

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pantai menurut Sutikno (2005) merupakan suatu area yang meluas dari titik terendah air laut pada saat surut hingga ke arah daratan sampai mencapai batas efektif dari gelombang. Berdasarkan data Dinas Tata Ruang Provinsi Bali, total panjang garis pantai Pulau Bali ialah 633,35 km. Namun 70 km garis pantai di Bali saat ini mengalami kerusakan dengan jenis kerusakan sedang hingga serius (Kompas,2005).

Berdasarkan data yang diperoleh dari Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah (SLLHD) Kabupaten Badung serta Kepala Satuan Non Vertikal Tertentu (SNVT) selaku Pelaksana Jaringan Sumber Air (PJSA) BWS Bali-Penida. Erosi pantai Kabupaten Badung memiliki panjang garis pantai kurang lebih 64 Km (81,5 Km), pada tahun 2004 sepanjang 11,56 km pantai mengalami erosi yang cukup parah, dan tahun 2005-2006 sudah tertangani sepanjang 5,06 km, sehingga masih tersisa 6,50 km yang belum tertangani. Salah satu pantai yang belum tertangani yakni Pantai Sawangan,

Dalam berbagai masalah yang terjadi dalam pantai salah satu masalah yang paling mempengaruhi adalah erosi. Penyebab dari terjadinya erosi ini sendiri didapatkan dari faktor alam yang tidak bisa dihindari karena keadaan

laut yang tidak bisa diprediksi dan terjadi secara alami. Tingginya gelombang apabila ditelusuri lebih lanjut bisa didapatkan dari ketidakberaturannya arah dan tekanan angin yang tidak menentu. Selain itu naiknya level permukaan air laut yang disebabkan oleh pemanasan permukaan bumi akibat dari faktor manusia juga dapat menimbulkan tingginya gelombang datang.

Pantai Sawangan memiliki letak posisi selatan yang berhadapan langsung dengan Samudera Hindia, posisi ini ditambah dengan keberadaan Benua Australia yang membawa hembusan angin muson timur menyebabkan tingginya gelombang serta pembangkitan oleh angin yang menghasilkan energi besar yang menghempas Pantai Sawangan. Arah datangnya gelombang yang tegak lurus dengan garis pantai mengakibatkan kemunduran garis pantai, hal ini dapat diamati manakala sekitar tahun 2010 akses Pantai Sawangan menuju Pura Geger sudah berubah menjadi batuan karang dikarenakan pasir pantai kian terkikis. Kontur pantai yang semakin curam dan berkarang dapat mengganggu aktivitas nelayan dalam melaut dan adanya bangunan groin existing yang terkena dampak dari tinggi nya gelombang mengakibatkan posisi batu pelindung sudah tidak pada fungsinya.

Dari beberapa variabel permasalahan pada latar belakang tersebut pentingnya penelitian ini dalam mengetahui data karakteristik gelombang pada Pantai Sawangan yang meliputi arah datang gelombang, tinggi gelombang, periode gelombang dan kedalaman gelombang pecah. Maka dari itu untuk

mengetahui kekosongan data penulis menyusun skripsi Analisis Karakteristik Gelombang Pada Kawasan Pantai Sawangan di Banjar Sawangan Desa Adat Peminge.

1.2.Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu :
Bagaimanakah karakteristik gelombang pada Pantai Sawangan ? Karakteristik gelombang yang dimaksud ialah arah datang gelombang, tinggi gelombang, periode gelombang dan kedalaman gelombang pecah.

1.3. Tujuan Penelitian

Mengetahui data karakteristik gelombang pada Pantai Sawangan yang meliputi arah datang gelombang, tinggi gelombang, periode gelombang, dan kedalaman gelombang pecah.

1.4.Manfaat Penelitian

1. Menambah wawasan dalam menganalisa karakteristik gelombang
2. Dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk instansi pemerintah atau swasta dalam studi perencanaan bangunan pantai.
3. Menjadi referensi bagi mahasiswa, kampus, instansi pemerintah, warga banjar dan pihak-pihak terkait wawasan dalam karakteristik gelombang

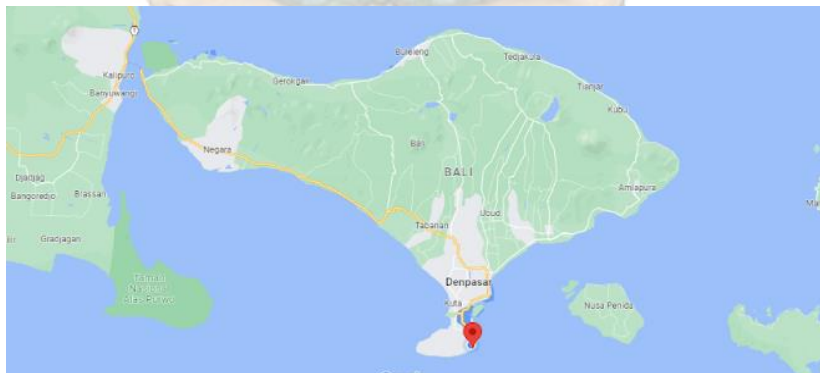
1.5. Batasan dan Ruang Lingkup Penelitian

