

Run - Up dan Run - Down Akibat Pengaruh Sudut Datang Gelombang pada Berbagai Unit Lapis Lindung Pemecah Gelombang

Sriyana¹⁾
Iwan K. Hadihardaja²⁾
Joetata Hadihardaja¹⁾

Abstrak

Beberapa variabel yang mempengaruhi untuk perencanaan struktur pemecah gelombang adalah tinggi run-up and run-down. Gelombang run-up dapat digunakan sebagai variable untuk menentukan struktur pantai dan gelombang run-down untuk kerusakan struktur bangunan pantai.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan run - up dan run - down pada bangunan pemecah gelombang dengan perbedaan arah sudut datang gelombang. Metode yang digunakan dalam studi ini adalah dengan model fid-fik, dimana gelombang yang dibangkitkan adalah gelombang acak (irregular wave) gelombang tidak pecah. Spektrum yang digunakan adalah spectrum. Bretschneider, dengan benda uji lapis lindung tetrapod, kubus.

Hasil yang diperoleh dalam studi terlihat bahwa parameter yang mempengaruhi terjadinya tinggi run-up and run-down pada breakwater dipengaruhi oleh periode gelombang (T), tinggi gelombang datang (H), jenis lapis lindung, kedalaman (d), dan arah sudut datang gelombang (θ). 0° dan 15° , hasil run-up yang terjadi cenderung naik atau sama pada sudut 0° dan 15° pada semua unit lapis lindung. Sedangkan pada sudut 30° , tetrapod dan batu pecah cenderung naik dan kubus cenderung turun. Hasil yang sama diperoleh untuk run - down.

Kata-kata Kunci : *Unit lapis lindung, pemecah gelombang, run-up dan run-down.*

Abstract

Some of the influencing variables for the structure design are wave run-up and run-down. Run-up wave can be used as the variable in determining the coast structure crown height and run-down wave influences the structural damage.

The objective of this study is determine the run-up and run-down performance on breakwater with different angle of wave direction. This study is carried out by means of irregular non-breaker waves on physical modeling. The spectrums used on irregular wave is Bretschneider, employing tetrapod, cubes, and rubble mound as the armour layer.

The results of this study showed that the parameter which influence on the occurring run-up and run-down height at breakwater influenced by wave period (T), incoming wave of height (H), armour layer, water depth (d), and angle of wave direction (θ). 0° and 15° , the run-up result tends increased or the same at the angle of 0° and 15° in all protection layer unit. While at 30° , tetrapod and broken stone tends increased and cubes tends decrease. Similar results are obtained for run-down.

Keywords : *Armour layer unit, breakwater, run-up, run-down.*

1. Pendahuluan

Run-up adalah tinggi muka air yang dicapai akibat luncuran gelombang yang mengenai pantai atau bangunan pantai yang dihitung dari elevasi muka air tenang (SWL). Gelombang yang bergerak menuju bangunan akan dipantulkan atau pecah di daerah tersebut. Sebagian dari momentum gelombang

tersebut akan diubah menjadi gerakan air yang meluncur ke atas lereng (Yuwono, 1992).

Tinggi gelombang *run-up* sangat penting digunakan dalam menentukan tinggi puncak elevasi bangunan pantai, misalnya pemecah gelombang atau tembok laut/tanggul laut. Tinggi bangunan pantai dihitung antara lain berdasarkan kemungkinan tinggi *run-up*

1. Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jl. Hayam Wuruk 5 - 7, Semarang.
2. Anggota KK Teknik Sumber Daya Air , FTSL-ITB, Jl. Ganesha No.10 Bandung 40132.

