

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Gelombang

Gelombang adalah pergerakan naik dan turunnya air dengan arah tegak lurus permukaan air laut yang membentuk kurva/ grafik sinusoidal. Salah satunya gelombang laut yang disebabkan oleh angin, angin di atas lautan mentransfer energinya ke perairan, menyebabkan riak-riak, alun/ bukit, dan berubah menjadi apa yang kita sebut sebagai gelombang.

Gelombang di laut dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam tergantung pada gaya pembangkitnya. Gelombang tersebut adalah gelombang angin yang dibangkitkan oleh angin di permukaan laut, gelombang pasang surut yang dibangkitkan oleh gaya tarik benda-benda langit terutama matahari dan bulan terhadap bumi, gelombang tsunami terjadi karena letusan gunung berapi (*vulkanik*) atau gempa di laut (*tektonik*), maupun gelombang yang disebabkan oleh kapal bergerak, dan sebagainya.

Pada kondisi sesungguhnya di alam, pergerakan orbital di perairan dangkal (*shallow water*) dekat dengan kawasan pantai. Sehingga, dapat dibayangkan

bagaimana energi gelombang mampu mempengaruhi kondisi pantai. Simulasi pergerakan partikel air saat penjalaran gelombang menuju pantai ketinggian dan periode gelombang tergantung kepada panjang *fetch* pembangkitannya. *Fetch* adalah jarak perjalanan tempuh gelombang dari awal pembangkitannya. *Fetch* ini dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Semakin panjang jarak *fetch*-nya, ketinggian gelombangnya akan semakin besar. Angin juga mempunyai pengaruh yang penting pada ketinggian gelombang. Angin yang lebih kuat akan menghasilkan gelombang yang lebih besar.

Gelombang yang menjalar dari laut dalam (*deep water*) menuju ke pantai akan mengalami perubahan bentuk karena adanya perubahan kedalaman laut. Apabila gelombang bergerak mendekati pantai, pergerakan gelombang di bagian bawah yang berbatasan dengan dasar laut akan melambat. Ini adalah akibat dari friksi/ gesekan antara air dan dasar pantai. Sementara itu, bagian atas gelombang di permukaan air akan terus melaju. Semakin menuju ke pantai, puncak gelombang akan semakin tajam dan lembahnya akan semakin datar. Fenomena ini yang menyebabkan gelombang tersebut kemudian pecah.

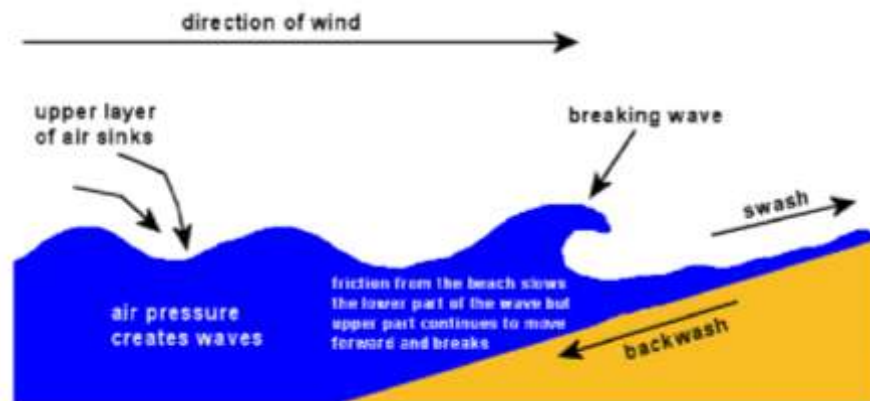
Ada dua tipe gelombang, ditinjau dari sifat-sifatnya yaitu :

- Gelombang pembangun/ pembentuk pantai (*Constructive wave*).
- Gelombang perusak pantai (*Destructive wave*).

Yang termasuk gelombang pembentuk pantai, bercirikan mempunyai ketinggian kecil dan kecepatan rambatnya rendah. Sehingga saat gelombang tersebut pecah di pantai akan mengangkut sedimen (material pantai). Material

pantai akan tertinggal di pantai (*deposit*) ketika aliran balik dari gelombang pecah meresap ke dalam pasir atau pelan-pelan mengalir kembali ke laut.

Sedangkan gelombang merusak pantai biasanya mempunyai ketinggian dan kecepatan rambat yang besar (sangat tinggi). Air yang kembali berputar mempunyai lebih sedikit waktu untuk meresap ke dalam pasir. Ketika gelombang datang kembali menghantam pantai akan ada banyak volume air yang terkumpul dan mengangkut material pantai menuju ke tengah laut atau ke tempat lain.



Sumber : Stagonas, 2010

Gambar 2.1. Perubahan bentuk gelombang yang menjalar mendekati pantai

Gelombang mempunyai ukuran yang bervariasi mulai dari riak dengan ketinggian beberapa centimeter sampai pada gelombang badai yang dapat mencapai ketinggian 30 m. Selain oleh angin, gelombang dapat juga ditimbulkan oleh adanya gempa bumi, letusan gunung berapi, dan longsor bawah air yang menimbulkan gelombang yang bersifat merusak (*Tsunami*) serta oleh daya tarik bulan dan bumi yang menghasilkan gelombang tetap yang dikenal sebagai gelombang pasang surut.