1. Kemunduran garis pantai akibat erosi pada Pantai Sawangan tidak diperhitungkan.

2. Tinggi gelombang yang diakibatkan oleh gempa tidak diperhitungkan.
3. Besaran erosi dan kemunduran garis pantai yang terjadi akibat tinggi gelombang tidak diperhitungkan.
4. Laju transpor material sedimen akibat pasang surut air laut tidak diperhitungkan

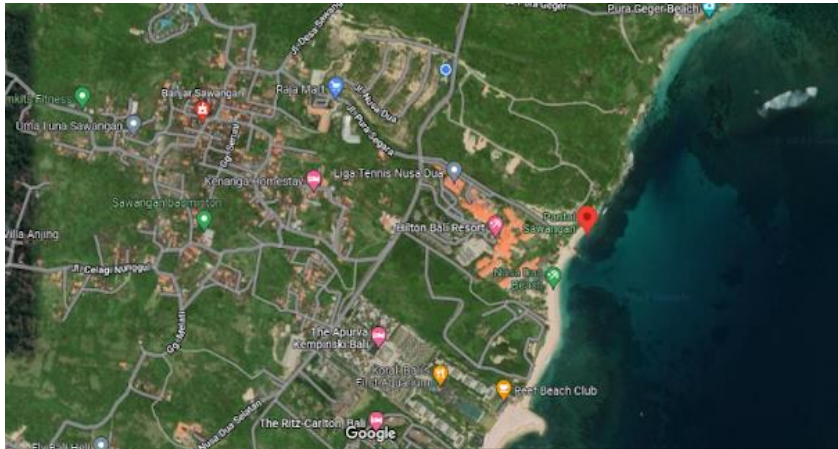
1.6.Lokasi Perencanaan

Pantai Sawangan terletak di Provinsi Bali pada sisi selatan yang secara geografis terletak pada 115°21" BT dan -8°82" LU. Gambar 1.1 merupakan Peta Pulau Bali dan Gambar 1.2 merupakan lokasi studi yang terletak di Desa Adat Peminge, Banjar Sawangan, Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali.

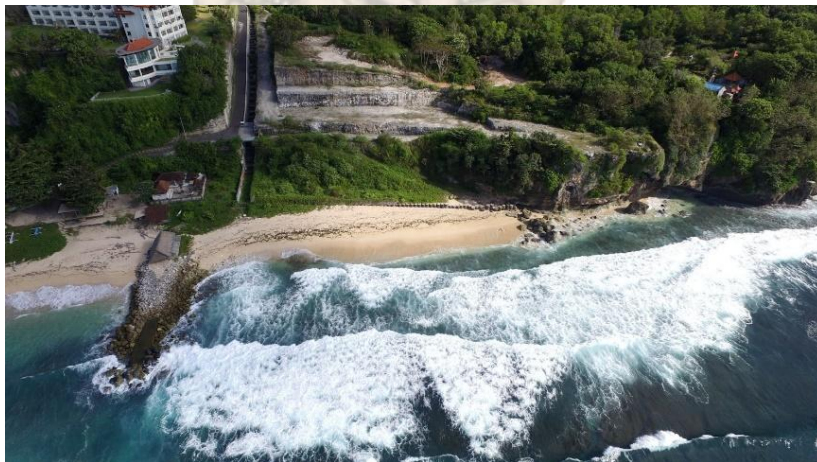


Gambar 1.1 Pulau Bali

(Sumber : www.maps.google.com, 2022)



Gambar 1.2 Lokasi Pantai Sawangan
(Sumber : www.maps.google.com, 2022)



Gambar 1.3 Pantai Sawangan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pantai

2.1.1 Pengertian Pantai

Pantai merupakan wilayah yang menjadi pembatas antara daratan dan lautan. Pesisir pantai merupakan daerah tepi laut yang dipengaruhi oleh keadaan pasang surut air laut, pantai merupakan jalur antara darat dan laut yang menjadi batas dan dapat diukur pada saat pasang tertinggi dan surut terendah yang dipengaruhi oleh keadaan fisik laut serta sosial ekonomi bahari, sedangkan ke arah darat dibatasi oleh proses alami dan kegiatan manusia di daerah darat (Yuwono,1992).

Sedangkan Triatmodjo (1999) mengatakan bahwa pantai merupakan daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan terendah. Sedangkan pesisir merupakan daerah di sekitar tepi laut yang dipengaruhi oleh pasang surut laut, angin laut serta perembesan air laut.

2.1.2 Jenis Pantai

Jenis pantai dapat diuraikan dalam beberapa jenis, berikut jenis pantai berdasarkan jenis paparan dan perairan :

1. Pantai Paparan

Pantai paparan adalah pantai yang memiliki proses pengendapan yang dominan. Pantai dengan jenis ini umumnya terdapat di daerah pantai Utara

Jawa, bagian Timur dan Selatan Kalimantan, pantai Timur Sumatra, dan pantai Selatan Papua. Jenis pantai paparan memiliki beberapa karakteristik seperti muara sungai memiliki delta dan memiliki air yang keruh karena proses sedimentasi yang mengandung lumpur, memiliki permukaan pantai yang landai dengan perubahan kemiringan ke arah laut yang bersifat gradual dan teratur, daratan pantainya bisa lebih dari 20km.

