

### Contoh 1

Suatu pemecah gelombang akan dibangun pada kedalaman -8,0 m di suatu laut dengan kemiringan dasar laut 1:50. Tinggi gelombang di lokasi rencana pemecah gelombang adalah 3 m. Periode gelombang 10 detik. Dari analisis refraksi didapatkan nilai koefisien refraksi sebesar  $K_r=0,95$  pada rencana lokasi pemecah gelombang. Dari data pasang surut didapatkan HWL=1,85 m; MWL=1,05 m dan LWL=0,3 m. Rencanakan pemecah gelombang tersebut.

### Penyelesaian

Kedalaman air di lokasi bangunan berdasarkan HWL, LWL dan MWL adalah :

$$d_{\text{HWL}} = 1,85 - (-8) = 9,85 \text{ m}$$

$$d_{\text{LWL}} = 0,3 - (-8) = 8,3 \text{ m}$$

$$d_{\text{MWL}} = 1,05 - (-8) = 9,05 \text{ m}$$

#### 1. *Penentuan kondisi gelombang di rencana lokasi pemecah gelombang.*

Diselidiki kondisi gelombang pada kedalaman air di rencana lokasi pemecah gelombang, yaitu apakah gelombang pecah atau tidak. Dihitung tinggi dan kedalaman gelombang pecah dengan menggunakan Gambar 3.22. dan 3.23. untuk kemiringan dasar laut 1:50.

Tinggi gelombang ekuivalen :

$$H'_0 = K_r H_0 = 0,95 \times 3 = 2,85 \text{ m}$$

$$\frac{H'_0}{gT^2} = \frac{2,85}{9,81 \times 10^2} = 0,00291$$

Dari Gambar 3.22. didapat :

$$\frac{H_b}{H'_0} = 1,22 \rightarrow H_b = 1,22 \times 2,85 = 3,5 \text{ m}$$

$$\frac{H_b}{gT^2} = \frac{3,5}{9,81 \times 10^2} = 0,0036$$

Dari Gambar 3.23. didapat :

$$\frac{d_b}{H_0} = 1,14 \rightarrow d_b = 1,14 \times 3,5 = 4,0 \text{ m}$$

Jadi gelombang pecah akan terjadi pada kedalaman 4,0 m. Karena  $d_b < d_{LWL}$  dan  $d_b < d_{HWL}$ , berarti di lokasi bangunan pada kedalaman -8 m gelombang tidak pecah.

#### 1. Penentuan elevasi puncak pemecah gelombang

Elevasi puncak pemecah gelombang dihitung berdasarkan tinggi *runup*. Kemiringan sisi pemecah gelombang ditetapkan 1:2.

Tinggi gelombang di laut dalam :

$$L_0 = 1,56T^2 = 156 \times 10^2 = 156 \text{ m}$$

Bilangan Iribaren :

$$I_r = \frac{tg \theta}{(H/L_0)^{0,5}} = \frac{1/2}{(3/156)^{0,5}} = 3,6$$

Dengan menggunakan grafik pada Gambar 5.10. dihitung nilai *runup*.

Untuk lapis lindung dari batu pecah (*quarry stone*) :

$$\frac{R_u}{H} = 1,25 \rightarrow R_u = 1,25 \times 3 = 3,75 \text{ m}$$

Elevasi puncak pemecah gelombang dengan memperhitungkan tinggi kebebasan 0,5 m :

$$\begin{aligned} El_{Pem.Gel} &= HWL + R_u + \text{tinggi kebebasan} \\ &= 1,85 + 3,75 + 0,5 = 6,1 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk lapis lindung dari tetrapod :

$$\frac{R_u}{H} = 0,9 \rightarrow R_u = 0,9 \times 3 = 2,7 \text{ m}$$

$$El_{Pem.Gel} = 1,85 + 2,7 + 0,5 = 5,0 \text{ m}$$

Tinggi pemecah gelombang :

$$H_{Pem.Gel} = El_{Pem.Gel} - El_{Dsr.Laut}$$

$$H_{Pem.Gel} = 6,1 - (-8) = 14 \text{ m (batu)}$$

$$H_{Pem.Gel} = 5 - (-8) = 13 \text{ m (tetrapod)}$$

### 3. Berat butir lapis lindung

Berat batu lapis lindung dihitung dengan rumus Hudson berikut ini.