Sebuah gelombang terdiri dari beberapa bagian antara lain:

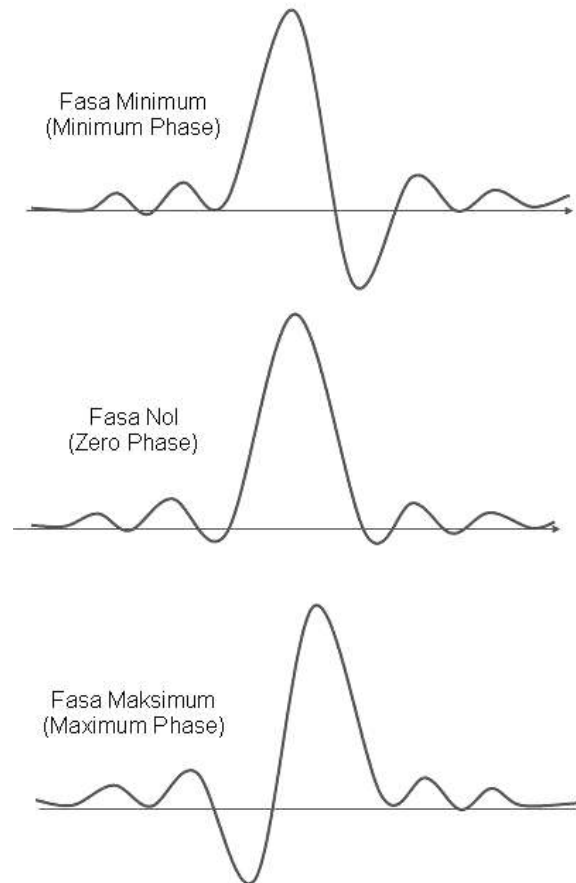
- a. Puncak gelombang (*Crest*) adalah titik tertinggi dari sebuah gelombang.
- b. Lembah gelombang (*Trough*) adalah titik terendah gelombang, diantara dua puncak gelombang.
- c. Panjang gelombang (*Wave length*) adalah jarak mendatar antara dua puncak gelombang atau antara dua lembah gelombang.
- d. Tinggi gelombang (*Wave height*) adalah jarak tegak antara puncak dan lembah gelombang.
- e. Priode gelombang (*Wave period*) adalah waktu yang diperlukan oleh dua puncak gelombang yang berurutan untuk melalui satu titik.

B. Wavelet

Wavelet adalah gelombang yang berukuran lebih kecil dan pendek bila dibandingkan dengan sinyal pada sinusoidal pada umumnya, di mana energinya terkonsentrasi pada selang waktu tertentu yang digunakan sebagai alat untuk menganalisa transien, non-stasioneritas, dan fenomena varian waktu. Metode untuk menganalisis gelombang sinyal yang terlokalisir dapat menggunakan *wavelet transformation*.

Hal utama yang dapat dilakukan oleh analisis *wavelet* adalah analisis lokal. Analisis *wavelet* mampu menunjukkan informasi sinyal yang tidak dimiliki oleh analisis sinyal yang lain, seperti kecenderungan, titik yang putus, dan kemiripan. Karena kemampuannya melihat data dari berbagai sisi, *wavelet*

mampu menyederhanakan dan mengurangi *noise* tanpa memperlihatkan penurunan mutu.



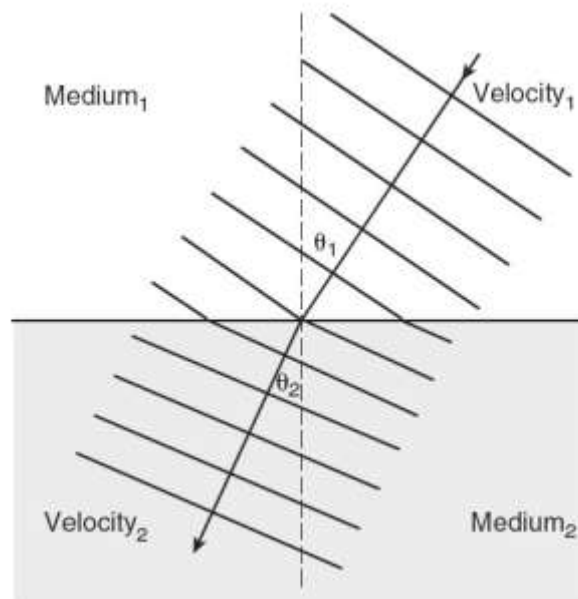
Gambar 2.2. Wavelet Ricker dengan *minimum*, *zero* dan *maximum phase*.

C. Deformasi Gelombang

Deformasi gelombang adalah perubahan sifat gelombang yang terjadi ketika ada gelombang bergerak merambat menuju ke pantai. Perubahan atau deformasi gelombang tersebut meliputi refraksi, difraksi, dan refleksi.

1. Refraksi

Refraksi gelombang adalah peristiwa pembelokan arah gelombang yang memasuki perairan dangkal yang disebabkan karena sebagian gelombang masih merambat dengan kecepatan gelombang laut dalam pada waktu masuk ke laut dangkal.