2. Pantai Samudra

Pantai Samudra merupakan pantai yang memiliki proses erosi lebih dominan. Biasanya pantai ini berada di daerah pantai Selatan Jawa, pantai Barat Sumatra, Pantai Utara Papua, serta pantai Barat dan Timur Sulawesi. Pantai Samudra memiliki beberapa karakteristik seperti muara sungai berada di dalam teluk, airnya jernih serta memiliki delta yang tidak berkembang dengan baik, daratan pantai dan garis pantai memiliki batas yang sempit, serta memiliki kedalaman pantai ke arah laut yang berubah tiba-tiba curam.

3. Pantai Pulau

Pantai Pulau adalah pantai yang terbentuk oleh endapan sungai, batu gamping, endapan gunung atau endapan lainnya yang mengelilingi pulau kecil. Jenis pantai ini biasanya terdapat di daerah Kepulauan Riau, Kepulauan Karimunjawa, Kepulauan Nias, serta Kepulauan Seribu.

2.1.3 Manfaat Pantai

Pantai sendiri merupakan suatu area yang memiliki berbagai manfaat bagi makhluk hidup disekitarnya. Berikut manfaat pantai :

1. Sebagai objek wisata
2. Sebagai sumber protein hewani
3. Area tambak garam
4. Sebagai daerah pertanian pasang surut
5. Pengembangan kerajinan tangan bagi masyarakat yang tinggal disekitarnya

2.1.4 Kerusakan Pantai

Pantai memiliki gambaran nyata dari penyatuan antara air, angin serta material lain seperti tanah serta memiliki berbagai manfaat oleh karena itu pantai merupakan objek yang sering mengalami kerusakan baik dari faktor alam maupun dari faktor manusia. Berikut kerusakan pantai yang terjadi :

1. Erosi Pantai

Erosi adalah proses mundurnya garis pantai dari posisi acuan yang pada awalnya disebabkan oleh tidak seimbangnya proses pengisian dan volume angkutan sedimen (Syamsuddin,2005). Salah satu penyebab terjadinya erosi yaitu bangunan yang menjorok ke laut yang menimbulkan pengikisan di hilir bangunan, pengambilan material pantai, adanya pemindahan muara sungai, adanya pengaruh kenaikan muka air laut, pasang surut dan pemanasan global, adanya penebangan hutan mangrove, serta eksploitasi karang.

Erosi adalah proses mundurnya garis pantai dari posisi acuan yang pada awalnya disebabkan oleh tidak seimbangnya proses pengisian dan volume

angkutan sedimen (Syamsuddin,2005). Salah satu penyebab terjadinya erosi yaitu bangunan yang menjorok ke laut yang menimbulkan pengikisan di hilir bangunan, pengambilan material pantai, adanya pemindahan muara sungai, adanya pengaruh kenaikan muka air laut, pasang surut dan pemanasan global, adanya penebangan hutan mangrove, serta eksploitasi karang.

Metode perlindungan terhadap erosi dapat dilakukan dengan cara buatan. Karena sejatinya semenjak fenomena alam yang dapat merugikan aktivitas manusia seiring berkembangnya teknologi pembangunan ditemukan cara atau metode rekayasa yang dapat diperhitungkan dalam analisa sehingga ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk menanggulangi erosi secara buatan (Triatmodjo,1999) yaitu:

- a. Memperkuat tebing pantai sehingga tahan terhadap gempuran gelombang.
- b. Mengubah laju angkutan sedimen sejajar pantai (dengan bangunan krib/*jetty*).
- c. Mengurangi energi gelombang yang mengenai pantai.
- d. Menambah suplai sedimen ke pantai (*sand by passing / beach nourishment*).
- e. Melakukan penghijauan daerah pantai (dengan pohon bakau api-api atau nipah).

Sebagai contoh lapangan yang terdampak erosi pada pada Pantai Kuta dengan dibuatnya landasan pacu Bandara Ngurah Rai yang menjorok ke laut di Bali. Hal ini terjadi karena transpor sedimen sejajar pantai terhalang landasan pacu tersebut, sehingga salah satu sisi terjadi sedimentasi yang mengakibatkan garis pantai maju (akresi) dan pada sisi yang lain menjadi kekurangan suplai sedimen yang mengakibatkan garis pantai mundur (erosi). Namun, saat ini sudah diatasi dengan membuat seri-seri groin (Anonim,2007).

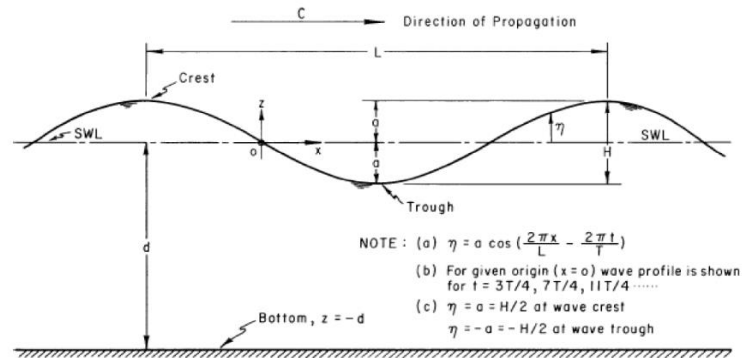
2.2. Karakteristik Gelombang

Karakteristik gelombang adalah proses dalam penguraian definisi dan data dalam menguraikan tanda, ciri, atau fitur yang bisa digunakan sebagai identifikasi sehingga sesuatu yang mengungkapkan, membedakan, atau khas dari suatu kategori khususnya dalam bahasan gelombang air laut.

