

**HIDRODINAMIKA PERAIRAN PANTAI BAU-BAU
DAN TRANSFORMASI GELOMBANG DI ATAS
TERUMBU KARANG ALAMI**

SKRIPSI

Oleh :
DARMIATI



PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013

ABSTRAK

DARMIATI. Hidrodinamika Dan Transformasi Gelombang di Atas Terumbu Karang Alami di Perairan Pantai Bau-Bau. Dibimbing oleh **MAHATMA LANURU** dan **CHAIR RANI.**

Tujuan penelitian adalah mengetahui kondisi hidrodinamika dan transformasi Gelombang laut dalam menuju pantai, dan pengaruh terumbu karang dalam perubahan transformasi gelombang Perairan Pantai Bau-bau.

Pengambilan data gelombang dan arus dilakukan saat sebelum dan setelah melewati daerah terumbu karang dan berpasir. Gelombang, arus dan pasang surut dianalisis dengan persamaan empiris. Transformasi gelombang dianalisis dengan menggunakan model RCPWave. Sedangkan Pengaruh terumbu karang dalam perubahan transformasi gelombang dianalisis menggunakan uji t berpasangan dan student dengan bantuan program SPSS.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa arus yang menuju pantai mengalami penurunan kecepatan karena dipengaruhi profil pantai yang landai dan dangkal serta keberadaan terumbu karang, gelombang yang menuju pantai memiliki rata-rata tinggi < 60 cm, panjang < 30 cm, dan energi < 8000 N. Tinggi dan energi gelombang semakin berkurang mengikuti perubahan kedalaman. Pasang surut termasuk dalam tipe pasut campuran condong kehari ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*). Model refraksi gelombang menunjukkan bahwa pola transformasi gelombang sangat dipengaruhi oleh bentuk karakteristik pantai dan kondisi angin permukaan yang didominasi dari arah barat dan barat daya. Gelombang yang datang dari arah barat dan barat daya mengalami transformasi gelombang melalui proses refraksi dan *shoaling*. Hasil uji t menunjukkan bahwa tinggi gelombang, energi gelombang, dan arus berbeda nyata di daerah sebelum dan setelah melewati daerah terumbu karang dan daerah berpasir. Hasil uji t juga menunjukkan terjadinya perbedaan penurunan yang signifikan tinggi gelombang, energi gelombang, dan arus antara daerah terumbu karang dan daerah berpasir..

Kata kunci : **Gelombang, Transformasi Gelombang, Terumbu Karang, Berpasir**

HIDRODINAMIKA PERAIRAN PANTAI BAU - BAU DAN TRANSFORMASI GELOMBANG DI ATAS TERUMBU KARANG ALAMI

Oleh :
DARMIATI

Skripsi
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR

2013

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Hidrodinamika Perairan Pantai Bau-bau dan Trasformasi Gelombang di Atas Terumbu Karang Alami

Nama : Darmiati

Nomor Pokok : L 111 08 278

Program Studi : Ilmu Kelautan

Skripsi telah diperiksa
dan disetujui oleh :

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Dr. Mahatma Lanuru, ST, M.Sc
NIP. 19701029 199503 1 001

Prof. Dr. Ir. Chair Rani, M.Si
NIP. 19680402 199202 1 001

Mengetahui,

Dekan Fakultas
Ilmu Kelautan dan Perikanan

Ketua Program Studi
Ilmu Kelautan

Prof. Dr. Ir. Hj. A. Niartiningsih, MP
NIP. 19611201 198703 2 002

Dr. Ir. Amir Hamzah Muhiddin, M.Si
NIP. 19631120 199303 1 002

Tanggal Lulus : 29 Mei 2013

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bau-bau – Sulawesi Tenggara pada tanggal 29 Juli 1989 dari pasangan H. Abdul Sabur dan Siti Lutfiah. Penulis merupakan anak terakhir dari tujuh bersaudara.

Jenjang pendidikan yang telah ditempuh oleh penulis adalah SDN 4 Bau-bau Sulawesi Tenggara lulus tahun 2001, SMPN 1 Bau-bau Sulawesi Tenggara lulus tahun 2004, dan MAN Bau-bau Sulawesi Tenggara lulus pada tahun 2007. Pada tahun 2008 diterima di jurusan Ilmu Kelautan UNHAS melalui jalur SNPTN dan berhasil menyelesaikan studi pada tahun 2013.

Penulis telah mengikuti rangkaian Kuliah Kerja Nyata Profesi (KKNP) dan FIKP Unhas Gelombang – I pada Juni – Agustus 2011 di Pulau Kodingareng Lompo, Kec. Ujung Tanah, Kab. Makassar. Penulis menyelesaikan tugas akhir dengan menyelesaikan Skripsi Penelitian dengan judul “Hidrodinamika Perairan Pantai Bau-bau dan transformasi gelombang di Atas Terumbu Karang Alami”.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillahirabbil Alamin. Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata satu (S1) pada Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin Makassar.

Dalam penyusunan skripsi ini banyak kendala dan hambatan yang penulis hadapi, namun berkat adanya, saran, kritik, koreksi dan motivasi dari berbagai pihak, maka skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Teristimewa kedua orang tuaku tercinta **H. Abdul Sabur** dan **Siti Lutfiah**, kakak-kakakku **Sabarria**, **Sabaruddin**, **Sariba**, **Darwin**, **Darwiah** yang telah memberikan dukungan moril maupun materil dan senantiasa mendoakan penulis, dan terutama Kak **Baharuddin** yang selalu memberi nasehat, motivasi, dan bimbingan kepada penulis.
2. Bapak **Dr. Mahatma Lanuru, ST, M.Sc** dan **Prof. Dr. Ir. Chair Rani, M.Si**, selaku pembimbing penulis yang telah banyak meluangkan waktu dan pikirannya untuk selalu mendampingi, memberikan arahan, masukan, motivasi serta bimbingan kepada penulis baik dari awal penelitian hingga selesainya skripsi ini.
3. Bapak **Dr. Ir. Amir Hamzah Muhiddin, M.Si** selaku ketua jurusan Ilmu kelautan yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan, masukan, dan bantuan untuk penggunaan alat penelitian.
4. Bapak **Dr. Ir. Abdul Haris. M. Si**, **Dr. Wasir Samad, S.Si, M.Si**, dan **Prof. Dr. Amran Saru, ST, M.Si** selaku dosen penguji yang telah menguji, memberikan tanggapan, dan saran terhadap penyempurnaan skripsi ini.