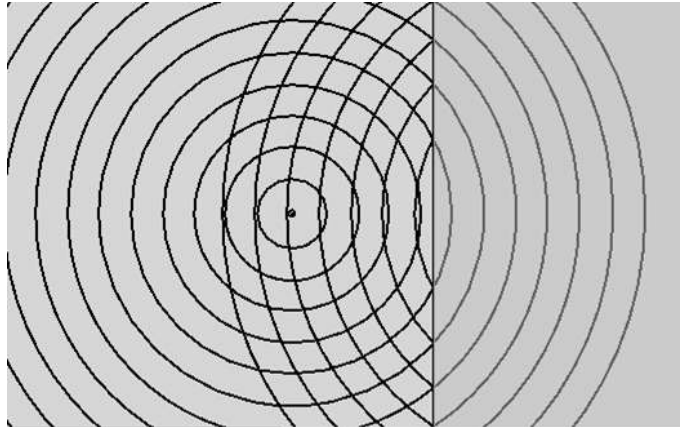


Sumber : Syahputra, 2012

Gambar 2.3. Refraksi gelombang

2. Refleksi

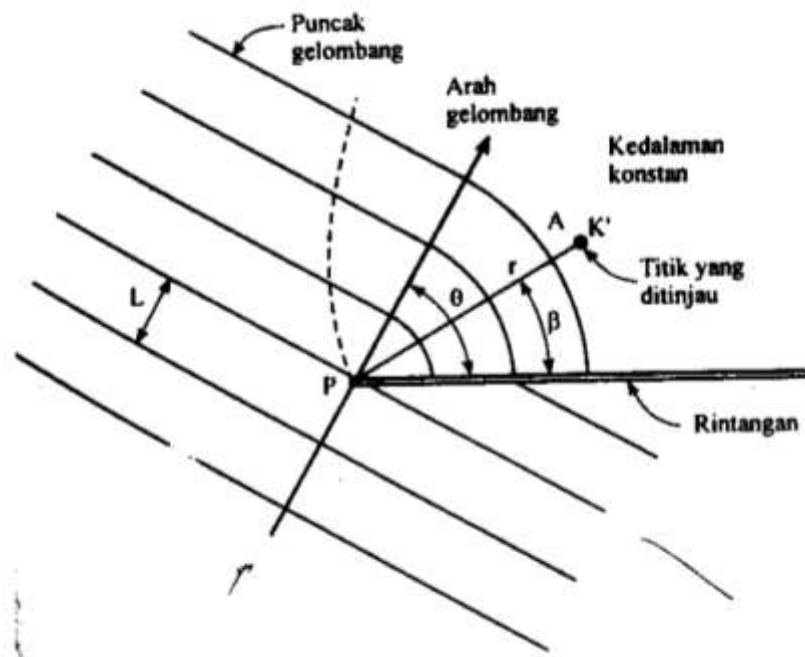
Refleksi gelombang adalah pemantulan gelombang yang terjadi apabila gelombang yang datang membentur tembok atau penghalang. Fenomena refleksi dapat ditemukan di kolam pelabuhan. Pemantulan gelombang ditentukan oleh koefisien refleksi yang berbeda-beda untuk berbagai tipe bangunan.



Gambar 2.4. Refleksi gelombang

3. Difraksi

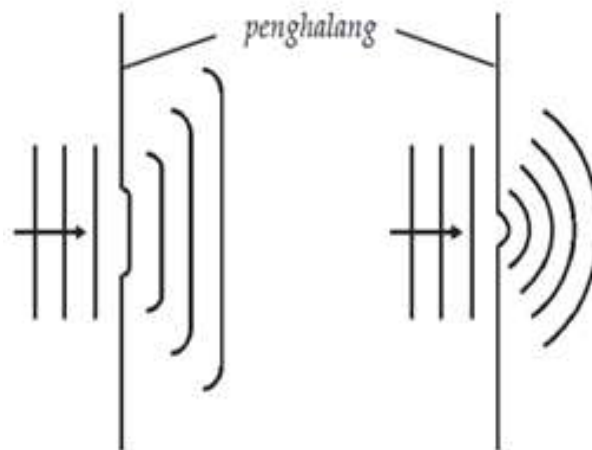
Salah satu bentuk deformasi gelombang adalah difraksi. Apabila gelombang datang terhalang oleh suatu rintangan seperti pemecah gelombang atau pulau, maka gelombang tersebut akan membelok di sekitar ujung rintangan dan masuk di daerah terlindung di belakangnya, seperti terlihat pada Gambar 2.5. Fenomena ini dikenal dengan difraksi gelombang. Garis puncak gelombang di belakang rintangan membelok dan mempunyai bentuk busur lingkaran dengan pusatnya pada ujung rintangan. Dianggap bahwa kedalaman air adalah konstan. Apabila kedalaman air tidak konstan maka selain difraksi juga terjadi refraksi gelombang. Biasanya tinggi gelombang berkurang di sepanjang puncak gelombang menuju daerah terlindung.



Sumber : Triatmodjo, 1999

Gambar 2.5. Difraksi gelombang di belakang rintangan

Pada rintangan (pemecah gelombang) tunggal, tinggi gelombang di suatu tempat di daerah terlindung tergantung pada jarak titik tersebut terhadap ujung rintangan r , sudut antara rintangan dan garis yang menghubungkan titik tersebut dengan ujung rintangan β , dan sudut antara arah penjalaran gelombang dan rintangan θ . Perbandingan antara tinggi gelombang di titik yang terletak di daerah terlindung dan tinggi gelombang datang disebut koefisien difraksi K' . Fenomena difraksi gelombang harus diperhatikan dalam perencanaan pelabuhan maupun bangunan pemecah gelombang.