2.2.1. Pengertian Gelombang

Gelombang timbul jika keseimbangan permukaan air berubah. Perubahan ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain gerakan kapal, gempa bumi, letusan gunung berapi di laut dan hembusan angin. Gelombang di laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam yang tergantung pada gaya pembangkitnya. Gelombang tersebut adalah gelombang angin yang dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut, gelombang pasang surut dibangkitkan oleh gaya tarik benda benda langit terutama matahari dan bulan

terhadap bumi, gelombang tsunami terjadi karena letusan gunung berapi atau gempa di laut, (Triatmodjo, 1999).



Gambar 2.1 Sketsa Definisi Gelombang

(Sumber : SPM, 1984)

Beberapa notasi yang digunakan adalah :

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

η : Fluktuasi muka air terhadap muka air diam

a : Amplitudo

H : Tinggi gelombang

L : Panjang gelombang yaitu interval waktu yang diperlukan oleh partikel air untuk kembali pada kedudukan yang sama dengan kedudukan sebelumnya.

C : Kecepatan rambat gelombang = L/T

k : Angka gelombang = $2/L$

σ : Frekuensi gelombang = $2/T$

Berdasarkan kedalaman relatif, yaitu perbandingan antara kedalaman air dan panjang gelombang (d/L), gelombang dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam, yaitu: gelombang di laut dangkal, gelombang di laut transisi dan gelombang di laut dalam. Perbedaan dari masing-masing gelombang dijelaskan pada tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Parameter Gelombang di Laut Dalam, Transisi dan Dangkal

Kedalaman Relatif (d/L)	Laut Dalam	Laut Transisi	Laut Dangkal
	$d/L < 1/25$	$1/25 < d/L < 1/2$	$d/L > 1/2$
Cepat Rambat (c)	$1,56T$	$\frac{gT}{2\pi} \tanh kd$	$\sqrt{gd}$
Panjang Gelombang (L)	$1,56T^2$	$\frac{gT^2}{2\pi} \tanh kd$	$\sqrt{gdT}$

(Sumber : SPM, 1984)

Gelombang dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu

- Gelombang pendek (*wave of short period*) adalah gelombang dengan periode kurang dari 5 menit. Gelombang pendek sering dikenal dengan ombak dan dapat diakibatkan oleh angin, gempa dan gerakan kapal
- Gelombang panjang (*long wave*) adalah gelombang dengan periode beberapa jam. Gelombang panjang sering dikenal dengan pasang surut yang terjadi akibat gaya tarik menarik antara bumi dengan benda-benda ruang angkasa terutama bulan dan matahari.

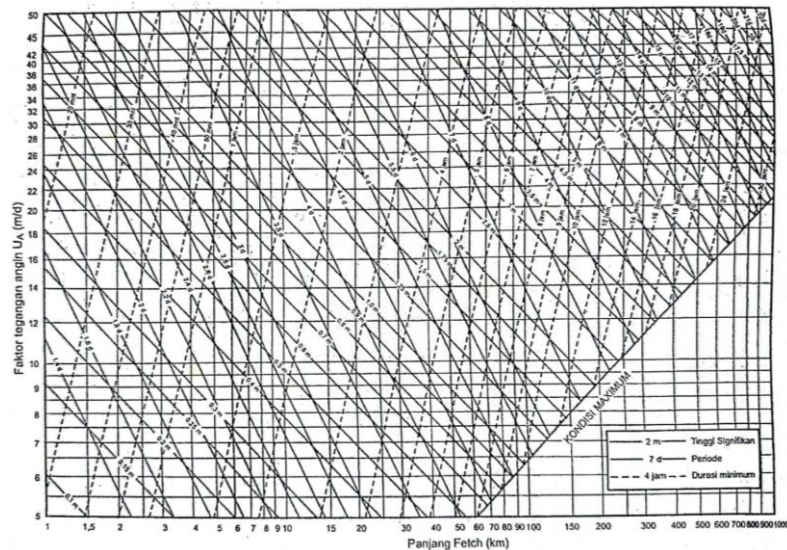
Salah satu faktor yang mempengaruhi gelombang adalah angin. Angin yang berhembus di atas permukaan air akan memindahkan energinya ke air. Kecepatan angin akan menimbulkan tegangan pada permukaan laut, sehingga permukaan air yang semula tenang akan terganggu dan timbul riak gelombang kecil di atas permukaan air. Apabila kecepatan angin bertambah, riak tersebut menjadi semakin besar, dan apabila angin berhembus terus akhirnya akan terbentuk gelombang. Daerah di mana gelombang dibentuk disebut daerah pembangkitan/pembentukan gelombang (*wave generating area*).