5. Untuk Sodariku, **Rizka, Anggi, Ipa, Adlien**, dan **Ana** yang telah memberikan semangat, perhatian, dukungan dan kerjasama serta selalu setia mendengarkan keluh kesah penulis.
6. Teman-teman yang telah membantu baik dalam kegiatan prapenelitian hingga penelitian, **Arif, Ancha, Mahdi, Herman, Andry, Matte, Nik, Haerul**. Terima kasih atas segala bantuannya.
7. Kawan-kawan Keluarga Mahasiswa Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin khususnya warga **MEZEIGHT** yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah menemani penulis selama kuliah di jurusan ilmu kelautan. Terima kasih atas dukungan, do'a serta senda guraunya.

Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Makassar, Juni 2013
Penulis,

Darmiati

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan kegunaan	3
C. Ruang Lingkup	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. Hidrodinamika	5
1. Arus	7
2. Pasang Surut	9
3. Gelombang	10
B. Transformasi Gelombang	14
C. Terumbu Karang Kaitannya dengan Hidrodinamika dan Transformasi Gelombang	17
III. METODE PENELITIAN.....	21
A. Waktu dan Lokasi	21
B. Alat dan Bahan	21
C. Prosedur Penelitian.....	21
1. Tahap Persiapan	21
2. Tahap Penentuan Stasiun	22
3. Perolehan Data	23
a. Pengamatan Pasang Surut.....	23
b. Pengukuran Kedalaman (Pemeruman).....	24
c. Pengukuran Gelombang.....	25
d. Pengukuran Arus.....	25
e. Pengamatan Tutupan Dasar dan Kondisi Terumbu Karang..	26
f. Data Arah dan Kecepatan Angin	26
4. Analisis Data	27
a. Kondisi Hidrodinamika Perairan Pantai Bau-bau	27
1) Pasang Surut.....	27
2) Parameter Gelombang.....	28
a) Tinggi gelombang.....	28
b) Periode Gelombang	28
c) Panjang Gelombang	28
d) Energi Gelombang	28
e) Peramalan Gelombang	29
f) Koefiesien transmisi gelombang yang melewati terumbu karang.....	33

3) Parameter Arus.....	34
b. Pengaruh Terumbu Karang Terhadap Transformasi Gelombang.....	34
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	36
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	36
B. Kondisi Hidrodinamika Perairan Pantai Bau-bau.....	37
1. Angin	37
2. Kedalaman	41
3. Pasang Surut	44
4. Arus	45
5. Gelombang	47
C. Transformasi Gelombang Laut Dalam Menuju Pantai	49
1. Pola Transformasi Gelombang dari Arah Barat	50
2. Pola Transformasi Gelombang dari Arah Barat	51
D. Pengaruh Terumbu Karang Terhadap Transformasi Gelombang	53
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	60
A. Kesimpulan	60
B. Saran	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN	64

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Persamaan parameter gelombang amplitudo kecil (CHL 2002)	33
2. Frekuensi dan persentase angin maksimum selama tahun 2003 – 2012	38
3. Frekuensi dan persentase angin maksimum harian selama bulan Januari 2013	40
4. Konstanta harmonik pasang surut Perairan Bau-Bau.....	44
5. Hasil pengukuran arus pada setiap stasiun pengamatan	45
6. Perbandingan karakteristik gelombang di depan dan di belakang terumbu karang.....	47
7. Koefisien transmisi gelombang yang melewati terumbu karang	48
8. Persentase tutupan terumbu karang	53
9. Perbandingan karakteristik gelombang dan arus sebelum dan setelah melewati daerah terumbu karang dan daerah berpasir	54
10. Persentase penurunan karakteristik gelombang dan arus pada daerah terumbu karang dan pasir	58

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Gerak partikel air di laut dangkal, transisi dan dalam (Triatmodjo, 1999)	11
2. Sketsa definisi gelombang progresif (CHL 2002).....	13
3. Refraksi gelombang pada berbagai bentuk tipe kontur garis pantai (a) kontur lurus dan sejajar; (b) gabungan antara <i>submarine ridge</i> dan (b) <i>submarine canyon</i> ; (c); <i>submarine ridge</i> dan (d) <i>submarine canyon</i> (CHL 2002).	15
4. Simulasi daerah pengambilan data	22
5. Peta lokasi penelitian	23
6. Sketsa penempatan alat pada survei batimetri, penempatan GPSMap tranduser, antena, reader) di perahu	24
7. Diagram alir koreksi kecepatan angin (simbol lihat dalam teks)	30
8. Rasio koreksi angin pada Ketinggian 10 m.....	30
9. Rasio durasi kecepatan angin (U_i) paada kecepatan 1 jam (U_{3600})	31
10. Perbandingan/rasio (R_L) kecepatan angin di atas laut (U_w) dengan angin di darat (U_L) (CHL 2002). (<i>Keterangan: Pemakaian R_L, normalnya jika jarak alat pencatat angin 16 km dari laut</i>)	31
11. <i>Wind rose</i> daerah perairan Pantai Bau-bau selama tahun 2003 – 2012 .	39
12. <i>Wind rose</i> daerah perairan Pantai Bau-bau bulan Januari 2013	40
13. Bentuk profil kedua stasiun perairan Pantai bau-bau	42
14. Peta Kontur Kedalaman perairan Pantai Bau-bau.....	43
15. Perbandingan grafik pasang surut dari hasil pengukuran dan prediksi....	45
16. Peta pola arus perairan Pantai Bau-bau.....	46
17. Pola transformasi gelombang dari arah barat laut	50
18. Pola transformasi gelombang dari arah barat daya	52
19. Lifeform karang hidup yang dominan setiap substasiun ; a) Substasiun I, b) Substasiun II, c) Substasiun III	54

20. Grafik karakteristik gelombang sebelum dan setelah melewati karang pada stasiun terumbu karang dan pasir ; a) Tinggi gelombang (H), b) periode gelombang (T), c) panjang gelombang (L), d) Energi gelombang, e) kecepatan arus (V). (NS) = tidak berbeda nyata dan (*) berbeda nyata pada $\alpha = 5\%$ berdasarkan uji t-berpasangan.. 56
21. Grafik persentase penurunan sebelum dan setelah melewati daerah terumbu karang dan pasir pada beberapa parameter gelombang dan arus; a) Tinggi gelombang (H), b) periode gelombang (T), c) panjang gelombang (L), d) Energi gelombang, e) kecepatan arus (V). Huruf yang berbeda di atas menunjukkan perbedaan yang nyata pada $\alpha = 5\%$ berdasarkan uji t student 57

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Hasil arah dan kecepatan Arus sebelum dan setelah melewati daerah terumbu karang dan daerah berpasir perairan Pantai Bau-bau	65
2. Hasil perhitungan pasang surut perairan Pantai Bau-bau dengan metode Doodson.....	66
3. Hasil arah dan kecepatan Arus sebelum dan setelah Melewati terumbu karang dan pasir perairan Pantai Bau-bau	67
4. Hasil pengukuran karakteristik gelombang sebelum dan setelah melewati terumbu karang dan pasir perairan Pantai Bau-bau	68
5. Data hasil pengukuran tutupan dasar terumbu karang.....	69
6. Rekapitulasi persentase tutupan karang	72
7. Jenis tutupan dasar terumbu karang	73
8. Analisis uji t berpasangan dan uji t student	74

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pantai adalah suatu zona yang dinamik karena merupakan zona persinggungan dan interaksi antar lautan, daratan, dan udara. Zona pantai senantiasa memiliki proses penyesuaian yang terus menerus menuju keseimbangan alami terhadap dampak dari pengaruh eksternal dan internal, baik yang bersifat alami maupun non alami. Faktor alami seperti gelombang, arus, aksi angin, input dari sungai, kondisi tumbuhan pantai serta aktifitas tektonik maupun vulkanik. Faktor non alami seperti kegiatan campur tangan manusia/buatan dalam hal ini, adalah pemanfaatan kawasan pantai sebagai suatu kawasan seperti perikanan, industri, pelabuhan, pariwisata, pertanian/kehutanan, pertambangan dan pemukiman (Suriamihardja, 1996).