Gambar 2.6. Difraksi Gelombang

D. Bangunan Pemecah Gelombang

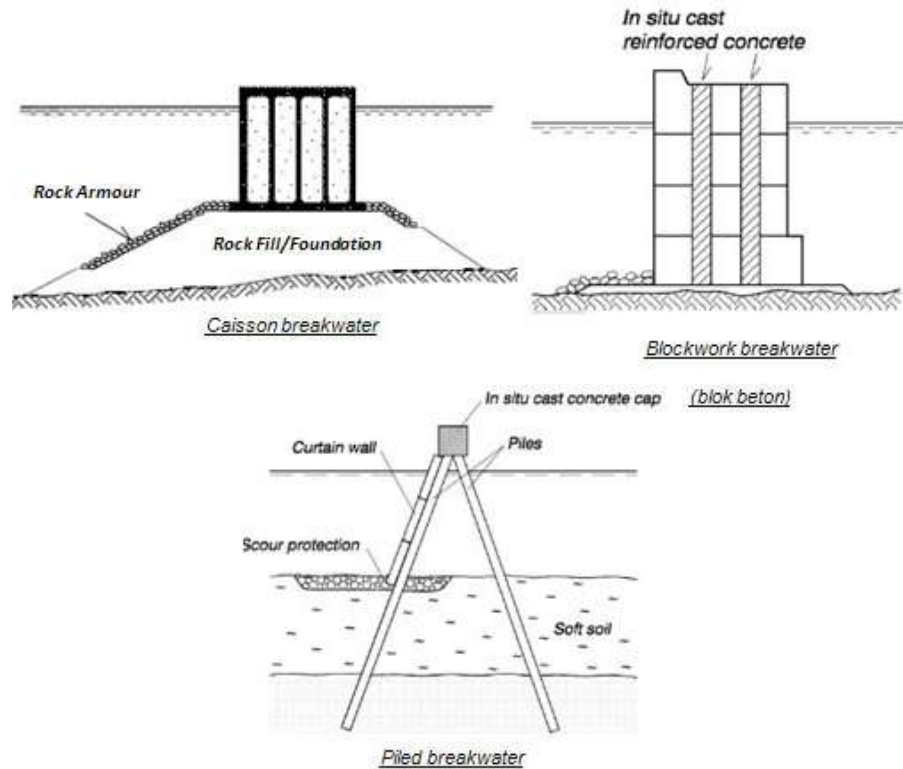
Sebenarnya pemecah gelombang atau (*breakwater*) dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu pemecah gelombang sambung pantai dan lepas pantai. Tipe pertama banyak terdapat pada perlindungan perairan pelabuhan, sedangkan tipe kedua untuk perlindungan pantai terhadap erosi. Secara umum kondisi perencanaan kedua tipe adalah sama, hanya pada tipe pertama perlu ditinjau karakteristik gelombang di beberapa lokasi di sepanjang pemecah gelombang, seperti halnya pada perencanaan *groin* dan *jetty*. Penjelasan lebih rinci mengenai pemecah gelombang sambung pantai lebih cenderung berkaitan dengan pelabuhan dan bukan dengan perlindungan pantai terhadap erosi. Selanjutnya dalam tinjauan lebih difokuskan pada pemecah gelombang lepas pantai.

Breakwater atau dalam hal ini pemecah gelombang lepas pantai adalah bangunan yang dibuat sejajar pantai dan berada pada jarak tertentu dari garis

pantai. Pemecah gelombang dibangun sebagai salah satu bentuk perlindungan pantai terhadap erosi dengan menghancurkan energi gelombang sebelum sampai ke pantai, sehingga terjadi endapan dibelakang bangunan. Endapan ini dapat menghalangi transport sedimen sepanjang pantai.

Bangunan ini berfungsi untuk melindungi pantai yang terletak dibelakangnya dari serangan gelombang yang dapat mengakibatkan erosi pada pantai. Perlindungan oleh pemecahan gelombang lepas pantai terjadi karena berkurangnya energi gelombang yang sampai di perairan di belakang bangunan. Karena pemecah gelombang ini dibuat terpisah ke arah lepas pantai, tetapi masih di dalam zona gelombang pecah (*breaking zone*). Maka bagian sisi luar pemecah gelombang memberikan perlindungan dengan meredam energi gelombang sehingga gelombang dan arus di belakangnya dapat dikurangi.

Gelombang yang menjalar mengenai suatu bangunan pemecah gelombang sebagian energinya akan dipantulkan (*refleksi*), sebagian dibelokkan (*difraksi*) dan sebagian dihancurkan (*dissipasi*) melalui pecahnya gelombang, kekentalan fluida, gesekan dasar dan lain-lainnya. Pembagian besarnya energi gelombang yang dipantulkan, dihancurkan dan diteruskan tergantung karakteristik gelombang datang (periode, tinggi, kedalaman air), tipe bangunan peredam gelombang (permukaan halus dan kasar, lurus air dan tidak lurus air) dan geometrik bangunan peredam (kemiringan, elevasi, dan puncak bangunan).

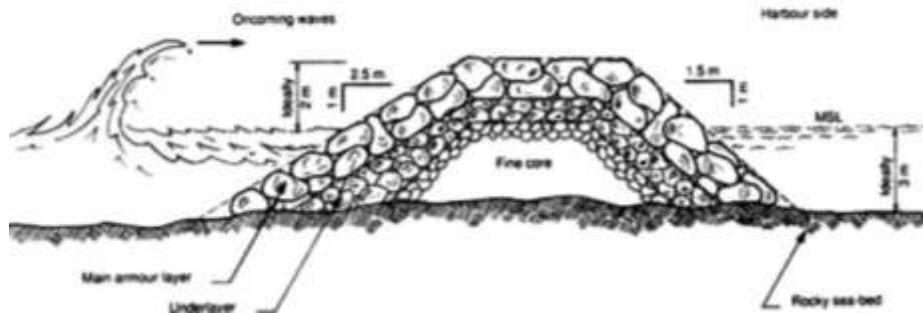


Gambar 2.7. Berbagai jenis *breakwater* sisi tegak

Kaisan beton merupakan material yang paling umum di jumpai pada konstruksi bangunan pantai sisi tegak. Kaisan beton pada pemecah gelombang lepas pantai adalah konstruksi berbentuk kotak dari beton bertulang yang didalamnya diisi pasir atau batu. Pada pemecah gelombang sisi tegak kaisan beton diletakkan diatas tumpukan batu yang berfungsi sebagai fondasi. Untuk menanggulangi gerusan pada pondasi maka dibuat perlindungan kaki yang terbuat dari batu atau blok beton.