Gelombang yang terjadi di daerah pembentukan gelombang disebut gelombang *sea*, sedangkan gelombang yang terbentuk tersebut setelah menjalar keluar daerah pembentukan disebut gelombang *swell*. Karakteristik gelombang *sea* adalah gelombang yang diperkuat oleh angin, gelombang mempunyai bentuk seperti gunung dengan puncak tajam, dengan panjang gelombang berkisar antara 10 (sepuluh) sampai dengan 20 (dua puluh) kali tinggi gelombang. Karakteristik gelombang *swell* adalah gelombang merupakan gelombang bebas, gelombang mempunyai bentuk lebih reguler, dengan panjang gelombang berkisar antara 30 (tiga puluh) sampai dengan 500 (lima ratus) kali tinggi gelombang (Yuwono,1992).

2.2.2. Peramalan Gelombang

Peramalan gelombang dimaksudkan adalah mengalih-ragamkan (transformasi) data angin menjadi data gelombang. Di Indonesia pencatatan gelombang belum banyak dilakukan. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal yaitu: pengamatan gelombang dengan menggunakan papan duga dan stopwatch tidak memberikan hasil yang teliti dan tidak bisa memberikan data gelombang secara berurutan dan cara ini semakin sulit dilaksanakan bila terjadi gelombang besar (badai) terutama karena keselamatan pengamat. Pencatatan gelombang otomatis seperti *wave rider*, *capacitance gage*, *wave pressure gauge* akan memberikan hasil yang baik dan pencatatan gelombang bisa dilakukan untuk berbagai kondisi laut (gelombang besar maupun kecil) namun peralatan ini mahal dan resiko hilang dan rusaknya alat cukup besar. Kurangnya data gelombang, maka untuk keperluan perencanaan bangunan pantai sering dilakukan peramalan gelombang berdasarkan data angin (Triatmodjo, 1999).

Data angin yang diperlukan untuk meramalkan karakteristik gelombang adalah kecepatan angin (U_a) dalam satuan meter/detik, lama angin bertiup (t) dalam satuan jam, jarak seret sumber angin ($Fetch = F$) dalam satuan Km dan arah datangnya angin.



Gambar 2.2 Grafik Peramalan Gelombang

(Sumber : SPM, 1984)

Dalam peramalan gelombang metode yang digunakan yaitu metode *hindcasting* (pasca-kiraan) data angin. Data angin yang diperoleh akan diolah menjadi tabel persentase kejadian angin tiap tahun dan dapat dibuat dalam bentuk *windrose*. Dari *windrose* diperoleh persentase kejadian dari masing-masing kecepatan untuk setiap arah angin, persentase keadaan angin tenang (*calm*) yang akan digunakan untuk merencanakan suatu bangunan pengaman pantai.

Peramalan gelombang berdasarkan data angin dimana pengukuran kecepatan dan arah angin umumnya dilakukan di darat biasanya pada lokasi pelabuhan, bandar udara sedangkan rumus-rumus pembangkitan gelombang data angin yang digunakan adalah yang ada diatas permukaan laut

sehingga data angin yang diperoleh perlu dikoreksi dan dikonversi untuk mendapatkan faktor tegangan angin U_A (*wind stress factor*). Adapun koreksi-koreksi tersebut adalah:

1. Koreksi Ketinggian

Untuk keperluan peramalan gelombang biasanya dipergunakan kecepatan angin pada ketinggian 10 m. Apabila kecepatan tidak diukur pada ketinggian tersebut maka kecepatan angin perlu dikoreksi dengan rumus:

$$U_{(10)} U_{(z)} \left(\frac{10}{z} \right)^{1/7} \quad (2.1)$$

dimana :

$U_{(10)}$ = Kecepatan angin pada ketinggian 10m

2. Kecepatan Angin

Kecepatan angin yang dipergunakan untuk peramalan gelombang adalah

$$U = R_T \cdot R_L \cdot [U_{10}]_L \quad (2.2)$$

dimana:

R_T = Koreksi akibat adanya perbedaan antara temperatur udara dan air dapat dilihat pada Lampiran A.1. Jika data temperatur tidak ada, SPM merekomendasikan $R_T = 1,1$

$[U_{10}]_L$ = Kecepatan angin pada ketinggian 10 m di atas tanah (land)

