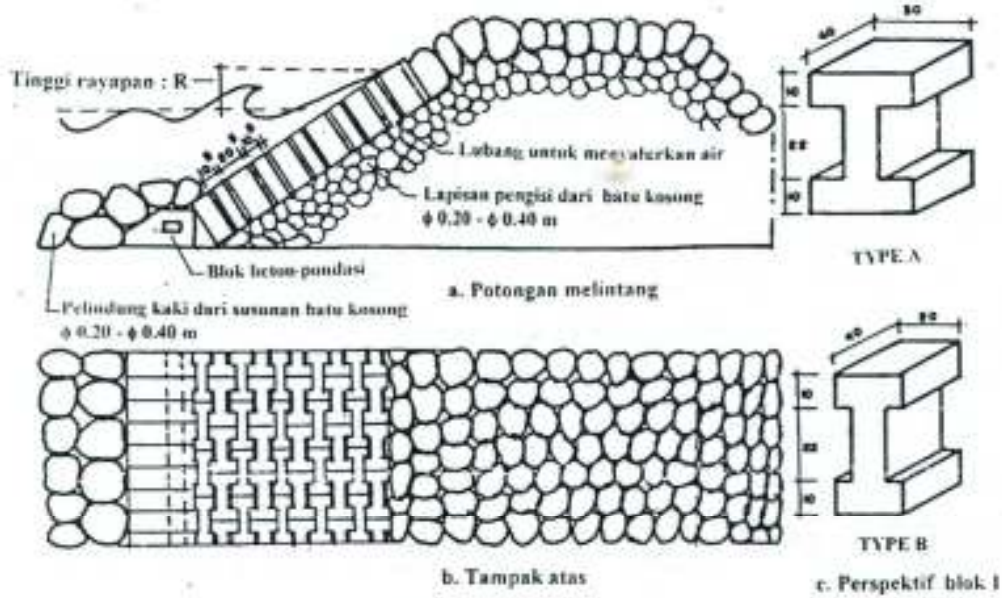
- 2). Pada penyelidikan di lapangan, blok-blok beton tipe A dibuat dengan berat 79 kg dan tipe B 60 kg, dapat dilaksanakan dengan tenaga manusia tanpa mengalami kesulitan. Apabila dari hasil pemantauan di waktu mendatang memberikan kinerja yang baik, maka blok-blok beton berbentuk **I** ini dapat dikenalkan kepada masyarakat.

### 2. Saran

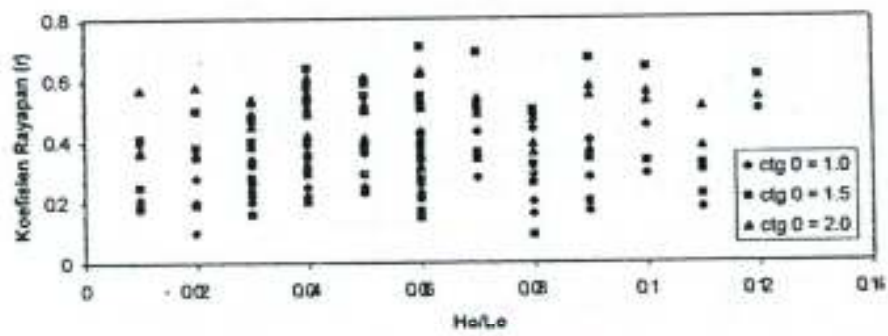
- 1) Pada penyelidikan ini digunakan ukuran blok beton **I** tipe A dengan berat 79 kg dan blok beton tipe B dengan berat 60 kg. Disarankan untuk penyelidikan selanjutnya menggunakan ukuran berat yang bervariasi.
- 2) Penyelidikan yang telah dilaksanakan menggunakan lapisan pengisi yang relatif tebal  $\pm 0,8$  m, kurang lebih 2 kali struktur beton blok **I**. Mengingat kestabilan struktur kemungkinan dipengaruhi oleh ketebalan lapisan pengisi ini, disarankan untuk melakukan penyelidikan dengan berbagai variasi ketebalan lapisan pengisi.
- 3) Untuk mengetahui kinerja blok-blok beton di lapangan, disarankan untuk melakukan pemantauan secara berkala

## DAFTAR PUSTAKA

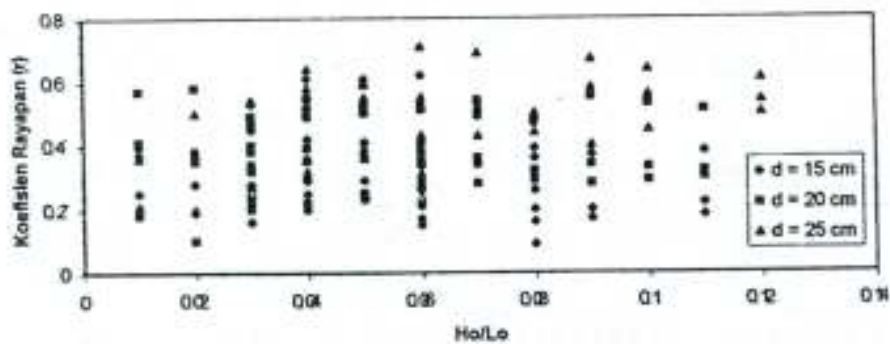
1. Bruun, P. 1973, Port Engineering
2. Karyatiningsih, K., 1996, "*Stabilitas Blok Beton Berbentuk Kubus Berlubang*", Thesis Sarjana I ITENAS
3. Syamsudin, dkk., "*Stabilitas Blok-Blok Beton Paralelepiped Berlubang sebagai Komponen Pengamanan Tebing Pantai*", Jurnal Litbang Pengairan No. 44, Tahun 2000.
4. US Army Corp of Engineer, 1984, "*Shore Protection Manual Vol. I dan II.*"



Gambar 1. Potongan Melintang, Tampak Atas Pemasangan, dan Prespektif Blok I.



a. Variasi terhadap kemiringan talud



b. Variasi terhadap kedalaman

Gambar 2. Grafik hubungan  $H_o/L_o$  dan koefisien rayapan  $r$