yang akan terjadi. *Run-up* yang tinggi berarti kecepatan balik partikel air yang besar setelah itu lapisan tipis air mencapai permukaan struktur atau pantai akan mengalir balik akibat gaya gravitasi dan pada saat itu-lah disebut *run-down* (aliran balik dimana posisi air kembali ke posisi 10 lembah). *Run-down* dikatakan sempurna jika berlangsung hingga mencapai lembah dari gelombang datang berikutnya dan elevasinya mencapai atau berada di bawah muka air tenang. Jika *run-up* gelombang datang bertemu dengan *run-down* gelombang sebelumnya, maka kecepatan *run-up* akan berkurang sehingga tinggi *run-up* akan berkurang dibanding dengan *run-up* maksimum yang terjadi. *Run-down* selanjutnya akan berpengaruh pada stabilitas material pelindung pada bangunan pantai yang juga dapat mengakibatkan gerusan di depan bangunan pantai.

Iribarren (1938) telah menyederhanakan cara menentukan *run-up* dan *run-down* melalui grafik yang dikenal dengan grafik *Iribarren*. Dimana tinggi relatif *run-up* merupakan fungsi dari :

- a. *Iribarren's number*
- b. Jenis lapis lindung yang dipergunakan.

Adapun formula *Iribarren* sebagai berikut :

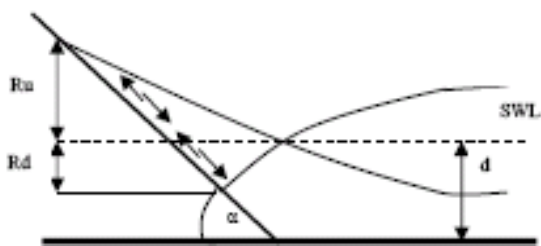
$$I_r = \frac{\tan \alpha}{\left(\frac{H}{L_0}\right)^{\frac{1}{2}}} \quad (1)$$

dimana :

- α = landai dinding bangunan
- H = tinggi gelombang datang
- L0 = panjang gelombang di laut dalam

Gunbak (1978) melakukan pengujian *run-up* dan *run-down* pada struktur bangunan pemecah gelombang *rubble mound* dengan kemiringan lereng 1:2,5 adapun hasil dari pengujian ini mengusulkan bahwa ketinggian *run-up* untuk kemiringan lereng dengan permukaan yang kasar adalah :

$$\frac{R_u}{H} = \frac{a I_r}{1 + b I_r} \quad (2)$$



Gambar 1. Definisi *run-up* dan *run-down*

Dimana :

- R_u = *run-up*
- H = tinggi gelombang datang
- I_r = angka *Iribarren*
- a,b = konstanta empiris

Ross dan Battjes (1976 dalam Nur Yuwono, 1990) memprediksi besarnya *run-down* dari suatu hasil pengujian terhadap struktur miring dengan permukaan lereng halus, dengan persamaan sebagai berikut:

$$R_d = R_u(1 - 0,4 I_r) \quad (3)$$

dengan : $0,3 < I_r < 1,9$

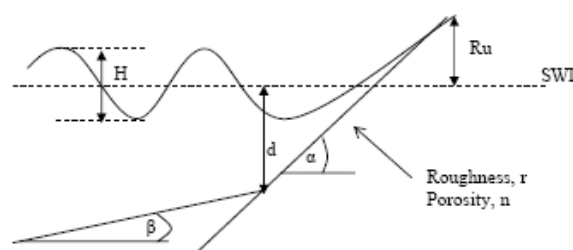
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kerusakan unit lapis lindung pemecah gelombang akibat dari pelbagai bentuk spektrum gelombang.

