

INFRASTRUKTUR

ANALISIS PERAMALAN KETINGGIAN GELOMBANG LAUT DENGAN PERIODE ULANG MENGGUNAKAN METODE DISTRIBUSI *WEIBULL* (STUDI KASUS PANTAI LEMBASADA KABUPATEN DONGGALA)

Forecasting Analysis of Sea Wave Height with the Return Period Using the *Weibull* Distribution Method (Case Study Lembasada Beach, Donggala Regency)

Setiyawan

Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako Palu
Email : setiyawanvip@yahoo.co.id

Andi Rusdin

Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako Palu
Email : arus33@yahoo.com

Niang Adnyani

Jurusan Teknik Sipil Universitas Tadulako Palu
Email : niang_civil@yahoo.com

ABSTRACT

Lembasada Beach, Donggala regency is the oldest port in central Sulawesi province which the region has a long coastal area that is 400 km. Most of community events in Donggala regency are located in coastal areas. There are several coastal areas in Donggala that potentially damaged by abrasion, one of which is Lembasada Beach. The effect of the frequent occurrence of erosion and abrasion, buildings and areas around the Beach were damaged by large waves and brunt of the waves could get to the land when there is high tide. The aim of this writing is to determine the height of a wave that will be used in planning the coastal protection building. Measurement of wave height is very rare and hard to achieve therefore in this writing the forecasting of wave heights were conducted through modification of wind speed data for 8 years (2006 – 2013) using the Weibull Distribution Method based on the Return Period. The data used is secondary data obtained from an extract of the NOAA Earth System Writing Laboratory NCEP/NCAR and processed using WRPLOT then get the maximum wind direction. Based on the result of analysis, it was obtained that the significant wave height and a significant maximum wave period in 2007 on the southwest directon is (H_s) = 0,7969m and (T_s) = 2,6942 seconds. After analyzing the frequency distribution using Weibull method it can be predicted the wave return period occurrence, the return period of 2 years = 0,208 m, 5 years = 0,213 m, 10 years = 0,218 m, 25 years = 0,225 m, 50 years = 0,230 m, and 100 years = 0,236 m.

Keywords: Wind, Fetch, Wave, Return Period.

ABSTRAK

Pantai Lembasada, Kabupaten Donggala merupakan kota pelabuhan tertua di Provinsi Sulawesi Tengah yang wilayahnya memiliki daerah pesisir yang panjang yaitu sepanjang 400 km. Hampir sebagian besar pusat kegiatan masyarakat di Kabupaten Donggala terletak di daerah pesisir. Ada beberapa daerah pesisir pantai Kabupaten Donggala yang memiliki potensi kerusakan akibat abrasi, salah satunya adalah Pantai Lembasada. Akibat sering terjadinya erosi dan abrasi, banyak bangunan dan daerah sekitar pantai yang rusak karena tersapu gelombang besar dan terjangan gelombang dapat naik ke darat bila terjadi pasang. Studi ini bertujuan untuk mengetahui ketinggian gelombang yang nantinya digunakan dalam perencanaan bangunan pengaman pantai. Pengukuran tinggi gelombang sangat jarang dan sulit didapat sehingga pada penulisan ini dilakukan peramalan tinggi gelombang melalui modifikasi data kecepatan angin selama 8 tahun (2006 – 2013) dengan menggunakan Metode Distribusi *Weibull* berdasarkan Periode Ulang. Data yang digunakan adalah data sekunder dari hasil ekstraksi dari NOAA *Earth System Research Laboratory* NCEP/NCAR dan diolah menggunakan WRPlot sehingga mendapatkan arah angin maksimum. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, maka didapatkan tinggi gelombang signifikan dan periode gelombang signifikan maksimum pada tahun 2007 arah barat daya adalah (H_s) = 0,7969 m dan (T_s) = 2,6942 detik. Setelah dilakukan analisis distribusi frekuensi dengan Metode Distribusi *Weibull* maka dapat diprediksikan gelombang yang terjadi kala ulang, pada periode ulang 2 tahun = 0,208 m, 5 tahun = 0,213 m, 10 tahun = 0,218 m, pada 25 tahun = 0,225 m, pada 50 tahun = 0,230 m, dan pada 100 tahun = 0,236 m.

Kata kunci : Angin, Fetch, Gelombang, Periode ulang

PENDAHULUAN

a. Latar Belakang Masalah

Pantai adalah batas antara daratan dan lautan yang terdapat di daerah pesisir laut dan pasir dibagian pesisirnya. Daerah pesisir pantai di Kawasan Sulawesi Tengah memiliki banyak peruntukan, antara lain sebagai tempat wisata, kampung nelayan, areal tambak, jalan negara, dan sebagainya. Oleh karena itu, daerah pesisir pantai perlu dijaga dari resiko kerusakan dan bahaya abrasi/erosi maupun sedimentasi pada muara sungai.

Kabupaten Donggala merupakan kota pelabuhan tertua di Provinsi Sulawesi Tengah yang wilayahnya memiliki daerah pesisir yang panjang yaitu sepanjang 400km.

Hampir sebagian besar pusat kegiatan masyarakat di Kabupaten Donggala terletak di daerah pesisir. Selain itu juga terdapat jalan Trans Sulawesi yang merupakan jalan nasional di Sulawesi yang menghubungkan provinsi-provinsi di Pulau Sulawesi. Ada beberapa daerah pesisir pantai Kabupaten Donggala yang memiliki potensi kerusakan akibat abrasi, salah satunya adalah Pantai Lembasada, Kabupaten Donggala yang terjadi erosi dan abrasi yang membuat bangunan dan lingkungan sekitar pantai rusak karena tersapu gelombang besar dan terjangan gelombang dapat naik ke darat bila terjadi pasang.