Pola hidrodinamika pantai terutama gelombang dan arus bergantung pada bentuk dan karakteristik pantai. Pantai selalu menyesuaikan bentuk profilnya sedemikian rupa sehingga mampu mereduksi energi gelombang yang datang. Penyesuaian bentuk tersebut merupakan respon dinamis alami pantai terhadap laut (Triatmodjo, 1999).

Fenomena gelombang yang terjadi di laut ketika bergerak memasuki daerah pesisir akan mengalami transformasi gelombang yang mengakibatkan terjadinya perubahan panjang, tinggi dan arah gelombang. Adanya transformasi gelombang ini berpengaruh terhadap proses pesisir pantai. Transformasi gelombang yang terjadi diantaranya gelombang pecah, refraksi, difraksi (pembelokan arah gelombang) dan refleksi. Refraksi gelombang adalah pembiasan gelombang yang terjadi karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut, sehingga perubahan yang terjadi pada gelombang berupa perubahan tinggi dan arah penjarannya. Difraksi terjadi apabila gelombang

yang menjalar tersebut terhalang oleh bangunan pemecah gelombang atau *breakwater*, sedangkan refleksi gelombang terjadi apabila gelombang yang datang mengenai/membentur suatu rintangan, sehingga terjadi pemantulan gelombang (Triatmodjo, 1999).

Terumbu karang merupakan penghalang pertama di laut terhadap ancaman gelombang pasang dan berpengaruh terhadap bentuk transformasi gelombang yang terjadi, karena letaknya yang berada pada bagian terluar dari pantai. Terumbu karang terbentuk dari endapan-endapan masif terutama kalsium karbonat yang dihasilkan oleh organisme karang, alga berkapur dan organisme lain yang mengeluarkan kalsium karbonat. Terumbu karang berfungsi sebagai pelindung ekosistem pesisir dan laut dari tekanan gelombang (Dahuri, 2001).

Menurut Suharsono (1995), peran terumbu karang sangat penting sebagai pelindung alami pantai dari hempasan gelombang dan arus laut, sebagai habitat, tempat mencari makan, tempat berpijah dan asuhan serta pembesaran bagi biota laut. Terumbu karang tepi dan penghalang adalah pemecah gelombang alami yang melindungi pantai dari erosi, banjir pantai dan peristiwa perusakan lainnya yang diakibatkan oleh fenomena air laut. Terumbu karang juga memberikan kontribusi untuk akresi (penumpukan) pantai dengan memberikan pasir untuk pantai dan memberikan perlindungan terhadap desa-desa dan infrastruktur daerah pesisir seperti jalan dan bangunan-bangunan lainnya yang berada disepanjang pantai (Sukmara *et al.*, 2001).

Pantai Bau-Bau merupakan bagian dari perairan Selat Buton yang secara fisik dipengaruhi oleh dinamika oseanografi (pasang surut, gelombang dan arus) dan aliran sungai yang berubah pada setiap musim. Pada umumnya gelombang yang merambat di perairan Bau-Bau dari arah barat dan barat daya lebih besar

dibandingkan dengan gelombang dari arah timur dan timur laut. Hal ini disebabkan karena gelombang dari arah barat dan barat daya berasal dari perairan yang lebih terbuka (laut bebas), sedangkan dari arah timur dan timur laut berasal dari perairan yang semi terbuka (Teluk dan Selat Buton).

Berdasarkan bentuk dan karakteristik pantai Bau-Bau terdiri dua bentuk yakni pada bagian sisi utara yang berada di Teluk dan Selat Buton memiliki substrat pantai berpasir dan hamparan terumbu karang, sedangkan pada sisi barat yang berhadapan dengan laut terbuka memiliki substrat batuan keras dan sebagian berlumpur sebagai akibat adanya muara Sungai Bau-Bau pada sisi pantai tersebut. Kedua sisi tersebut dipisahkan oleh Jetti (Jembatan Batu) yang menjorok ke arah barat laut. Dengan kondisi demikian menunjukkan adanya hubungan antara pola hidrodinamika dengan keberadaan substrat dasar perairan dan kondisi ekologi khususnya terumbu karang di wilayah ini.

Pemanfaatan dan pengembangan kawasan pesisir Bau-Bau cenderung meningkat setiap tahunnya seperti sebagai areal pelabuhan (transportasi), permukiman dan perdagangan serta adanya reklamasi pantai. Peningkatan pemanfaatan areal pantai pada kawasan ini berdampak pada terganggunya keseimbangan pola hidrodinamika pantai seperti transformasi gelombang yang terdapat beberapa ekosistem di antaranya adalah terumbu karang. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian dilakukan untuk mengetahui kondisi hidrodinamika dan model transformasi gelombang kaitannya dengan terumbu karang.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan penelitian ini adalah :

- 1) Untuk mendapatkan gambaran tentang kondisi hidrodinamika khususnya arus, gelombang dan pasang surut di Perairan Pantai Bau-bau.

- 2) Mengetahui transformasi Gelombang yang terjadi di Perairan Pantai Bau-bau.
- 3) Mengetahui pengaruh terumbu karang terhadap transformasi gelombang di Perairan Pantai Bau-bau.

Kegunaan yang diharapkan dari penelitian ini adalah data dan informasi kondisi hidrodinamika dan transformasi gelombang yang diperoleh nantinya dapat dijadikan sebagai bahan rujukan dan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan untuk pemanfaatan dan pengelolaan perairan pantai Bau-Bau.

C. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian yang akan dilaksanakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Pengamatan pasang surut
- 2) Pengukuran bathimetri
- 3) Pengukuran gelombang
- 4) Pengukuran arus
- 5) Pengamatan terumbu karang

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Hidrodinamika Laut

Definisi hidrodinamika adalah studi ilmiah tentang gerak fluida, khususnya zat cair *incompressible* yang di pengaruhi oleh gaya internal dan eksternal. Dalam hidrodinamika laut gaya-gaya yang terpenting adalah gaya gravitasi, gaya gesekan, dan gaya coriolis (Stewart, 2006 *dalam* Cahyana, 2011).