Sementara untuk tipe bangunan sisi miring, pemecah gelombang lepas pantai bisa dibuat dari beberapa lapisan material yang di tumpuk dan di bentuk sedemikian rupa (pada umumnya apabila dilihat potongan melintangnya

membentuk trapesium) sehingga terlihat seperti sebuah gundukan besar batu, Dengan lapisan terluar dari material dengan ukuran butiran sangat besar.



Gambar 2.8. *Breakwater* sisi miring

Dari gambar dapat kita lihat bahwa konstruksi terdiri dari beberapa lapisan yaitu:

- 1) Inti(*core*) pada umumnya terdiri dari agregat galian kasar, tanpa partikel-partikel halus dari debu dan pasir.
- 2) Lapisan bawah pertama(*under layer*) disebut juga lapisan penyaring (*filter layer*) yang melindungi bagian inti(*core*) terhadap penghanyutan material, biasanya terdiri dari potongan-potongan tunggal batu dengan berat bervariasi dari 500 kg sampai dengan 1 ton.
- 3) Lapisan pelindung utama (*main armor layer*), merupakan pertahanan utama dari pemecah gelombang terhadap serangan gelombang pada lapisan inilah biasanya batu-batuan ukuran besar dengan berat antara 1-3 ton atau bisa juga menggunakan batu buatan dari beton khusus.

E. Persamaan Gelombang

Teori gelombang airy

Gelombang sebenarnya yang terjadi di alam adalah sangat kompleks dan tidak dapat dirumuskan dengan akurat. Akan tetapi dalam mempelajari fenomena gelombang yang terjadi di alam dilakukan beberapa asumsi sehingga muncul beberapa teori gelombang. Salah satunya teori gelombang amplitudo kecil. Teori gelombang ini merupakan teori gelombang yang paling sederhana karena merupakan teori gelombang linier, yang pertama kali diperkenalkan oleh Airy pada tahun 1845.

Teori Gelombang Airy (teori amplitudo kecil) diturunkan berdasarkan persamaan Laplace untuk aliran tak rotasi (*irrotational flow*) dengan kondisi batas di dasar laut dan di permukaan air. Terdapat beberapa anggapan yang digunakan untuk menurunkan persamaan gelombang adalah sebagai berikut.

- 1) Zat cair adalah homogen dan tidak termampatkan, sehingga rapat masa adalah konstan.
- 2) Tegangan permukaan diabaikan.
- 3) Gaya *coriolis* (akibat perputaran bumi di abaikan).
- 4) Tekanan pada permukaan air adalah seragam dan konstan.
- 5) Zat cair adalah ideal, sehingga berlaku aliran tak rotasi.
- 6) Dasar laut adalah horizontal, tetap dan *impermeable* sehingga kecepatan vertikal di dasar adalah nol.
- 7) Amplitudo gelombang kecil terhadap panjang gelombang dan kedalaman air.

- 8) Gerak gelombang berbentuk silinder yang tegak lurus arah penjalaran gelombang sehingga gelombang adalah dua dimensi.

Beberapa notasi yang digunakan dalam perhitungan Gelombang Airy adalah :

d : jarak antara muka air rerata dan dasar laut (kedalaman laut)

$\eta(x,t)$: fluktuasi muka air terhadap muka air diam = $\eta = a \cos(kx - \sigma t)$

a : amplitudo gelombang

H : tinggi gelombang = $2 a$

L : panjang gelombang,

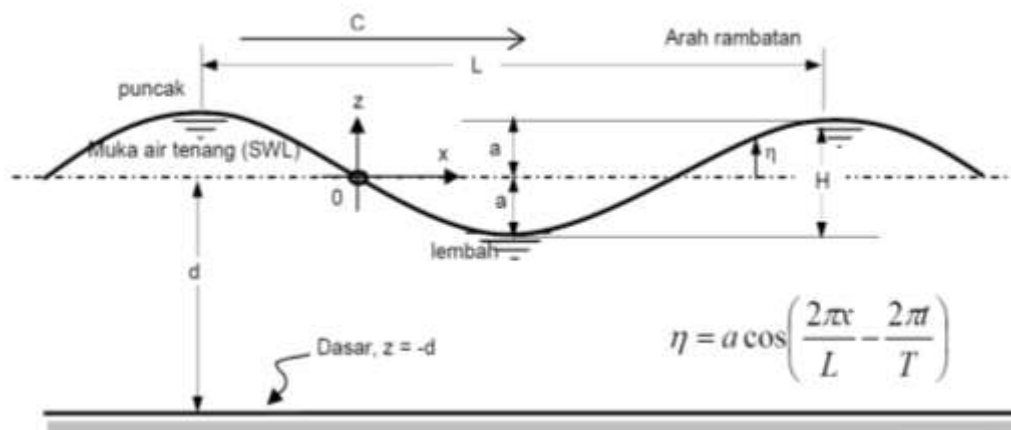
T : Periode gelombang,

C : Kecepatan rambat gelombang = L/T

k : angka gelombang = $2\pi / L$

σ : frekuensi gelombang = $2\pi / T$

g : gravitasi = $9,81 \text{ m/d}^2$



Gambar 2.9. Sket definisi gelombang

Klasifikasi gelombang menurut kedalaman relatif

Berdasarkan kedalaman relatif, yaitu perbandingan antara kedalaman air dan panjang gelombang L , (d/L), gelombang dapat diklasifikasikan menjadi tiga macam dapat dilihat pada Tabel 2.1. yaitu :