2. Metode Penelitian

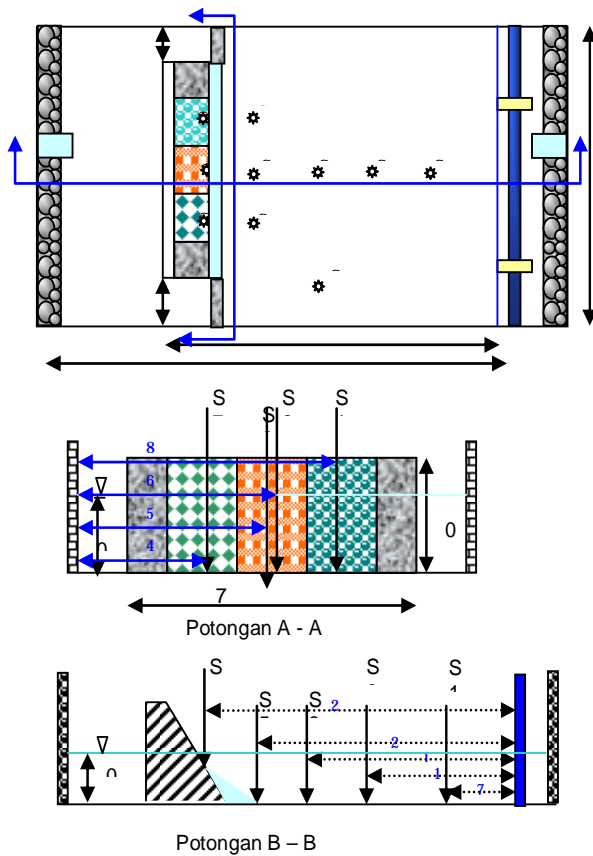
Penelitian dilakukan di Laboratorium kolam gelombang Balai pengkajian Dinamika Pantai Yogyakarta. Dalam penelitian ini digunakan pembangkit gelombang dengan dilengkapi beberapa sensor pada titik-titik yang ditinjau. Kolam gelombang yang digunakan berukuran lebar 12 m dan panjang 38 m. Model diletakkan pada posisi di tengah kolam dengan jarak 27 m dari wave generator. Pengujian dilakukan dalam tiga bentuk sudut arah datang gelombang, yaitu sudut 0° , 15° , dan 30° . Berikut skema perletakan model pada kolam gelombang.

Model unit lapis lindung yang digunakan dalam penelitian ini adalah tetrapod, kubus, dan batu pecah yang permukaannya tumpul. Masing-masing sebelumnya dihitung dengan menggunakan formula Hudson untuk mengetahui berat, jumlah yang dibutuhkan dan tinggi gelombang yang direncanakan.

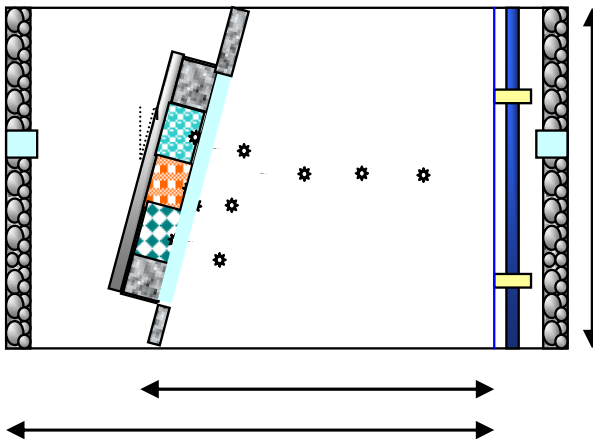
Berdasarkan hasil perhitungan ditetapkan berat tetrapod adalah 67 gram, kubus 234 gram dan batu pecah 170 gram. Ketiga unit lapis lindung ini diuji bersamaan dengan menatanya masing-masing selebar 1,7 m dan batu biasa di pinggir kiri kanannya selebar 1,5 m.



Gambar 2. Sketsa gelombang *run-up*



Gambar 3. Skema perletakan model pada kondisi sudut arah gelombang 0° (tanpa skala)



Gambar 4. Skema perletakan model pada kondisi sudut arah gelombang 15° (tanpa skala)



Gambar 6. Tetrapod Wmodel = 67 gram



Gambar 7. Kubus Wm = 234 gram



Gambar 8. Batu pecah Wm = 170 gram

Kedalaman air yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,35 m dengan tinggi gelombang 0,14 m dan periode gelombang rencana 1,1 detik dan 1,4 detik. Pengujian dilakukan sampai mencapai 1000 gelombang atau selama 18,5 menit. Kemiringan struktur 1 : 1.