R_L = Koreksi terhadap pencatatan angin yang dilakukan di darat

$$R_L = U_w / U_L \quad (2.3)$$

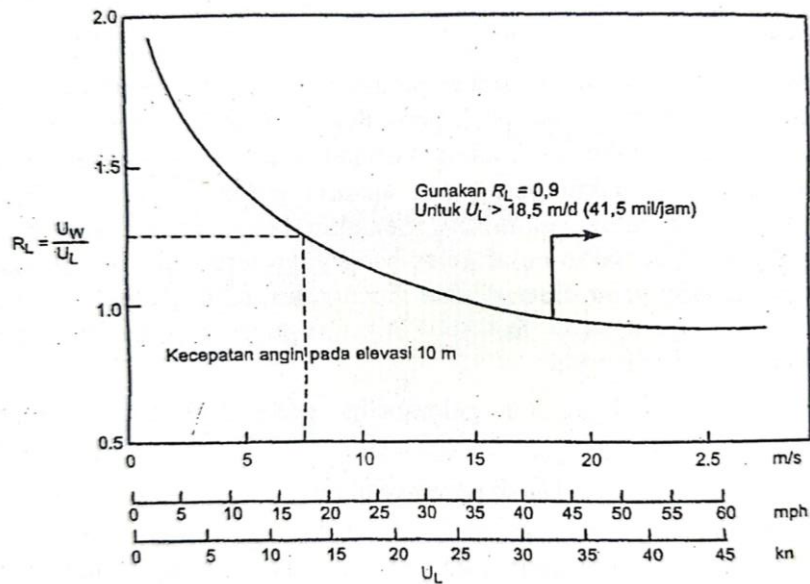
dimana :

U_w = Kecepatan angin di laut

U_L = Kecepatan angin di darat

3. Koreksi Tegangan Angin (U_A)

Rumus-rumus dan grafik pembangkitan gelombang mengandung variabel U_A , yaitu faktor tegangan angin (*wind stress factor*) yang dapat dihitung dari kecepatan angin. Kecepatan angin dikonversikan pada faktor tegangan angin dengan menggunakan rumus:



Gambar 2.3 Hubungan Kecepatan Angin Di Laut Dan Darat

(Sumber : SPM, 1984)

$$U_A = 0,71 U^{1,23} \quad (2.4)$$

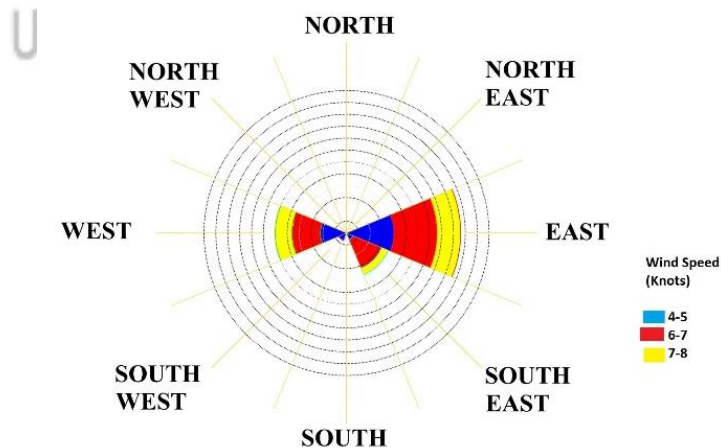
dimana:

U adalah kecepatan angin dalam m/det

2.2.2.1. Windrose

Angin sangat mempengaruhi curah hujan dan tinggi gelombang pada daerah lautan sehingga tinggi suatu gelombang sangat berpengaruh terhadap pantai yang menjadi salah satu penyebab kerusakan pantai yaitu erosi pantai yang disebabkan karena pengikisan oleh air laut sendiri.

Dengan pengaruh angin yang sangat besar terhadap berbagai hal sehingga segala sesuatu mengenai angin perlu dipelajari. Windrose merupakan suatu diagram yang berisi mengenai informasi arah dan kecepatan angin. *Windrose* sendiri dapat digunakan untuk menganalisis data angin dalam keperluan meteorologi dari suatu set data angin.



Gambar 2.4 Diagram Windrose

(Sumber: Hasil Perhitungan)

2.2.2.2. Fetch

Fetch adalah daerah pembentukan gelombang yang diasumsikan memiliki kecepatan dan arah angin yang relatif konstan. Arah angin masih dianggap konstan apabila perubahannya tidak sampai 15°. sedangkan kecepatan angin masih dianggap konstan apabila perubahannya tidak lebih dari 5 knot (2,5 m/dt) (Triatmodjo, Bambang : 2011).

Di dalam peninjauan pembangkitan gelombang di laut, *fetch* dibatasi oleh daratan yang mengelilingi laut. Panjang *fetch* membatasi waktu yang diperlukan gelombang untuk terbentuk karena pengaruh angin, jadi mempengaruhi waktu untuk mentransfer energi angin ke gelombang. *Fetch* ini berpengaruh pada periode dan tinggi gelombang yang dibangkitkan. Semakin panjang jarak *fetch*nya, ketinggian gelombangnya akan semakin besar dan periode gelombangnya akan semakin lama. Di daerah pembangkitan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin (Triatmodjo, Bambang : 2011).

Untuk memperoleh hasil dari *fetch* rerata efektif digunakanlah rumus di bawah ini:

$$F_{eff} = \frac{\sum \chi_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \quad (2.5)$$