Tabel 2.1. Klasifikasi Gelombang Menurut Teori Gelombang Linier (Airy)

Keterangan	Gelombang dilaut dangkal	Gelombang di laut transisi	Gelombang di laut dalam
d/L	$d/L \geq 1/2$	$1/20 < d/L < 1/2$	$d/L \leq 1/20$
Tanh ($2\pi d/L$)	$\approx 2\pi d/L$	Tanh ($2\pi d/L$)	≈ 1
Cepat rambat gelombang	$C = \frac{L}{T} = \sqrt{gd}$	$C = \frac{L}{T} = \frac{gT}{2\pi} \tanh\left[\frac{2\pi d}{L}\right]$	$C = C_o = \frac{L}{T} = \frac{gT}{2\pi}$
Panjang Gelombang	$L = T\sqrt{gd}$	$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh\left[\frac{2\pi d}{L}\right]$	$L = L_o = \frac{gT^2}{2\pi} = 1,56T^2$

Sumber : Nur Yuwono, 1982

Persamaan gelombang hyperbola

Persamaan gelombang yang dipergunakan untuk memodelkan perambatan gelombang (Zakaria, 2003) yang melalui beakwater adalah persamaan Hyperbola 2 dimensi (2-D) sebagai berikut,

$$\frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} = C^2 \left[\frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \eta}{\partial y^2} \right] \quad (1)$$

Dimana

η = fluktuasi muka air terhadap muka air diam

c = cepat rambat gelombang

$$c = \sqrt{g \cdot h}$$

g = gravitasi

Suatu solusi persamaan gelombang hiperbolik 2-D adalah dengan metode eksplisit beda hingga (*explicit finite-difference method*). Dengan metoda ini, persamaan (1) di atas bisa didekati sebagai berikut,

$$\frac{\partial^2 \eta}{\partial t^2} = \frac{\eta_{i,j}^{n-1} - 2 \cdot \eta_{i,j}^n + \eta_{i,j}^{n+1}}{(\Delta t)^2} \quad (2)$$

$$\frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} = \frac{\eta_{i,j}^{n-1} - 2 \cdot \eta_{i,j}^n + \eta_{i,j}^{n+1}}{(\Delta x)^2} \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 \eta}{\partial y^2} = \frac{\eta_{i,j}^{n-1} - 2 \cdot \eta_{i,j}^n + \eta_{i,j}^{n+1}}{(\Delta y)^2} \quad (4)$$

Dari persamaan (2), (3) dan (4) dan dengan mengganti $c = \sqrt{g \cdot h}$ kita dapat menemukan persamaan penuh sebagai berikut:

$$\frac{\eta_{i,j}^{n-1} - 2 \cdot \eta_{i,j}^n + \eta_{i,j}^{n+1}}{(\Delta t)^2} = g \cdot h \left[\frac{\eta_{i,j}^{n-1} - 2 \cdot \eta_{i,j}^n + \eta_{i,j}^{n+1}}{(\Delta x)^2} + \frac{\eta_{i,j}^{n-1} - 2 \cdot \eta_{i,j}^n + \eta_{i,j}^{n+1}}{(\Delta y)^2} \right] \quad (5)$$

Persamaan (5) merupakan solusi untuk persamaan gelombang hiperbolik 2-D beda hingga eksplisit (Zakaria, 2009).

Kondisi Batas

Perambatan gelombang yang disimulasikan terbatas oleh batas model, yang secara fisik tidak riil. Batasan-batasan pada umumnya disebut *nonphysical boundaries* atau batasan terbuka.

Masalah umum dalam pemodelan tidak diinginkan *refleksi* dari tepi atau batas model. Kondisi batas dari model ini penting jika kita ingin mengurangi refleksi yang tidak diinginkan dari batasan-batasan.

Suatu metoda syarat batas yang pada umumnya yang digunakan memperagakan perambatan gelombang adalah metoda syarat batas transparan. Metoda Syarat batas diperlukan untuk mengurangi efek pantulan dari perambatan gelombang yang merambat sampai *nonphysical boundaries*. Persamaan yang digunakan sebagai batasan-batasan terbuka adalah diperkenalkan oleh Reynolds (1978), sebagai berikut,

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + c \frac{\partial \eta}{\partial x} = 0 \quad (6)$$

Menggunakan persamaan (6) di atas, pemantulan dari *nonphysical boundaries* adalah sebisa mungkin untuk dikurangi.