Gaya gravitasi merupakan gaya yang dominan dalam hidrodinamika. Gaya berat dari air laut yang merupakan akibat dari adanya gravitasi, menghasilkan tekanan hidrostatik. Perubahan gravitasi yang diakibatkan oleh gerakan matahari dan bulan relatif terhadap bumi, menyebabkan terjadinya pasang surut, arus dan pencampuran. Gravitasi juga menyebabkan terjadinya *buoyancy*, yaitu gaya naik atau gaya turun pada paket-paket air yang memiliki densitas lebih besar atau lebih kecil dari pada air di sekitarnya pada level yang sama. Gaya gesekan adalah gaya yang bekerja pada dua buah permukaan yang saling bersentuhan dan terjadi gerak relatif antara keduanya. Permukaan di sini dapat berupa paket air atau udara. Tekanan angin adalah gesekan yang disebabkan oleh bertiupnya angin di atas permukaan laut. Tiupan angin mentransfer momentum horizontal ke laut sehingga menghasilkan arus laut. Jika angin bertiup pada gelombang laut, maka akan terjadi gelombang laut yang lebih besar (Stewart, 2006 *dalam* Cahyana, 2011).

Gaya koriolis adalah gaya semu yang dominan yang mempengaruhi gerak dalam sistem koordinat yang disesuaikan terhadap bumi. Gaya semu adalah gaya yang nyata yang muncul dari gerak dalam *curvilinear* atau koordinat yang berputar. Efek coriolis adalah pantulan dari angin yang bergerak sepanjang permukaan bumi ke kanan arah gerak pada bagian utara bumi, dan ke kiri arah gerak pada bagian selatan bumi. Efek coriolis disebabkan oleh rotasi bumi dan

menentukan arah rotasi dari massa, akibatnya arah berputar searah jarum jam di bumi bagian selatan, dan berlawanan arah jarum jam di bumi bagian utara (Stewart, 2006 dalam Cahyana, 2011).

Hidrodinamika adalah cabang dari mekanika fluida. Dalam oseanografi, mekanika fluida digunakan berdasarkan mekanika Newton yang dimodifikasi dengan memperhitungkan turbelensi (Stewart, 2006 dalam Cahyana, 2011). Hidrodinamika memiliki dua persamaan dasar, yaitu persamaan kontinuitas dan persamaan momentum. Persamaan dasar hidrodinamika yang biasa digunakan pada model hidrodinamika adalah persamaan kekekalan massa dan momentum yang diintegrasikan terhadap kedalaman.

Persamaan kekekalan massa:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + h \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right) + u \frac{\partial h}{\partial x} + v \frac{\partial h}{\partial y} = 0$$

Persamaan kekekalan momentum

Arah x

$$\begin{aligned} h \frac{\partial v}{\partial t} + hu \frac{\partial v}{\partial x} + hv \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{h}{\rho} \left[E_{yx} \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + E_{yy} \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right] \\ + gh \left[\frac{\partial a}{\partial y} + \frac{\partial h}{\partial y} \right] + \frac{g\nu n^2}{\left(1.486h^{1/6} \right)^2} (u^2 + v^2)^{1/2} \\ - \zeta V_a^2 \sin \psi + 2hu\omega \sin \Phi = 0 \end{aligned}$$

Arah y

$$\begin{aligned} h \frac{\partial u}{\partial t} + hu \frac{\partial u}{\partial x} + hv \frac{\partial u}{\partial y} - \frac{h}{\rho} \left[E_{xx} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + E_{xy} \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right] \\ + gh \left[\frac{\partial a}{\partial x} + \frac{\partial h}{\partial x} \right] + \frac{g\nu n^2}{\left(1.486h^{1/6} \right)^2} (u^2 + v^2)^{1/2} \\ - \zeta V_a^2 \cos \psi - 2hv\omega \sin \Phi = 0 \end{aligned}$$

Dimana: h = kedalaman perairan, t = waktu, u, v = komponen kecepatan arah x dan y , ρ = kerapatan fluida, g = percepatan gravitasi, E = koefisien kekentalan turbulen, τ_{xx} , dalam arah normal terhadap bidang x , τ_{yy} dalam arah normal terhadap bidang y , τ_{xy} dan τ_{yx} masing-masing berimpit dengan bidang x dan y , a = elevasi dasar perairan, n = koefisien kekasaran Manning, ζ = koefisien tegangan geser angin empiris, V_a = kecepatan angin, Ψ = arah angin, ω = kecepatan rotasi bumi, ϕ = posisi lintang geografis.

Fenomena arus, gelombang dan pasang surut merupakan bagian dari hidrodinamika laut. Parameter hidrodinamika laut ini merupakan bagian dari keseluruhan komponen oseanografi yang saling mengadakan interaksi atau saling mempengaruhi satu sama lain yang cukup kompleks. Seperti adanya fenomena pasang dan surut yang akan membangkitkan arus pasang dan surut yang akan membawa massa air bersamaan dengan arus surut (Wibisono, 2005).

1. Arus

Arus merupakan gerakan mengalir suatu massa air yang dapat disebabkan oleh tiupan angin, atau karena perbedaan dalam densitas air laut atau pula disebabkan oleh gerakan bergelombang panjang. Arus yang disebabkan oleh pasang surut biasanya lebih banyak diamati di perairan pantai terutama pada selat-selat yang sempit dengan kisaran pasang surut yang tinggi. Di laut yang terbuka, arah dan kekuatan arus di lapisan permukaan sangat banyak ditentukan oleh angin (Nontji, 1987).

Menurut Bernawis (2000), faktor pembangkit arus permukaan disebabkan oleh adanya angin yang bertiup di atasnya. Tenaga angin memberikan pengaruh terhadap arus permukaan (atas) sekitar 2% dari kecepatan angin itu sendiri. Kecepatan arus ini akan berkurang sesuai dengan makin bertambahnya kedalaman perairan sampai pada akhirnya angin tidak berpengaruh pada

kedalaman 200. Ketika angin berhembus di laut, energi yang ditransfer dari angin ke batas permukaan, sebagian energi ini digunakan dalam pembentukan gelombang gravitasi permukaan, yang memberikan pergerakan air dari yang kecil ke arah perambatan gelombang sehingga terbentuklah arus di laut. Semakin cepat kecepatan angin, semakin besar gaya gesekan yang bekerja pada permukaan laut, dan semakin besar arus permukaan. Dalam proses gesekan antara angin dengan permukaan laut dapat menghasilkan gerakan air yaitu pergerakan air laminar dan pergerakan air turbulen (Supangat, 2003).