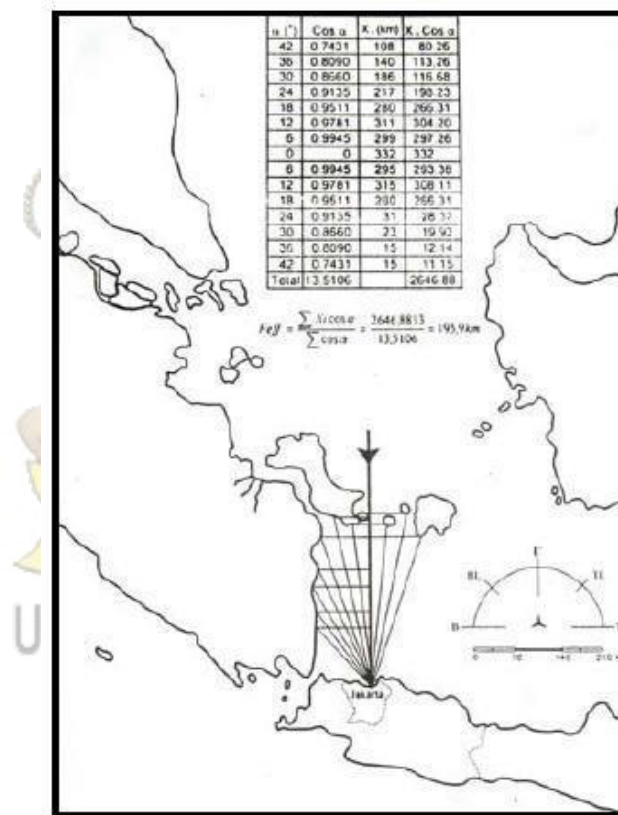
di mana,

F_{eff} : *Fetch* rerata efektif

X_i : Panjang segmen *fetch* yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir *fetch*

α : Deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan pertambahan 6° sampai sudut sebesar 42° pada kedua sisi dari arah angin.

Seperti pada gambar 2.5



Gambar 2.5 *Fetch*

(Sumber: Bambang Triatmodjo, 2011)

2.2.2.3. Peramalan Gelombang di Laut Dalam

Berdasarkan data faktor tegangan angin (U_A), panjang *fetch* (F_{eff}), dan durasi maka dapat dilakukan peramalan gelombang dengan menggunakan

grafik dan analisis statistik gelombang sehingga data yang diperlukan dapat tercapai seperti gelombang representatif (H_1, H_{10}, H_s dan sebagainya) probabilitas kejadian gelombang, dan gelombang ekstrim (gelombang dengan periode ulang tertentu).

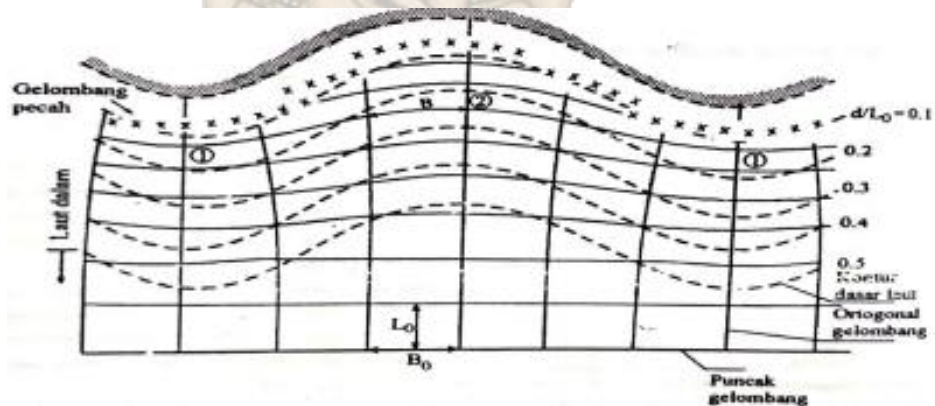
2.3. Transformasi Gelombang

Gelombang merambat dari laut dalam ke laut dangkal. Selama penjalaran terjadi perubahan-perubahan atau transformasi pada gelombang. Penyebab utama terjadinya transformasi adalah: variasi kedalaman di perairan dangkal dan penghalang seperti struktur di perairan. Transformasi akan menyebabkan perubahan pada kecepatan rambat (C), tinggi gelombang (H), dan arah gelombang, dengan periode gelombang (T) tetap. Transformasi ini menentukan tinggi gelombang dan pola (bentuk) garis puncak gelombang di pantai. Tinggi gelombang dan arah datangnya gelombang di pantai akan menentukan arus dan transpor sedimen di daerah pantai.

2.3.1. Refraksi Gelombang

Refraksi terjadi karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut. Daerah yang memiliki kedalaman air lebih besar dari setengah panjang gelombang $d/L_0 > 0,5$ yaitu di laut dalam, gelombang menjalar tanpa dipengaruhi dasar laut, tetapi di laut transisi dan laut dangkal, dasar laut mempengaruhi gelombang (Triatmodjo, Bambang : 2011)

Gambar 2.13 menunjukkan contoh refraksi gelombang di daerah pantai yang mempunyai garis kontur dasar laut dan garis pantai yang tidak teratur. Suatu deretan gelombang di laut dalam mempunyai panjang gelombang (L_0) dan garis puncak gelombang sejajar bergerak menuju pantai. Setelah melewati kontur dengan kedalaman relatif $d/L_0 > 0,5$ garis puncak gelombang yang semula lurus berubah bentuk dan berusaha untuk sejajar dengan garis kontur dan garis pantai. Garis ortogonal gelombang membelok dalam arah menuju tegak lurus garis kontur. Pada lokasi satu, garis ortogonal gelombang menguncup, sedangkan di lokasi dua garis ortogonal gelombang menyebar.