Gelombang yang dibangkitkan adalah gelombang tak teratur (*irregular wave*) dengan kondisi gelombang pecah. Dengan menggunakan spektrum yang direncanakan, yaitu Bretschneider. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali perulangan untuk masing-masing sudut arah datang gelombang.

Tiap perulangan dilakukan pengamatan fenomena *run-up* dan *run-down* gelombang secara visual dan pencatatan tinggi gelombang dengan menggunakan sensor gelombang.

Untuk memudahkan pelaksanaan penelitian, pemecah gelombang yang terdiri dari tetrapod, kubus, dan batu pecah diberi 8 warna untuk tiap-tiap unit lapis lindung. Warna-warna tersebut adalah, dari atas ke bawah, merah, kuning muda, abu-abu, merah muda, hijau muda, putih, biru, dan kuning tua. Masing-masing warna mempunyai tinggi 0.20 m.

Pengamatan *run-up* dan *run-down* dilakukan dengan melihat posisi air pada saat tenang. Posisi air tenang pada warna putih. Pada posisi tersebut diberi angka 0.

Rancangan penelitian disusun untuk memudahkan proses pengujian, sehingga pengujian dapat terkontrol. Dalam riset ini telah disusun rancangan penelitian sebagai berikut :

Tabel 1. Rancangan penelitian

| No. | Sudut datang gelombang (θ) | H (m) | T (detik) | Kode pengujian |
|-----|-------------------------------------|-------|-----------|----------------|
| 1. | 0° | 0,14 | 1,1 | MBU-□1-T1-T |
| | | | | MBU-□1-T1-K |
| | | | | MBU-□1-T1-B |
| | | | 1,4 | MBU-□1-T2-T |
| | | | | MBU-□1-T2-K |
| | | | | MBU-□1-T2-B |
| 2. | 15° | 0,14 | 1,1 | MBU-□2-T1-T |
| | | | | MBU-□2-T1-K |
| | | | | MBU-□2-T1-B |
| | | | 1,4 | MBU-□2-T2-T |
| | | | | MBU-□2-T2-K |
| | | | | MBU-□2-T2-B |
| 3. | 30° | 0,14 | 1,1 | MBU-□3-T1-T |
| | | | | MBU-□3-T1-K |
| | | | | MBU-□3-T1-B |
| | | | 1,4 | MBU-□3-T2-T |
| | | | | MBU-□3-T2-K |
| | | | | MBU-□3-T2-B |

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Tinggi dan periode gelombang

Pengamatan tinggi dan periode gelombang yang dibangkitkan dilakukan dengan menempatkan sensor-sensor gelombang pada masing-masing unit lapis lindung.

Berdasarkan pengamatan langsung (secara visual), diperoleh hasil sebagai berikut :

- Sudut arah datang gelombang 0°
Pada batu pecah, kubus dan tetrapod terjadi tinggi gelombang yang hampir sama.
- Sudut arah datang gelombang 15°
Pada batu pecah tinggi gelombang yang terjadi paling tinggi diantara yang lain. Pada kubus dan tetrapod tinggi gelombang yang terjadi hampir sama.
- Sudut arah datang gelombang 30°
Pada batu pecah tinggi gelombang yang terjadi paling tinggi diantara yang lain. Pada kubus dan tetrapod tinggi gelombang yang terjadi hampir sama.