Gelombang yang merambat menuju pantai membawa massa air dan momentum dalam arah perambatan gelombang. Transpor massa dan momentum tersebut menimbulkan arus di daerah dekat pantai. Di beberapa daerah yang dilintasinya, perilaku gelombang dan arus yang ditimbulkannya berbeda. Daerah yang dilintasi gelombang tersebut adalah *offshore zone*, *surf zone* dan *swash zone*. Arus yang terjadi di daerah tersebut sangat tergantung pada arah datang gelombang (CERC, 1984).

Menurut triadmodjo (1999), refraksi gelombang merupakan salah satu penyebab timbulnya arus di perairan pantai. Hal ini dapat ditunjukkan bahwa zona bergelombang tinggi akan bergantian dengan zona gelombang rendah, terutama pada relief lepas pantai yang lebih kompleks dan garis pantai berlekuk serta gelombang datang memiliki puncak yang panjang. Sorensen (1991) menambahkan, bahwa berbagai arus di perairan pantai dapat disebabkan oleh angin, aliran dari sungai atau oleh pasang surut, tetapi kebanyakan arus perairan pantai merupakan aliran menyusur pantai.

Arus sepanjang pantai (*longshore current*) dapat juga ditimbulkan oleh gelombang yang pecah dengan membentuk sudut terhadap garis pantai. Arus ini terjadi di daerah antara gelombang pecah dan garis pantai. Parameter terpenting

dalam menentukan kecepatan arus sepanjang pantai adalah tinggi dan sudut datang gelombang pecah (CERC, 1984).

2. Pasang Surut

Pasang surut adalah proses naik turunnya paras laut (sea level) secara berkala yang ditimbulkan oleh adanya gaya tarik dari benda-benda angkasa, terutama matahari dan bulan, terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dari massa matahari, tetapi karena jaraknya jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar daripada pengaruh gaya tarik matahari. Gaya tarik bulan yang mempengaruhi pasang surut adalah 2,2 kali lebih besar daripada gaya tarik matahari. Fenomena ini memberikan kekhasan karakteristik pada kawasan pesisir dan lautan, sehingga menyebabkan kondisi fisik perairan yang berbeda-beda (Ali *et al.*, 1994).

Secara umum pasang surut di berbagai daerah perairan Indonesia dapat dibedakan dalam empat tipe yakni (Triatmodjo 1999) :

1) Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*)

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Periode pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit. Pasut jenis ini terdapat di Selat Malaka sampai Laut Andaman.

2) Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*)

Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Pasut jenis ini terdapat di perairan selat Karimata.

3) Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*)

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Pasut jenis ini terdapat di perairan Indonesia bagian Timur.

4) Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*)

Pada tipe ini dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda. Pasut jenis ini terdapat di perairan utara Dangkan Sunda.

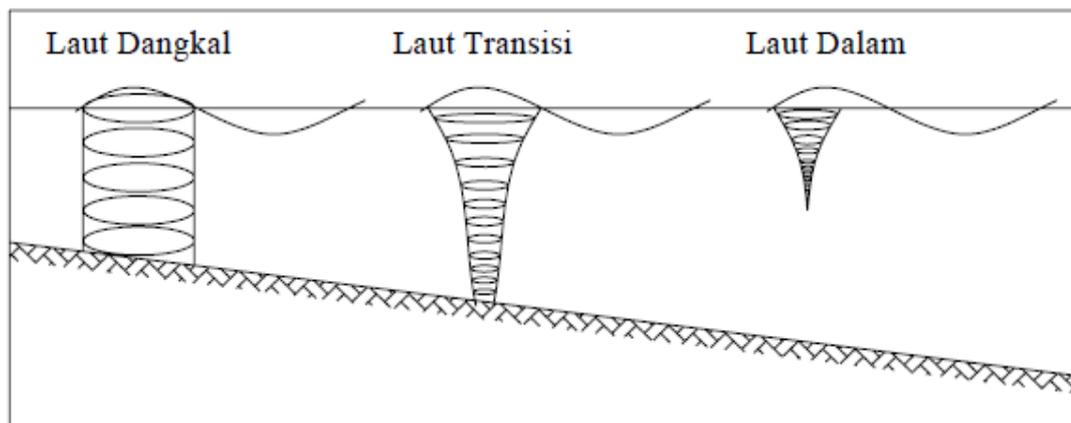
Komponen konstanta harmonik pasang surut yakni komponen harmonik bulan dan matahari dapat diperoleh dari hasil pengamatan pasang surut. Untuk mendapatkan konstanta harmonik pasang surut dapat menggunakan beberapa metode yakni *Metode Admiralty* (Hidrographich Departemen Admiralty/HDA 1941) dan *Metode Least Square* (Ali *et al.* 1994), dari konstanta harmonik pasang surut tersebut dapat diperoleh karakteristik dan tipe pasang surut.

3. Gelombang

Gelombang laut dapat ditinjau sebagai deretan dari pulsa-pulsa yang berurutan yang terlihat sebagai perubahan ketinggian permukaan air laut, yaitu dari suatu elevasi maksimum (puncak) ke elevasi minimum (lembah). Gelombang terjadi akibat adanya gaya-gaya alam yang bekerja di laut seperti tekanan atau tegangan dari atmosfer (khususnya melalui angin), gempa bumi, gaya gravitasi bumi dan benda-benda angkasa (bulan dan matahari), gaya coriolis (akibat rotasi bumi), dan tegangan permukaan (Triatmadja, 2004).

Pada umumnya gelombang terjadi karena hembusan angin di permukaan air laut. Daerah di mana gelombang itu dibentuk disebut daerah pembangkitan gelombang (*wave generating area*). Gelombang yang terjadi di daerah

pembangkitan disebut *sea*, sedangkan gelombang yang terbentuk di luar daerah pembangkitan disebut *swell*. Ketika gelombang menjalar, partikel air di permukaan bergerak dalam suatu lingkaran besar membentuk puncak gelombang pada puncak lingkarannya dan lembah pada lintasan terendah. Di bawah permukaan, air bergerak dalam lingkaran-lingkaran yang makin kecil. Saat gelombang mendekati pantai, bagian bawah gelombang akan mulai bergesekan dengan dasar laut yang menyebabkan pecahnya gelombang dan terjadi putaran pada dasar laut yang dapat membawa material dari dasar pantai serta menyebabkan perubahan profil pantai (Triatmodjo, 1999).



Gambar 1. Gerak partikel air di laut dangkal, transisi dan dalam (Triatmodjo, 1999).