Untuk lapis lindung dari batu ( $K_D=4$ ):

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta} = \frac{2,65 \times 3,0^3}{4 \left( \frac{2,65}{1,03} - 1 \right)^3} = 2,5 \text{ ton}$$

Untuk lapis lindung dari tetrapod ( $K_D=8$ ):

$$W = \frac{2,65 \times 3,0^3}{8 \left( \frac{2,65}{1,03} - 1 \right)^3} = 1,24 \text{ ton}$$

Apabila di dekat lokasi pekerjaan terdapat persediaan batu dengan ukuran (berat) seperti dalam hitungan di atas dalam jumlah banyak, maka digunakan lapis lindung dari batu pecah. Penyusunan ukuran batu dalam beberapa lapis dapat mengikuti gambar 5.6. atau 5.7. Untuk selanjutnya digunakan lapis lindung dari batu pecah dengan berat 2,5 ton.

#### 4. Lebar puncak pemecah gelombang

Lebar puncak pemecah gelombang untuk  $n=3$  (minimum) :

$$B = nk_{\Delta} \left[ \frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} = 3 \times 1,15 \left[ \frac{2,5}{2,65} \right]^{1/3} = 3,5 \text{ m}$$

#### 5. Tebal lapis lindung

Tebal lapis lindung dihitung dengan rumus berikut :

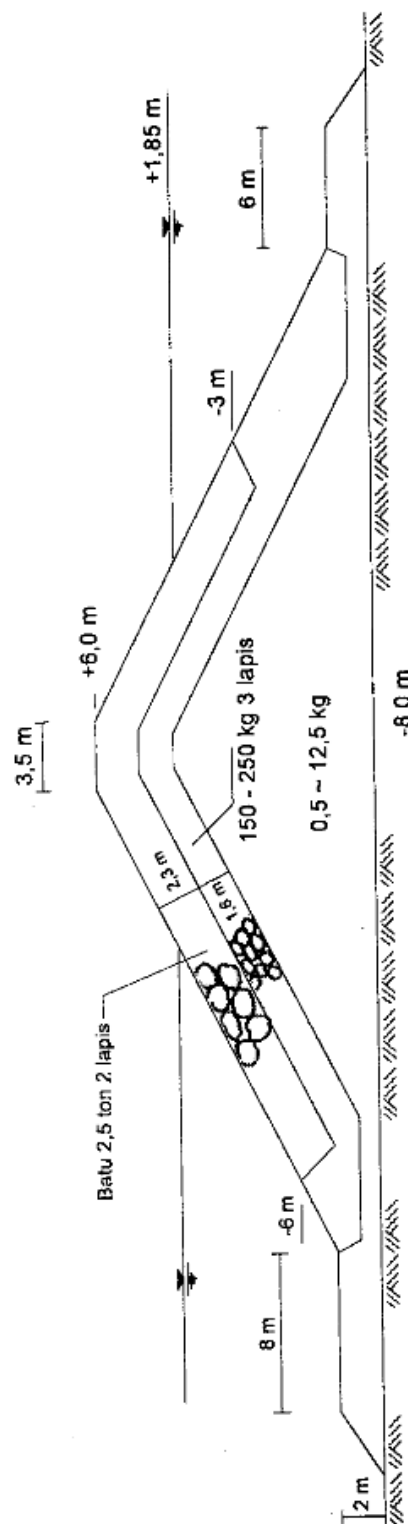
$$t = nk_{\Delta} \left[ \frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} = 2 \times 1,15 \left[ \frac{2,5}{2,65} \right]^{1/3} = 2,3 \text{ m}$$