Gambar 2.6 *Refraksi Gelombang*

(Sumber: Triatmodjo, 1999)

$$K_r = \sqrt{\frac{b_0}{b}} = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}} \quad (2.6)$$

Dimana:

α_0 : Sudut antara garis puncak gelombang di laut dalam garis pantai.

α : Sudut antara garis puncak gelombang dan garis kontur dasar laut

Tinggi gelombang yang terjadi pada perairan yang mengalami refraksi didefinisikan sebagai berikut:

$$H = H_0 \cdot K_s \cdot K_r \quad (2.7)$$

Dimana :

H_0 : Tinggi gelombang di laut dalam

K_s : Koefisien *shoaling*

K_r : Koefisien refraksi

2.3.2. Gelombang Pecah

Gelombang pecah yang terjadi di laut dalam dipengaruhi oleh kemiringannya, yaitu perbandingan antara tinggi dan panjang gelombang $H_0/L_0 = 1/7 = 0,142$. Kemiringan yang lebih tajam dari batas maksimum tersebut menyebabkan kecepatan partikel di puncak gelombang lebih besar dari kecepatan rambat gelombang sehingga terjadi ketidakstabilan dan gelombang pecah.

Apabila gelombang bergerak menuju ke laut dangkal, kemiringan batas tersebut tergantung pada kedalaman relatif d/L dan kemiringan dasar laut m . Untuk menghitung tinggi gelombang pecah dapat menggunakan grafik hubungan antara H_b/H_0 dan H_0/gT^2 dan untuk menghitung kedalaman gelombang dapat menggunakan grafik hubungan antara d_b/H_b dan H_b/gT^2 .

Tinggi gelombang pecah dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\frac{Hb}{H'o} = \frac{1}{3,3 \left(\frac{H'o}{Lo}\right)^{\frac{1}{3}}} \quad (2.8)$$

Kedalaman air gelombang pecah diberikan oleh rumus berikut :

$$\frac{db}{Hb} = \frac{1}{b - \left(\frac{aHb}{gT^2}\right)} \quad (2.9)$$

dimana a dan b merupakan fungsi kemiringan pantai m dan diberikan oleh persamaan berikut :

$$a = 43,75 (1 - e^{-19m}) \quad (2.10)$$

$$b = \frac{1,56}{(1 + e^{-19,5 m})} \quad (2.11)$$

di mana :

Hb : tinggi gelombang pecah

H'o : tinggi gelombang laut dalam ekivalen

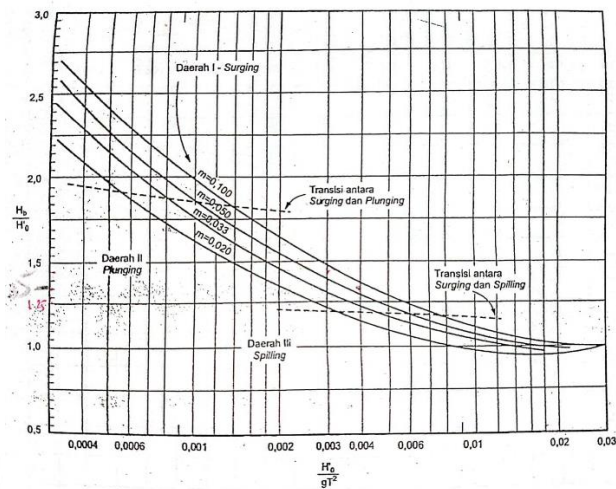
Lo : panjang gelombang di laut dalam

db : kedalaman air saat gelombang pecah

m : kemiringan dasar laut

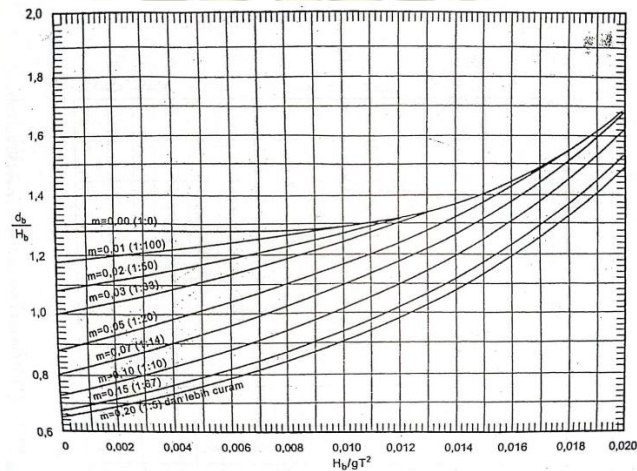
g : percepatan gravitasi

T : periode gelombang



Gambar 2.7 Penentuan Tinggi Gelombang Pecah
(Sumber: Bambang Triatmodjo, 2011)

Kedalaman gelombang pecah ini diperlukan untuk mengetahui kondisi gelombang di lokasi bangunan tersebut. Hal ini diperlukan karena gaya gelombang yang ditimbulkan oleh gelombang tidak pecah dan pecah adalah berbeda.



Gambar 2.8 Penentuan Kedalaman Gelombang Pecah
(Sumber: Bambang Triatmodjo, 2011)