Gelombang akan mentransfer energi melalui partikel air sesuai dengan arah hembusan angin. Lebih lanjut dikemukakan bahwa mekanisme transfer energi ini terdiri dari dua bentuk yakni *pertama*: akibat variasi tekanan angin pada permukaan air yang diikuti oleh pergerakan gelombang dan *kedua*: transfer momentum dan energi dari gelombang frekuensi tinggi ke gelombang frekuensi rendah (periode tinggi dan panjang gelombang besar). Gelombang frekuensi tinggi dapat ditimbulkan oleh angin yang berhembus secara kontinyu. Viskositas air laut dapat mempengaruhi efek langsung dari tekanan angin, sehingga kecepatan angin permukaan menghilang makin ke dalam dan pada suatu kedalaman tertentu menjadi nol (Kramadibrata, 1985).

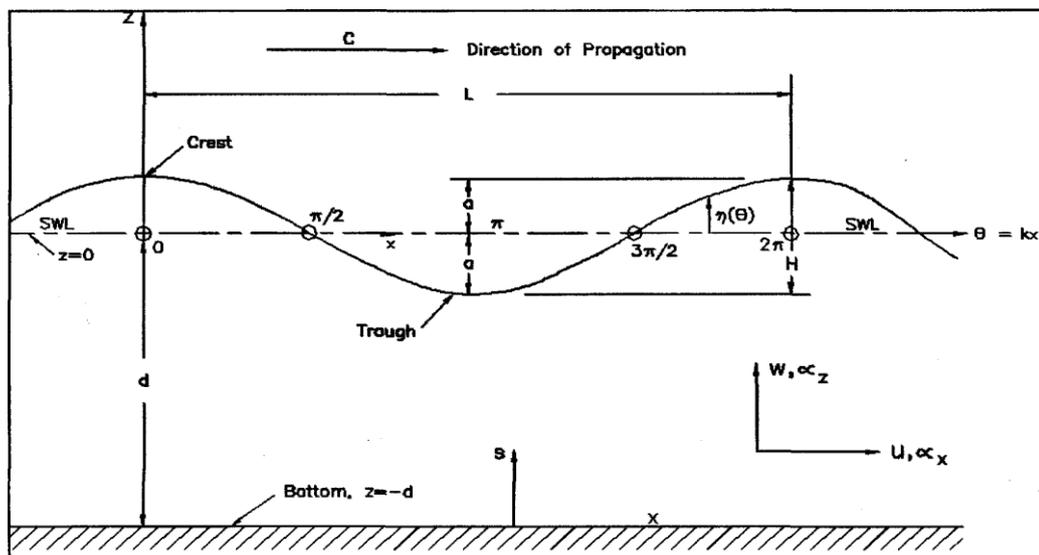
Tiga faktor yang menentukan karakteristik gelombang yang dibangkitkan oleh angin (Davis 1991) yaitu : (1) lama angin bertiup atau durasi angin, (2) kecepatan angin dan (3) *fetch* (jarak yang ditempuh oleh angin dari arah pembangkitan gelombang atau daerah pembangkitan gelombang). Semakin lama angin bertiup, semakin besar jumlah energi yang dapat dihasilkan dalam pembangkitan gelombang. Demikian halnya dengan *fetch*, gelombang yang bergerak keluar dari daerah pembangkitan gelombang hanya memperoleh sedikit tambahan energi. Akan tetapi ada faktor-faktor lain yang kadang-kadang sangat berpengaruh misalnya lebar *fetch*, kedalaman air, kekasaran dasar, stabilitas atmosfer dan sebagainya (Yuwono, 1984).

Menurut Ningsih (2000), pada pertumbuhan gelombang laut dikenal beberapa istilah seperti :

- 1) *Fully developed seas*, kondisi di mana tinggi gelombang mencapai harga maksimum (terjadi jika *fetch* cukup panjang).
- 2) *Fully limited-condition*, pertumbuhan gelombang dibatasi oleh *fetch*. Dalam hal ini panjang *fetch* (panjang daerah pembangkit angin) dapat dibatasi oleh garis pantai atau dimensi ruang dari medan angin
- 3) *Duration limited-condition*, pertumbuhan gelombang dibatasi oleh lamanya waktu dari tiupan angin
- 4) *Sea waves*, gelombang yang tumbuh di daerah medan angin. Kondisi gelombang di sini adalah curam yaitu panjang gelombang berkisar antara 10 sampai 20 kali lebih tinggi gelombang.
- 5) *Swell waves (swell)*, gelombang yang tumbuh (menjalar) di luar medan angin. Kondisi gelombang di sini adalah landai yaitu panjang gelombang berkisar antara 30 sampai 500 kali tinggi gelombang.

Pada umumnya bentuk gelombang di alam adalah sangat rumit dan sulit digambarkan secara matematis. Kerumitan tersebut akibat perambatan yang tidak linier, tiga dimensi dan mempunyai bentuk yang acak (suatu deret gelombang mempunyai tinggi dan periode berbeda). Beberapa teori yang ada hanya menggambarkan bentuk gelombang yang sederhana dan merupakan pendekatan gelombang alam. Ada beberapa teori dengan berbagai derajat kerumitan dan ketelitian untuk menggambarkan gelombang di alam, diantaranya adalah teori Airy, Stokes, Gerstner, Mich, Knoidal, dan teori gelombang tunggal (*solitari wave*). Teori gelombang Airy merupakan gelombang amplitudo kecil, sedang teori yang lain adalah gelombang amplitudo terbatas (*finite amplitude waves*) (Triatmodjo, 1999).

Umumnya dalam mempelajari gelombang dilakukan dengan suatu pendekatan dengan menganggap bahwa suatu gelombang yang tak beraturan merupakan superposisi dari tak berhingga gelombang-gelombang sederhana yang mempunyai pola sinusoidal. Gambar 2. menunjukkan sketsa definisi dari suatu gelombang sinusoidal yang menjalar disuatu kedalaman perairan d di dalam sistem koordinat x dan z . Dasar perairan terletak di $z=-d$ dan profil permukaan gelombang pada $z=\eta$.



Gambar 2. Sketsa definisi gelombang progresif (CHL 2002).