#### 6. Jumlah batu pelindung

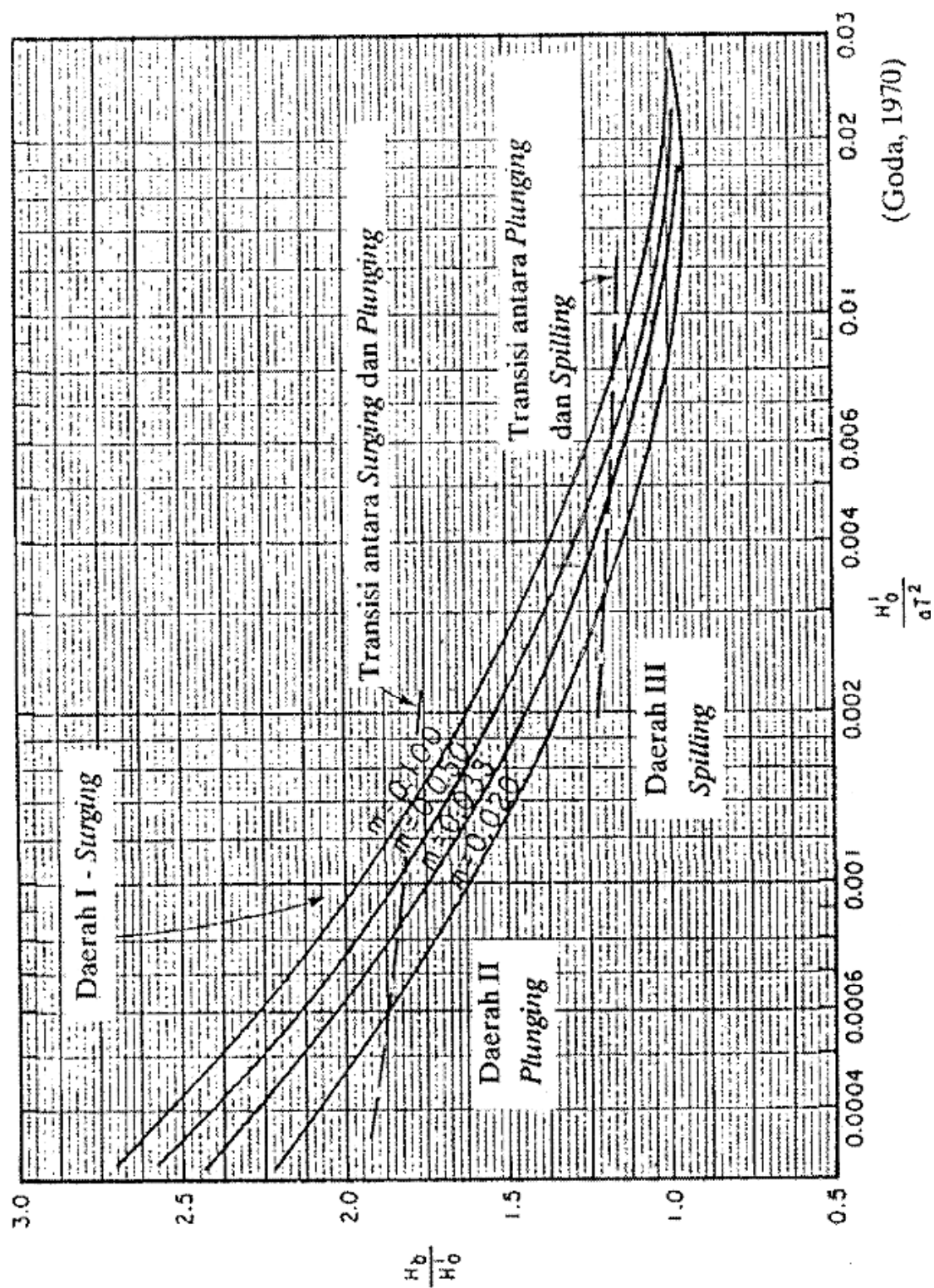
Jumlah butir batu pelindung tiap satuan luas ( $10 \text{ m}^2$ ) dihitung dengan rumus berikut :

$$\begin{aligned} N &= Ank_{\Delta} \left[ 1 - \frac{P}{100} \right] \left[ \frac{\gamma_r}{W} \right]^{2/3} \\ &= 10 \times 2 \times 1,15 \left[ 1 - \frac{37}{100} \right] \left[ \frac{2,65}{2,5} \right]^{2/3} = 15 \end{aligned}$$