F. Spektrum Gelombang

Sifat gelombang laut adalah acak, baik besar maupun arahnya, sehingga karena sifat inilah besar energi gelombang acak sulit untuk diukur. Gelombang acak merupakan gabungan dari gelombang sinusoidal dengan panjang dan periode gelombang yang sangat bervariasi. Ukuran intensitas komponen gelombang acak pada umumnya dinyatakan dalam bentuk spektrum kepadatan amplitudo, kepadatan energi gelombang atau biasa disingkat dengan spektrum energi gelombang. Dalam analisa spektrum energi gelombang diperlukan data pencatatan gelombang selama 15-20 menit. Prinsip analisa spektrum

gelombang adalah menguraikan suatu gelombang irreguler menjadi susunan dari gelombang teratur dari berbagai frekuensi dan tinggi gelombang (Yuwono, 1992).

Pada gelombang acak tidak dapat dikenali suatu pola yang spesifik, sehingga parameter gelombang didefinisikan dengan memakai besaran-besaran statistik seperti $H_{1/3}$ dan $T_{1/3}$. $H_{1/3}$ adalah harga rata-rata dari $1/3$ jumlah keseluruhan tinggi gelombang yang tertinggi atau tinggi signifikan, sedangkan $T_{1/3}$ harga rata-rata dari $1/3$ jumlah keseluruhan periode gelombang yang tertinggi atau periode signifikan.

G. Simulasi

Simulasi dapat diartikan sebagai suatu sistem yang digunakan untuk memecahkan atau menguraikan persoalan-persoalan dalam kehidupan nyata yang penuh dengan ketidakpastian dengan tidak menggunakan model atau metode tertentu dan lebih ditekankan pada pemakaian komputer untuk mendapatkan solusinya.

Simulasi dapat didefinisikan meniru proses riil yang disebut sistem dengan sebuah model untuk memahami bagaimana sistem tersebut bekerja. Simulasi dengan komputer ialah model dievaluasi secara numerik, dan data dikumpulkan untuk mengestimasi karakteristik yang sebenarnya dari model.

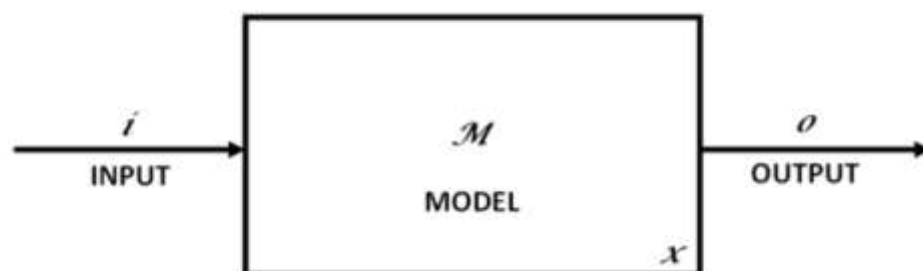
Dalam bidang teknik sipil simulasi dapat digunakan untuk mengetahui perubahan akibat suatu gaya yang berdampak pada suatu bangunan.

Permasalahan yang terjadi umumnya sulit dan rumit apabila diselesaikan dengan rumus-rumus sederhana.

H. Model

Model dapat merupakan tiruan dari suatu benda, sistem atau kejadian yang sesungguhnya yang hanya berisi informasi- informasi yang dianggap penting untuk dikaji. Model dari sebuah sistem adalah alat yang kita gunakan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tentang sistem tanpa harus melakukan percobaan.

Model dapat terbagi menjadi model fisik dan model matematik. Model fisik ini meniru kejadian sebenarnya dengan skala yang lebih kecil. Contoh model fisik dalam dunia teknik ialah model fisik pelimpah, bendungan dan sebagainya. Model matematik menirukan sifat atau karakter suatu feomena dengan persamaan matematik.



Gambar 2.10. Skema umum model.

Dalam dunia *engineering* kedua model ini masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan, adapun perbandingan kedua model tersebut dapat dilihat dari Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Perbandingan antara Model Matematik dan Model Fisik

Model Fisik	Model Matematik/ Numerik
<p>Kerugian</p> <ul style="list-style-type: none"> - Memerlukan ruangan yang besar - Parameter belum tentu mudah diperoleh dan ditirukan karena berbagai keterbatasan - Lama pembuatannya - Sulit mengamati dan mengontrol - Tidak mudah diubah/ revisi - Membutuhkan banyak tenaga kerja - Mahal <p>Keuntungan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Real time model - Kesalahan, kekurangan, kejanggalan dapat segera dilihat dan diperbaiki - Kondisi aliran yang paling rumit dan sulit dapat dimodelkan - Model lebih mudah dipahami oleh awan 	<p>Keuntungan</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ruangan kecil, hanya perlu komputer - Mudah menyesuaikan parameter seperti tinggi gelombang, dll - Pembuatan relatif singkat - Mudah dikontrol dan diamati - Mudah dibuat dan direvisi - Tidak membutuhkan tenaga banyak - Murah <p>Kerugian</p> <ul style="list-style-type: none"> - Biasanya tidak real time - Kesalahan, kekurangan, kejanggalan kadang tidak terlihat - Perlu persamaan pengatur yang belum tentu ada belum tentu dapat diselesaikan - Model sulit dipahami tetapi hasil simulasi dapat ditampilkan untuk mempermudah pemahaman

I. Paket Program Sigerd

Program Sigerd merupakan program simulasi yang dikembangkan oleh Zakaria (2014), program ini dibuat dengan bahasa pemrograman *Fortran*. *Fortran* merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang paling banyak digunakan orang untuk pemrograman, terutama untuk pemrograman yang membutuhkan perhitungan numerik yang rumit. Bahasa-bahasa pemrograman ini merupakan bahasa pemrograman yang sering disebut sebagai bahasa pemrograman under DOS, ini karena bahasa pemrograman ini dijalankan lewat DOS.