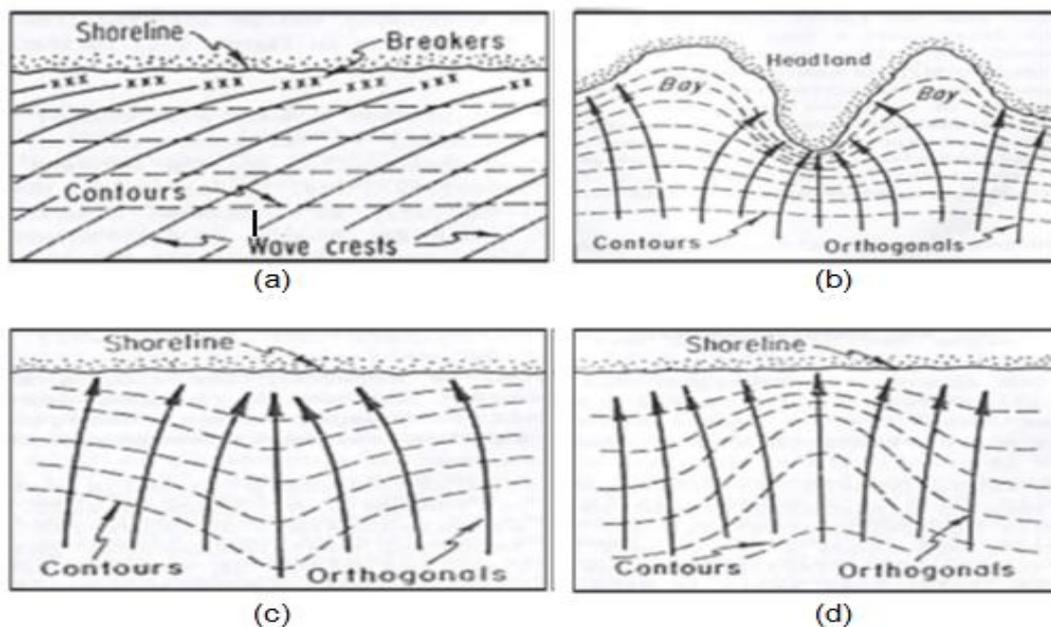
dimana: x dan z = masing-masing koordinat horisontal dan vertikal; $a = H/2$ = amplitudo gelombang; $\eta = a \cos(kx - \omega t)$ = elevasi muka air; H = tinggi gelombang (jarak antara puncak dan lembah); T = perioda gelombang (perbedaan waktu antara dua puncak/lembah gelombang yang berurutan); L = panjang gelombang (jarak dari dua puncak/lembah gelombang yang berurutan); $C = L/T$ = kecepatan rambat gelombang, dimana; d = kedalaman perairan dihitung dari SWL (*still water level*) yaitu muka air rata-rata; t = waktu; u dan w = masing-masing menyatakan komponen kecepatan partikel horisontal dan vertikal; ζ dan ε = masing-masing menyatakan posisi horisontal dan vertikal sesaat (mengacu ke pusat orbit) dari partikel yang bergerak sepanjang orbitnya; $k = 2\pi/L$ = jumlah gelombang; $\omega = 2\pi/T$ = frekuensi sudut gelombang;

B. Transformasi Gelombang

Gelombang yang merambat menuju tepi pantai akan mengalami beberapa proses perubahan ketinggian gelombang sebagai akibat dari proses pendangkalan (*wave shoaling*), refraksi, difraksi atau proses refleksi sebelum akhirnya gelombang tersebut pecah (*wave breaking*) (Pratikto *et al.*, 1997 dalam Triatmodjo, 1999).

Menurut Carter (1988), jika suatu muka barisan gelombang datang membentuk sudut miring terhadap tepi pantai yang mempunyai kemiringan dasar landai dengan kontur-kontur kedalaman sejajar dengan pantai, maka muka gelombang akan berubah arah dan cenderung menjadi sejajar dengan garis pantai atau mengalami proses pembiasan (*refraksi*). Selanjutnya arah perambatan berangsur-angsur berubah dengan berkurangnya kedalaman (*shoaling*), sehingga dapat diamati bahwa muka gelombang cenderung sejajar dengan kedalaman. Hal ini disebabkan perubahan bilangan gelombang yang

mengakibatkan perubahan kecepatan fase gelombang. Bila keadaan pantai landai, ada kemungkinan bahwa gelombang tersebut tidak pecah tetapi pemantulan gelombang (*refleksi*), selain itu refleksi juga dapat terjadi jika mengenai/membentur suatu rintangan. Arah dari perambatan dapat juga berubah atau mengalami pelenturan (proses *difraksi*), ketika gelombang melewati perairan dengan kedalaman air yang konstan, seperti ketika gelombang menuju ke suatu pulau atau pemecah gelombang. Pola difraksi dapat diamati bila suatu gelombang melewati suatu tanjung atau ujung sebuah tanggul buatan, maka gelombang akan mengalami pemanjangan puncak secara melengkung ke arah sisi belakang tanjung atau tanggul perintang tersebut. Peristiwa ini terjadi karena perembesan energi ke dalam bayang-bayang yang merupakan daerah aliran tenang di belakang rintangan. Menurut Bishop dan Donelan (1989), selain disebabkan oleh variasi batimetri, gelombang dapat direfraksikan oleh arus atau fenomena lain di laut yang menyebabkan sebagian gelombang berjalan lebih lambat dari bagian yang lainnya. Gambar 3 merupakan pola refraksi gelombang pada berbagai bentuk kontur garis pantai.



Gambar 3. Refraksi gelombang pada berbagai bentuk tipe kontur garis pantai (a) kontur lurus dan sejajar; (b) gabungan antara *submarine ridge* dan *submarine canyon*; (c); *submarine ridge* dan (d) *submarine canyon* (CHL 2002).

Refraksi dan pendangkalan gelombang (*wave shoaling*) dapat menentukan ketinggian gelombang pada kedalaman tertentu serta distribusi energi gelombang sepanjang pantai. Selain itu, perubahan arah gelombang sebagai hasil dari refraksi suatu daerah energi gelombang konvergen (penguncupan) atau divergen (penyebaran) yang berpengaruh terhadap struktur pantai. Refraksi juga berperan dalam perubahan topografi dasar laut dari pengaruh erosi dan sedimentasi serta deskripsi secara umum dari kedalaman perairan pantai dapat diperoleh melalui analisis pola refraksi gelombang (CERC, 1984).

Anggapan-anggapan yang digunakan dalam studi refraksi adalah sebagai berikut (Triatmodjo, 1999):

- 1) Energi Gelombang antara dua ortogonal adalah konstan.
- 2) Arah penjalaran gelombang tegak lurus pada puncak gelombang, yaitu dalam arah ortogonal gelombang.
- 3) Cepat rambat gelombang yang mempunyai periode tertentu di suatu tempat hanya tergantung pada kedalaman di tempat tersebut.
- 4) Perubahan topografi adalah berangsur-angsur.
- 5) Gelombang mempunyai puncak yang panjang, periode konstan, amplitudo kecil dan monokromatik.

Persamaan cepat rambat gelombang berdasarkan kedalaman relatifnya yaitu (Triatmodjo, 1999) :

- 1) Laut dangkal ($d/L < 1/20$) : $C^2 = gd$
- 2) Laut transisi ($1/25 < d/L < 1/2$) : $C^2 = \frac{gL}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L}$
- 3) Laut dalam ($d/L > 1/20$) : $C^2 = \frac{gL}{2\pi}$

Dimana : C = cepat rambat; g = percepatan gravitasi; L = panjang gelombang; d = kedalaman. C_0 pada persamaan laut dalam tidak tergantung pada kedalaman, jadi di laut dalam gelombang tidak mengalami refraksi. Di laut transisi dan dangkal, pengaruh refraksi semakin besar (Triatmodjo, 1999)

Gelombang menjadi tidak stabil (pecah) jika terlampaui curam atau tinggi gelombangnya mencapai batas tertentu. Tinggi maksimum gelombang di perairan dalam (*deep water*) terbatas pada kecuraman gelombang maksimum untuk bentuk gelombang yang relatif stabil. Gelombang yang mencapai batas kecuraman (*limited steepness*) akan mulai pecah yang mengakibatkan sebagian energinya hilang (CERC, 1984).