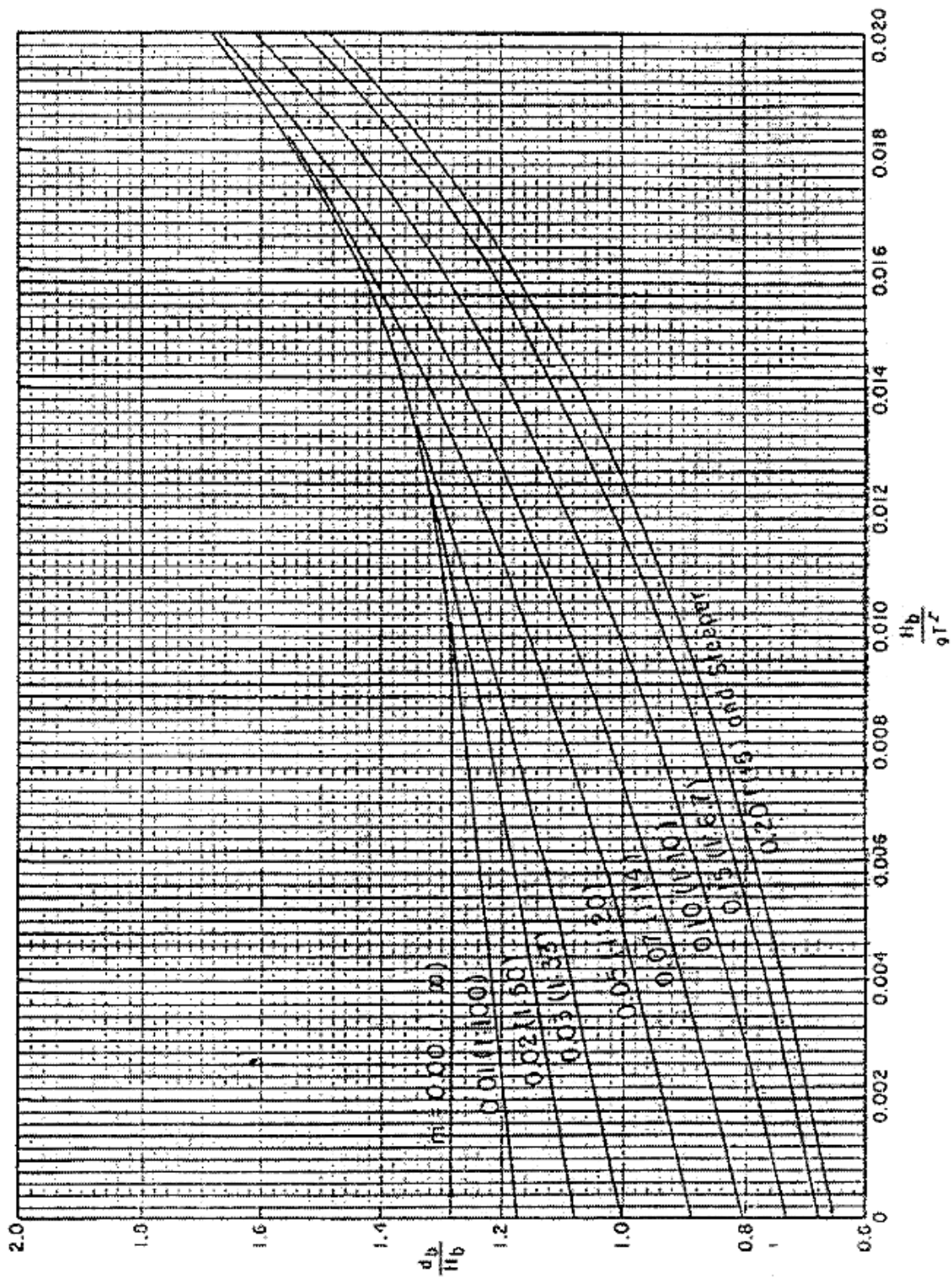
Gambar 5.12 adalah tampang lintang pemecah gelombang hasil hitungan tersebut.