Berdasarkan **Tabel 2** diperoleh hasil sebagai berikut:

a. Tetrapod

Periode 1.1 detik pada perubahan sudut gelombang dari 0°, 15°, dan 30° mengakibatkan penurunan tinggi

Tabel 2. Tinggi gelombang hasil pengukuran

| Sudut datang gelombang (θ) | Periode (detik) | Tinggi gelombang (m) | | |
|-------------------------------------|-----------------|----------------------|--------|------------|
| | | Tetrapod | Kubus | Batu pecah |
| 0 | 1.1 | 0.1062 | 0.1013 | 0.1075 |
| | 1.4 | 0.1191 | 0.1176 | 0.1202 |
| 15 | 1.1 | 0.1051 | 0.1011 | 0.0985 |
| | 1.4 | 0.1250 | 0.1198 | 0.1395 |
| 30 | 1.1 | 0.0963 | 0.1022 | 0.1272 |
| | 1.4 | 0.1066 | 0.1153 | 0.1452 |

gelombang. Sedangkan pada periode 1.4 detik sudut 0° dan 15° mengalami kenaikan tinggi gelombang dan dari 15° ke 30° mengalami penurunan.

b. Kubus

Periode 1.1 detik pada perubahan sudut gelombang dari 0°, dan 15° mengalami penurunan tinggi gelombang lain halnya dari sudut 15° dan 30° mengakibatkan kenaikan tinggi gelombang. Sedangkan pada periode 1.4 detik sudut 0° dan 15° mengalami kenaikan tinggi gelombang dan dari 15° ke 30° mengalami penurunan.

c. Batu pecah

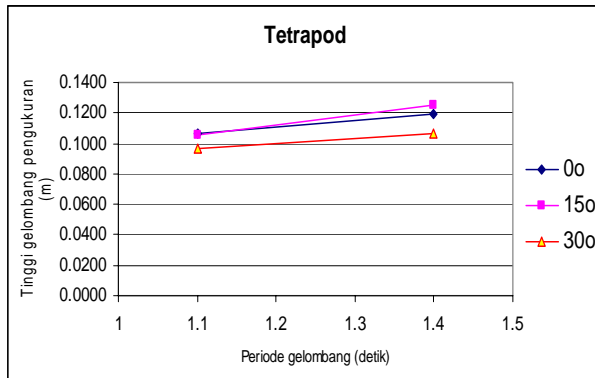
Periode 1.1 detik pada perubahan sudut gelombang dari 0°, dan 15° mengalami penurunan tinggi gelombang lain halnya dari sudut 15° dan 30° mengakibatkan kenaikan tinggi gelombang. Sedangkan pada periode 1.4 detik sudut 0°, 15° dan

Tabel 3. Periode gelombang hasil pengukuran

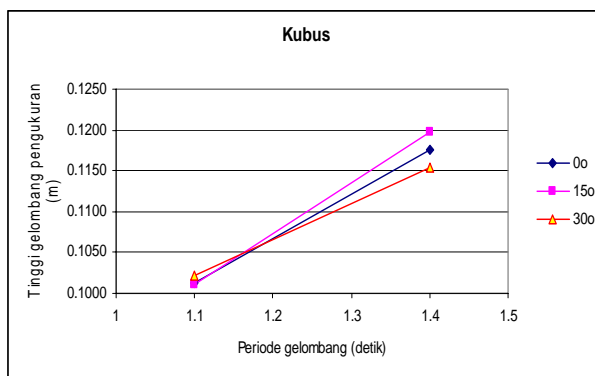
| Sudut datang gelombang (θ) | Periode (detik) | Periode gelombang (detik) | | |
|-------------------------------------|-----------------|---------------------------|--------|------------|
| | | Tetrapod | Kubus | Batu pecah |
| 0 | 1.1 | 1.3400 | 1.2967 | 1.3633 |
| | 1.4 | 1.7700 | 1.7667 | 1.7200 |
| 15 | 1.1 | 1.3100 | 1.2900 | 1.2567 |
| | 1.4 | 1.7267 | 1.7233 | 1.7033 |
| 30 | 1.1 | 1.2633 | 1.2500 | 1.2433 |
| | 1.4 | 1.7000 | 1.6867 | 1.6667 |

30° mengalami kenaikan tinggi gelombang.