Gelombang perairan dalam akan bergerak menuju kearah pantai, tetapi tidak semua gelombang yang datang dari perairan bebas tersebut dapat mendekati pantai. Hanya gelombang dengan frekuensi tertentu yang dapat mencapai pantai, sedangkan gelombang lainnya memberikan energinya kepada gelombang tertentu tersebut (Sidjabat, 1973).

Batas kecuraman pada perairan dangkal akan menurun sebagai fungsi dari rasio antara kedalaman perairan dengan panjang gelombang dan kemiringan pantai. Gelombang yang bergerak ke arah pantai akan mengalami perubahan ketinggian. Perubahan tinggi ini disertai dengan perubahan bentuk gelombang. Puncak gelombang akan menyempit dan curam sedangkan bentuknya menjadi panjang dan datar. Selanjutnya gelombang tersebut akan mencapai suatu kedalaman yang cukup untuk mulai pecah dengan ketinggian gelombang pecah pada jarak tertentu dari garis pantai. Gelombang yang telah pecah akan menghamburkan energinya ke atas muka pantai (Sverdrup *et al.*, 1942).

C. Terumbu Karang Kaitannya dengan Hidrodinamika dan Transformasi Gelombang

Umumnya terumbu karang lebih berkembang pada daerah yang bergelombang besar. Selain memberikan pasokan oksigen bagi karang, gelombang juga memberi plankton yang baru untuk koloni karang. Selain itu gelombang sangat membantu dalam menghalangi pengendapan lumpur atau substrat pada koloni karang. Sebaliknya, gelombang yang sangat kuat, seperti halnya gelombang tsunami, dapat menghancurkan terumbu karang secara fisik. Perairan yang terbuka memiliki ombak yang lebih besar, tentu akan mempengaruhi kehidupan karang, bisa pengaruh positif maupun negatif. Koloni karang dengan kerangka-kerangka yang padat dan masif dari kalsium karbonat tidak akan rusak oleh gelombang yang kuat (Nybakken, 1992).

Selain itu terhadap perairan peranan arus sangat penting. Pentingnya arus terutama berkaitan dengan berbagai aspek salah satunya adalah aspek biologi. Kaitan arus dengan aspek biologi yaitu dalam hal distribusi biota (bagi yang mempunyai kemampuan pergerakan yang lemah seperti phytoplankton), disamping itu juga mempunyai peran terhadap penyebaran pakan bagi biota yang hidup terutama biota yang sifatnya menetap diperairan. Hal ini disertai dengan pertimbangan bahwa arus merupakan perwujudan dari pergerakan massa air (Nybakken, 1992)

Pasang surut merupakan faktor pembatas dari pertumbuhan terumbu karang. Pertumbuhan karang kearah atas dibatasi oleh udara, banyak karang yang mati karena karena terlalu lama berada di udara terbuka, sehingga pertumbuhan mereka kearah atas hanya sampai pada tingkat pasang terendah (Nybakken, 1992). Hal ini sama dengan yang dikemukakan oleh Suharsono (1996), yang mengatakan bahwa pasang surut berpengaruh terhadap kenampakan dan komunitas terumbu karang, karena pertumbuhan karang

keatas sangat di batasi oleh pola pasang surut. Hal ini dapat dilihat pada beberapa karang yang mati pada bagian permukaan atas tetapi masih tetap hidup pada bagian samping dan karang akhirnya tumbuh melebar kearah samping. Pola pasang surut juga berpengaruh terhadap tersedianya nutrient dan zat-zat hara anorganik bagi pertumbuhan karang.

Menurut English *et al.* (1994) terumbu karang mempunyai berbagai macam bentuk pertumbuhan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Tipe bercabang (*branching*) yaitu memiliki cabang lebih panjang daripada diameter yang dimiliki, banyak terdapat di sepanjang tepi terumbu dan bagian atas lereng, terutama yang terlindungi atau setengah terbuka.
2. Bentuk masif/padat (*massive*), dengan ukuran bervariasi serta beberapa bentuk seperti bongkahan batu. Permukaan karang ini halus dan padat, biasanya ditemukan di sepanjang tepi terumbu karang dan bagian atas lereng terumbu.
3. Sub masif bentuk kokoh dengan tonjolan-tonjolan atau kolom-kolom kecil
4. Bentuk kerak (*encrusting*), tumbuh menyerupai dasar terumbu dengan permukaan yang kasar dan keras serta berlubang-lubang kecil, banyak terdapat pada lokasi yang terbuka dan berbatu-batu, terutama mendominasi sepanjang tepi lereng terumbu.
5. Tipe meja (*tabulate*) yaitu tipe karang yang menyerupai meja dengan permukaan yang lebar dan datar.
6. Tipe daun (*Foliose*) yaitu tipe karang yang tumbuh dalam bentuk lembaran lembaran yang menonjol pada dasar terumbu, dapat berukuran besar dan kecil serta membentuk lipatan yang melingkar
7. Tipe jamur (*Mushroom*) yaitu tipe karang yang berbentuk oval dan tampak seperti jamur.

8. *Digitate* adalah bentuk percabangan rapat dengan cabang seperti jari-jari tangan.
9. Karang biru (*Heliopora*) yaitu karang yang memiliki warna biru pada rangkanya.
10. Karang api (*Meliopora*) adalah semua jenis karang api yang dapat dikenali dengan adanya warna kuning di ujung koloni dan rasa panas seperti terbakar bila disentuh.
11. Karang lunak (*soft corals*) adalah karang yang berukuran kecil dan lentur tetapi disokong oleh sejumlah besar duri-duri yang kokoh, sehingga tidak mudah putus

Menurut Bascom (1980), gelombang utama akan kehilangan sebagian energi di dalam air akibat adanya bukit karang yang menyebabkan terjadinya pemantulan sebagian energi gelombang, sehingga yang kemudian terlihat adalah gelombang-gelombang kecil disekitar batu karang setelah gelombang utama pecah. Selain itu Nontji (1987), mengatakan bahwa gelombang yang terhempas ke pantai akan melepaskan energi. Makin tinggi gelombang makin besar tenaganya memukul ke pantai. Terumbu karang yang membuat dangkalnya suatu perairan berfungsi sebagai peredam pukulan gelombang sehingga dapat mengurangi tinggi gelombang.