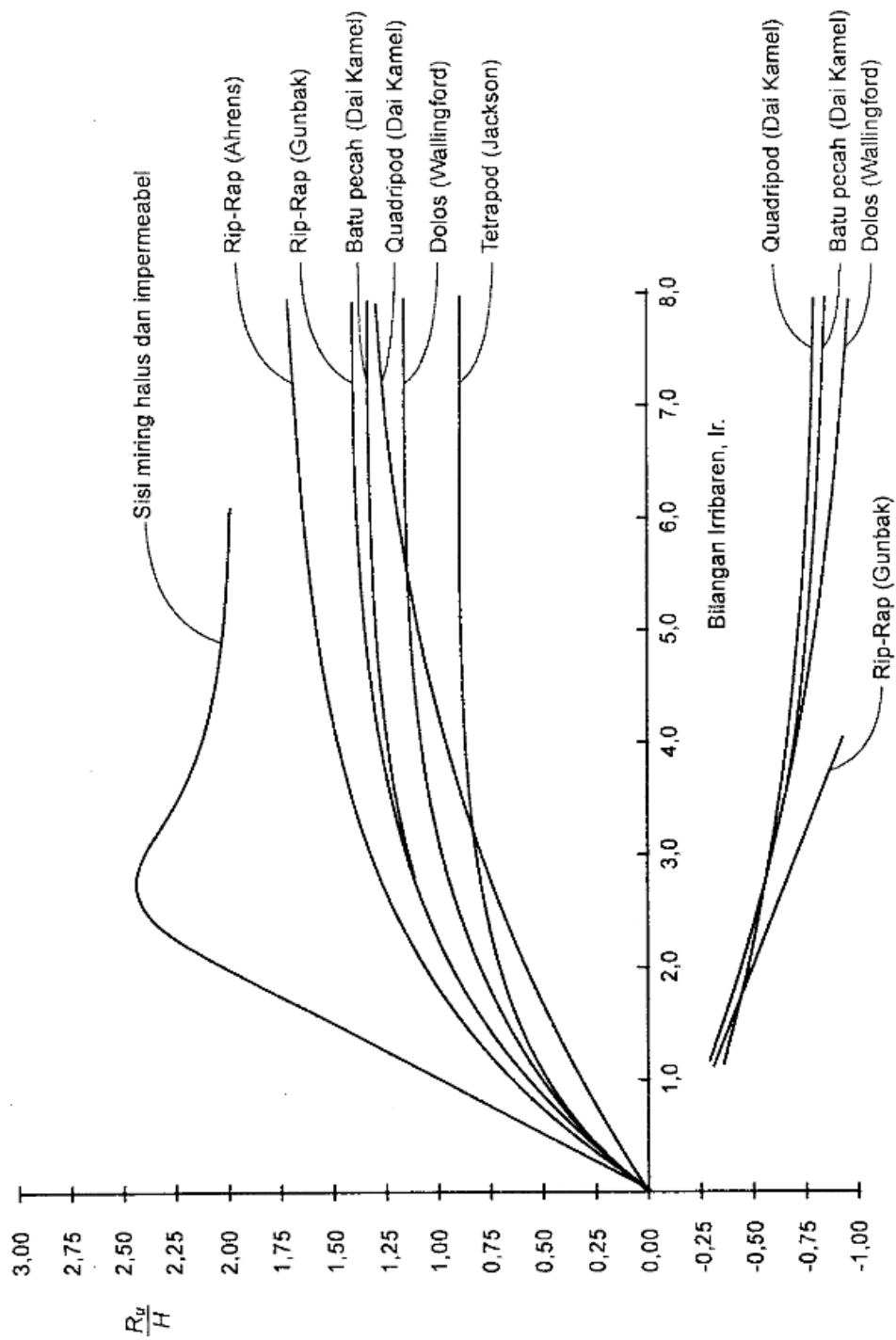
**Gambar 5.12.** Tampang lintang pemecah gelombang hasil hitungan



Gambar 3.22. Penentuan tinggi gelombang pecah (SPM, 1984)



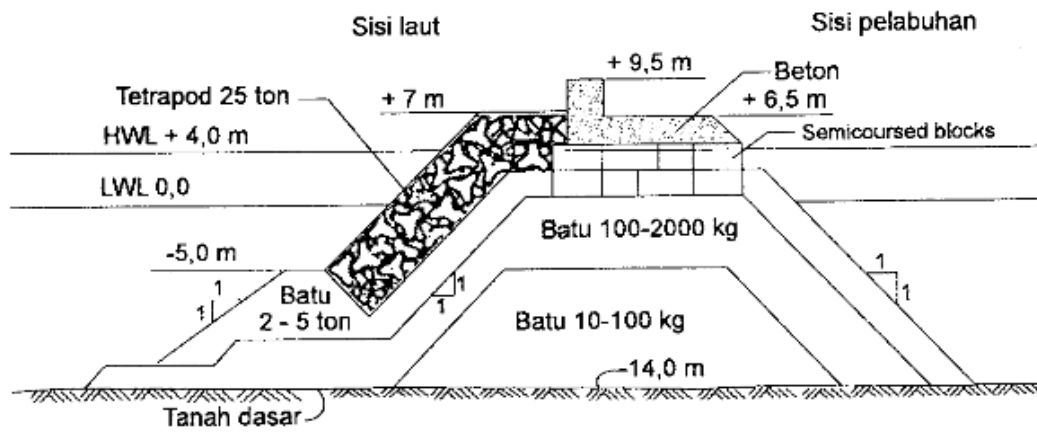
Gambar 3.23. Penentuan kedalaman gelombang pecah (SPM, 1984)