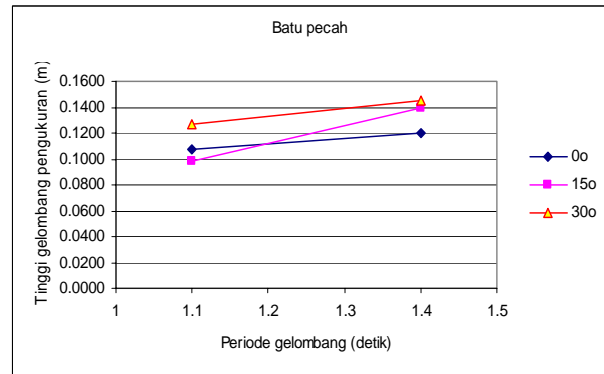
Berdasarkan Tabel 3 yaitu tentang periode gelombang hasil pengukuran, didapatkan fenomena, bahwa perubahan sudut datang gelombang dari 0°, 15° dan 30°



Gambar 9. Grafik hubungan antara periode gelombang dengan tinggi gelombang hasil pengukuran pada tetrapod



Gambar 10. Grafik hubungan antara periode gelombang dengan tinggi gelombang hasil pengukuran pada kubus



Gambar 11. Grafik hubungan antara periode gelombang tinggi gelombang hasil pengukuran pada batu pecah

mengakibatkan penurunan tinggi gelombang pada semua unit lapis lindung.

3.2 Tinggi run-up dan run-down

Untuk mendapatkan nilai run-up dan run-down yang terjadi pada lereng pemecah gelombang, yaitu tinggi run-up diukur dari muka air tenang ke arah atas bagian vertikal hingga mencapai tinggi maksimum dan begitu juga sebaliknya pada run-down yang diamati secara visual. Nilai run-up dan run-down yang diperoleh bervariasi sesuai dengan sudut datang gelombang.

Hasil pengamatan fenomena run-up run-down disajikan dalam Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4 didapatkan hasil sebagai berikut :

a. Tetrapod

Terjadi kenaikan run-up dari sudut 0° dan 15°,

Tabel 4. Hasil pengukuran run-up dan run-down

| Sudut datang gelombang (θ) | Periode (detik) | Tetrapod | | Kubus | | Batu pecah | |
|-------------------------------------|-----------------|----------|-------|-------|-------|------------|-------|
| | | Ru | Rd | Ru | Rd | Ru | Rd |
| | | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) | (m) |
| 0 | 1.1 | 0.2 | -0.20 | 0.20 | -0.20 | 0.26 | -0.20 |
| | 1.4 | 0.4 | -0.20 | 0.40 | -0.20 | 0.40 | -0.30 |
| 15 | 1.1 | 0.4 | -0.20 | 0.40 | -0.20 | 0.40 | -0.20 |
| | 1.4 | 0.4 | -0.40 | 0.40 | -0.20 | 0.60 | -0.40 |
| 30 | 1.1 | 0.2 | -0.40 | -0.20 | -0.40 | 0.40 | -0.40 |
| | 1.4 | 0.6 | -0.40 | 0.20 | -0.40 | 0.60 | -0.40 |

sedangkan pada sudut 30° terjadi penurunan *run-up* pada periode 1.1 detik. *Run-down* yang terjadi pada periode ini semakin besar dengan bertambah besarnya sudut datang. Pada periode 1.4 detik ada kecenderungan naik dengan bertambah besarnya sudut. Hal ini terjadi baik pada waktu *run-up* maupun *run-down*.

b. Kubus

Terjadi kenaikan *run-up* dari sudut 0° dan 15° , sedangkan pada sudut 30° terjadi penurunan *run-up* pada periode 1.1 detik. *Run-down* yang terjadi pada periode ini semakin besar dengan bertambah besarnya sudut datang. Pada periode 1.4 detik *run-up* yang terjadi ada kecenderungan sama pada sudut 0° dan 15° sedangkan pada sudut 30° cenderung turun. Pada *run-down* berkecenderungan naik dengan bertambah besarnya sudut.