Banyak sekali materi bahasa pemrograman, tetapi *Fortran* merupakan bahasa yang paling banyak dipergunakan oleh para *Scientist* dan *Engineer* untuk aplikasi-aplikasi praktis dalam rangka penyelesaian permasalahan-permasalahan dalam bidang teknik (Zakaria, 2005).

J. Program MATLAB

Matlab adalah bahasa pemrograman dengan performa tingkat tinggi untuk memecahkan masalah yang menyangkut analisa perhitungan, baik secara analitik maupun numerik. *Matlab* menggabungkan komputasi, visualisasi, dan pemrograman dalam satu kesatuan yang mudah digunakan di mana masalah dan penyelesaiannya diekspresikan dalam notasi matematik yang sudah dikenal. Sehingga *Matlab* banyak digunakan pada :

- Matematika dan Komputansi
- Pengembangan dan Algoritma

- Pemrograman modeling, simulasi, dan pembuatan prototipe
- Analisa Data , eksplorasi dan visualisasi
- Analisis numerik dan statistik
- Pengembangan aplikasi teknik.

Matlab telah berkembang menjadi sebuah *environment* pemrograman yang canggih yang berisi fungsi-fungsi *built-in* untuk melakukan tugas pengolahan sinyal, aljabar linier, dan kalkulasi matematis lainnya. *Matlab* juga berisi *toolbox* yang berisi fungsi-fungsi tambahan untuk aplikasi khusus . *Matlab* bersifat *extensible*, dalam arti bahwa seorang pengguna dapat menulis fungsi baru untuk ditambahkan pada *library* ketika fungsi-fungsi *built-in* yang tersedia tidak dapat melakukan tugas tertentu.

Adapun kelebihan dari *Matlab* terhadap bahasa pemrograman lainnya adalah kemudahan dalam pendefinisian matriks, penurunan persamaan dan fungsifungsi dengan jumlah cukup banyak. Dengan memanfaatkan kelebihan dari *software Matlab*, maka efisiensi dalam pembuatan *software* akan meningkat. Pada permasalahan difraksi gelombang inui, *software Matlab* digunakan untuk penyelesaian perhitungan matriks dengan ukuran besar dan simulasi hasil yang didapat sampai terbentuk grafik perubahan difraksi gelombang berupa kontur.

Dalam penelitian ini skrip matlab dipergunakan untuk menggambarkan dan mensimulasikan perambatan gelombang dari data yang dihasilkan oleh program Sigerd.

K. Jurnal Penelitian

Pada penelitian yang dilakukan oleh Tarigan (2005), dengan judul *Analisa Refraksi Gelombang Pada Pantai*, Menjelaskan metode analisa refraksi yang digunakan untuk memahami refraksi gelombang ialah metode *orthogonal*, metode *snellius*, metode diagram dan metode panjang gelombang. Keempat metode ini pada dasarnya seluruhnya mengacu pada teori gelombang linier yang sering disebut juga dengan *small-amplitude wave theory* (teori gelombang beramplitudo kecil). Hasil yang diperoleh dari tiap metode menunjukkan visualisasi sudut pembelokan yang cukup baik untuk digunakan dalam memahami dan menganalisa refraksi gelombang. Namun terdapat keterbatasan pada tiap-tiap metode yang mempengaruhi hasil untuk berbagai kasus. Seperti pada metode *orthogonal*, ada keterbatasan nilai perbandingan kecepatan gelombang pada template sehingga penggambaran refraksi tidak dapat dilakukan untuk nilai perbandingan kecepatan gelombang yang relatif besar. Pada metode *snellius* terdapat nilai beda sudut perpindahan gelombang yang cukup kecil sehingga sulit untuk memvisualisasikan hasil refraksi dibandingkan dengan metode *orthogonal*. Metode panjang gelombang, walaupun sulit untuk digambarkan tapi memiliki kelebihan dalam penggunaan yang tidak terbatas hanya untuk pantai dengan kontur lurus dan sejajar.

Penelitian oleh Febrina (2009), yang berjudul *Analysis Wave Diffraction Using 2D Hyperbola Equation*, bertujuan untuk melihat fenomena alam dari deformasi gelombang permukaan, dan bagaimana dampak dari deformasi gelombang jika terjadi dalam realitas, dengan kondisi simulasi sebagai skenario

yang direncanakan. Dalam penelitian ini, persamaan gelombang yang digunakan untuk pemodelan perambatan gelombang yang melewati breakwater terendam adalah persamaan gelombang 2-D hiperbolik. Breakwater yang dimodelkan secara numerik untuk mempelajari dan menyelidiki efek deformasi gelombang. Dan menyimpulkan bahwa energi gelombang dapat dikurangi secara signifikan oleh terendam breakwater, sehingga wilayah pesisir dapat dilindungi.

Untuk Penelitian oleh Zakaria (2008), dengan judul penelitian *Pemodelan Numerik Perambatan Gelombang 2 Dimensi melalui Breakwater Tenggelam* Kesimpulan yang diambil dari penelitian ini adalah, dengan adanya breakwater tenggelam, terjadinya refleksi dan dispersi gelombang untuk simulasi perambatan gelombang dengan menggunakan persamaan hyperbola 2 dimensi cukup besar, ini menunjukkan pengaruh yang signifikan dari breakwater tenggelam terhadap peredaman gelombang, dan kemungkinan dapat dimanfaatkan sebagai peredam gelombang di pantai.