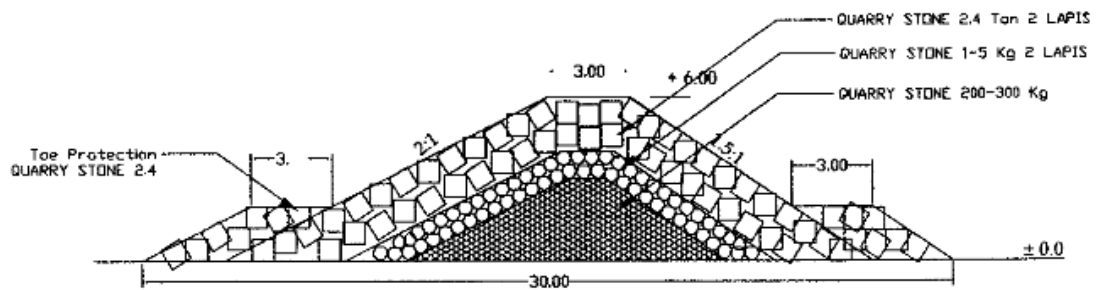
Perbandingan runup dan rundown relatif untuk berbagai tipe sisi miring

Gambar 5.11. Grafik runup gelombang

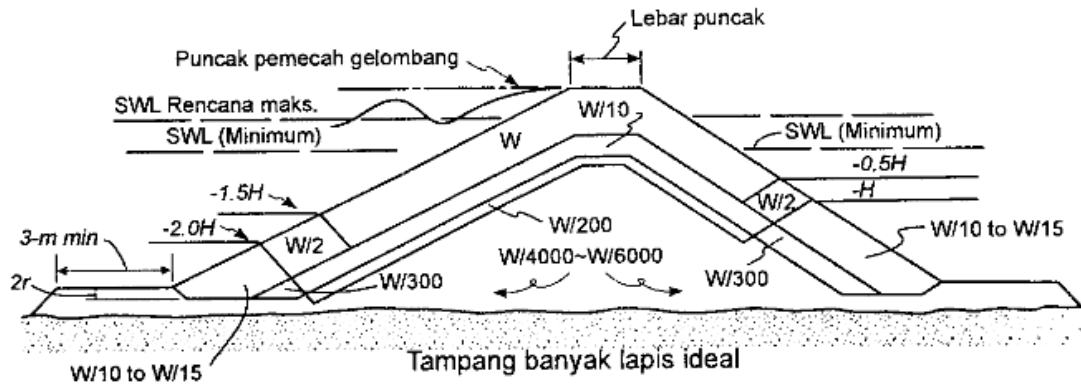




**Gambar 5.6.a.** Pemecah gelombang dengan lapis pelindung tetrapod

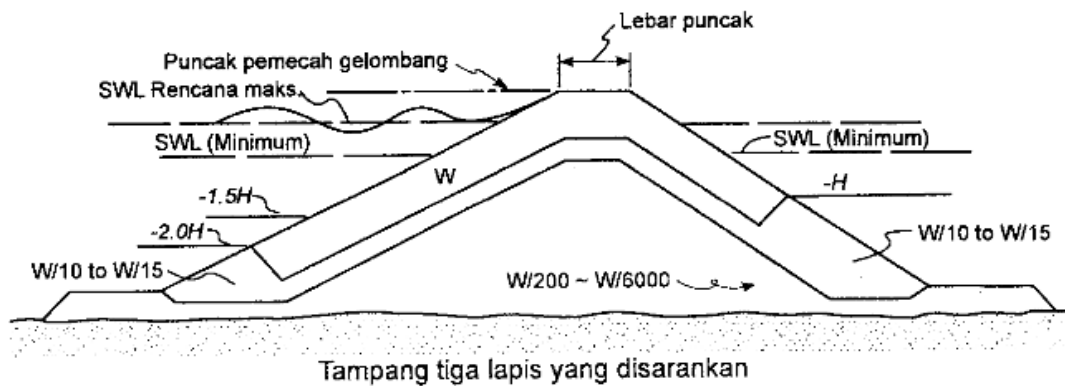


**Gambar 5.6.b.** Pemecah gelombang dengan lapis pelindung blok beton



Ukuran batu	Lapis	Gradasi ukuran Butir (%)	
W	Lapis pelindung pertama	125 to 75	H : Tinggi gelombang W : Berat butir batu pelindung r : Tebal lapis rerata
W/2 dan W/15	Lapis pelindung kedua	125 to 75	
W/10 dan W/300	Lapis bawah pertama	130 to 70	
W/200	Lapis bawah kedua	150 to 50	
W/4000-W/6000	Inti	170 to 30	

SWL : Still water level (muka air diam)



SPM (1984)

**Gambar 5.7.** Pemecah gelombang sisi miring dengan serangan gelombang pada satu sisi

**Tabel 5.2.** Koefisien Stabilitas  $K_D$  untuk berbagai jenis butir

Lapis lindung	n	Penem- patan	Lengan Bangunan		Ujung (kepala) Bangunan		Kemi- ringan
			$K_D$		$K_D$		
			Gelomb. Pecah	Gelomb. Tidak Pecah	Gelomb. Pecah	Gelomb. Tidak Pecah	Cot $\theta$
Batu pecah							
Bulat halus	2	Acak	1,2	2,4	1,1	1,9	1,5-3,0
Bulat halus	>3	Acak	1,6	3,2	1,4	2,3	* <sup>2</sup>
Bersudut kasar	1	Acak	* <sup>1</sup>	2,9	* <sup>1</sup>	2,3	* <sup>2</sup>
Bersudut kasar	2	Acak	2,0	4,0	1,9	3,2	1,5
					1,6	2,8	2,0
					1,3	2,3	3,0