c. Batu pecah

Pada periode 1.1 detik terjadi kenaikan *run-up* dengan bertambahnya sudut datang gelombang tetapi cenderung sama pada sudut 15° dan 30° . Pada *run-down* menghasilkan nilai yang sama pada sudut 0° dan 15° dan cenderung turun pada sudut 30° . Pada periode 1.4 detik *run-up* yang terjadi mempunyai kecenderungan naik dengan bertambah besarnya sudut gelombang dan akan menghasilkan nilai yang sama pada sudut 15° dan 30° . Hal serupa juga terjadi pada *run-down*, ada kecenderungan naik dengan bertambah besarnya sudut gelombang dan akan menghasilkan nilai yang sama pada sudut 15° dan 30° .

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

1. Pembangkitan gelombang dengan menggunakan tinggi gelombang (H) dan periode gelombang (T) yang berbeda mempunyai dampak yang berbeda pula pada masing-masing unit lapis lindung. Apalagi bila sudut datang gelombangnya bervariasi akan menambah perbedaan tersebut.
2. Fenomena tinggi gelombang yang terjadi dapat digambarkan sebagai berikut, terjadi kesamaan sifat pada kubus dan batu pecah pada periode 1.1 detik dan terjadi kebalikannya pada tetrapod. Pada periode 1.4 detik tetrapod mempunyai kesamaan dengan kubus dan terjadi kebalikannya dari batu pecah.
3. *Run-up* yang terjadi cenderung naik atau sama pada sudut 0° dan 15° pada semua unit lapis lindung. Sedangkan pada sudut 30° , tetrapod dan batu pecah cenderung naik dan kubus cenderung turun. Hasil

yang sama juga diperoleh pada saat *run-down*.

4.2 Saran

Diperlukan penelitian lanjutan dengan berbagai variasi untuk mendapatkan fenomena *run-up* dan *run-down* yang berlaku untuk masing-masing tipe lapis lindung.

Daftar Pustaka

- Battjes, J.A., 1974, "Surf Similarity", Proceedings of 14th Coastal Engineering Conference, ASCE, Vol. 1, pp. 466-480.
- Bruun, P., 1985, "Design and Construction of Mounds for Breakwaters and Coastal Protection", Elsevier, New York, N.Y.,
- Dean, R.G., Dalrymple, R.A., 1984, "Water Wave Mechanics for Engineers and Scientists", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Günbak, A.R., 1976, "The Stability of Rubble Mound Breakwaters in Relation to Wave Breaking and Run-down Characteristics and to the $\xi = \tan a T/\sqrt{H}$ Number", Report No. R1-1976, Division of Port and Ocean Engineering, Norwegian Institute of Technology, Trondheim, Norway.
- Hibberd, S., and Peregrine, D.H., 1977, "Surf and Run-up", Thesis Presented to The University of Bristol, at Bristol, U.K., in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy.
- Hibberd, S., Peregrine, D.H., 1979, "Surf and Run-up on a Beach: A Uniform Bore", Journal of Fluid Mechanics, Vol. 95, Part 2, 1979, pp. 323-345.
- Packwood, A.R., 1980, "Surf and Run-up on Beaches", Thesis Presented to The University of Bristol, at Bristol, U.K., in Partial Fulfillment of The Requirements for The Degree of Doctor of Philosophy.
- Packwood, A.R., Peregrine, D.H., 1981, "Surf and Run-up on Beaches: Models of Viscous Effects", Report No. AM-81-07, School of Mathematics, University of Bristol, Bristol, U.K.
- Roy, I., 1986, "Numerical Simulation of Wave Run-up on Steep Rough Slopes", Thesis Presented to The University of Delaware, at Newark, Delaware, in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Civil Engineering.
- U.S. Army Coastal Engineering Research Center, 1984, "Shore Protection Manual", Vol. II, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.