Bersudut kasar	>3	Acak	2,2	4,5	2,1	4,2	* <sup>2</sup>
Bersudut kasar	2	Khusus* <sup>3</sup>	5,8	7,0	5,3	6,4	* <sup>2</sup>
Paralelepipedum	2	Khusus	7,0-20,0	8,5-24,0	-	-	
Tetrapod dan Quadripod	2	Acak	7,0	8,0	5,0	6,0	1,5
					4,5	5,5	2,0
					3,5	4,0	3,0
Tribar	2	Acak	9,0	10,0	8,3	9,0	1,5
					7,8	8,5	2,0
					6,0	6,5	3,0
Dolos	2	Acak	15,8	31,8	8,0	16,0	2,0
					7,0	14,0	3,0
Kubus modifikasi	2	Acak	6,5	7,5	-	5,0	* <sup>2</sup>
Hexapod	2	Acak	8,0	9,5	5,0	7,0	* <sup>2</sup>
Tribar	1	Seragam	12,0	15,0	7,5	9,5	* <sup>2</sup>

(SPM, 1984)

Catatan:

n : Jumlah susunan butir batu dalam lapis pelindung

\*<sup>1</sup> : penggunaan n=1 tidak disarankan untuk kondisi gelombang pecah

\*<sup>2</sup> : sampai ada ketentuan lebih lanjut tentang nilai  $K_D$ , penggunaan  $K_D$  dibatasi pada kemiringan 1:1,5 sampai 1:3

\*<sup>3</sup> : batu ditempatkan dengan sumbu panjangnya tegak lurus permukaan bangunan

**Tabel 5.3.** Koefisien lapis

Batu Pelindung	n	Penempatan	Koef. Lapis ( $k_A$ )	Porositas P(%)
Batu alam (halus)	2	random (acak)	1,02	38
Batu alam (kasar)	2	random (acak)	1,15	37
Batu alam (kasar)	>3	random (acak)	1,10	40
Kubus	2	random (acak)	1,10	47
Tetrapod	2	random (acak)	1,04	50
Quadripod	2	random (acak)	0,95	49
Hexapod	2	random (acak)	1,15	47
Tribard	2	random (acak)	1,02	54
Dolos	2	random (acak)	1,00	63
Tribar	1	seragam	1,13	47
Batu alam		random (acak)		37