Gelombang angin (*wind waves*) dan gelombang pasang surut (*tides*) merupakan gelombang yang paling penting untuk keperluan teknik sipil dan kelautan. Kedua jenis gelombang tersebut terjadi setiap saat di laut, sehingga berbagai bangunan di laut harus diperhitungkan terhadap kedua gelombang tersebut (Yuwono, 1998). Gelombang laut akan menimbulkan gaya pada bangunan-bangunan pantai sehingga bangunan pantai harus direncanakan mampu bertahan terhadap gaya tersebut. Disamping itu gelombang akan menimbulkan arus yang menyebabkan terjadinya angkutan sedimen. Angkutan sedimen ini dapat menimbulkan erosi dan sedimentasi pada daerah pantai. Oleh karena itu pengetahuan tentang gelombang sangat diperlukan, sehingga perencanaan bangunan pantai dapat dilakukan dengan tepat dan perlindungan pantai dapat dilakukan sesuai dengan iklim gelombang setempat.

Pada Pantai Lembasada banyak bangunan-bangunan dan aktivitas warga disekitar pantai. Ketinggian gelombang-gelombang besar merupakan faktor yang mempengaruhi perencanaan bangunan pantai. Oleh karena itu perlu diketahui peramalan ketinggian gelombang dengan periode ulang tertentu yaitu ketinggian gelombang yang

diharapkan disamai atau dilampaui satu kali dalam T tahun. Namun, untuk menentukan periode ulang tertentu, diperlukan data gelombang dengan jangkauan waktu pengukuran cukup panjang (beberapa tahun). Data tersebut dapat berupa data pengukuran gelombang secara langsung atau data gelombang hasil peramalan berdasarkan data angin. Pada umumnya pencatatan tinggi gelombang sangat jarang dan sulit di dapat. Oleh karena itu dalam penulisan-penulisan tinggi gelombang biasanya digunakan modifikasi dari data angin (Suryana, 1980). Dalam meramalkan tinggi gelombang berdasarkan data angin diperlukan tiga parameter, yaitu kecepatan angin (u), panjang daerah yang dipengaruhi angin (daerah *Fetch* (F)), lamanya angin bertiup (durasi angin (t)) dan peta daerah kajian (Triatmodjo, 1999).

b. Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mendapatkan tinggi gelombang yang terjadi di Pantai Lembasada dan dapat memprediksi gelombang yang terjadi dengan kala ulang beberapa tahun mendatang periode (2, 5, 10, 25, 50, 100) tahun.

c. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang dikemukakan di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang menjadi pokok bahasan selanjutnya yaitu sebagai berikut:

1. Berapa nilai distribusi kecepatan angin dan arah angin jam-jaman berdasarkan data angin Donggala dari tahun 2006 sampai dengan tahun 2013 (8 tahun)?
2. Berapa nilai kecepatan angin maksimum yang didapatkan dalam faktor tegangan angin (*wind stress factor*)?
3. Bagaimana menentukan *Fetch* efektif di Pantai Lembasada?
4. Berapa tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s) yang terjadi di Pantai Lembasada?
5. Berapa ketinggian gelombang yang terjadi dengan kala ulang beberapa tahun mendatang periode (2, 5, 10, 25, 50, 100) tahun?

d. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penulisan ini yaitu:

1. Analisis peramalan ketinggian gelombang laut dengan periode ulang menggunakan Metode Distribusi *Weibull*.

2. Kajian terhadap struktur bangunan pengaman Pantai Lembasada tidak dilakukan.
3. Perolehan data angin bersumber dari data sekunder yaitu data angin Palu jam-jaman yang tersedia dari Tahun 2006 sampai dengan Tahun 2013 (8 tahun).

e. Landasan Teori

1) Pantai

Pantai adalah daerah di tepi perairan yang dipengaruhi oleh air pasang tertinggi dan air surut terendah atau daerah *pesisir* yang merupakan pertemuan antara darat dan laut. Tetapi definisi tersebut terlalu luas, setiap orang akan mengartikan sesuai dengan kebutuhannya. Berdasarkan lokakarya di Manado mengenai Perlindungan/Penanganan Manajemen Pantai Sulawesi Utara pada bulan Agustus 1992, telah disepakati beberapa definisi yang berkaitan dengan daerah pantai (Pratikto, 1997), yaitu:

1. Pantai adalah daerah di tepi perairan (laut) sebatas antara surut terendah dan pasang tertinggi.
2. Daerah pantai adalah suatu pesisir beserta perairannya dimana pada daerah tersebut masih terpengaruh baik oleh aktivitas darat maupun marin.
3. Pesisir adalah daerah darat tepi laut yang masih mendapat pengaruh laut seperti pasang surut, angin laut dan perembesan angin laut.
4. Daerah daratan adalah daerah yang terletak di atas dan di bawah permukaan daratan dimulai dari batas garis pasang tertinggi.
5. Daerah lautan adalah daerah yang terletak di atas dan dibawah permukaan laut dimulai dari sisi laut pada garis surut terendah, termasuk dasar laut dan bagian bumi di bawahnya.
6. Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan dapat berpindah sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi.
7. Sempadan pantai adalah kawasan tertentu sepanjang pantai yang mempunyai mamfaat penting untuk mempertahankan kelestarian fungsi pantai. Kriteria sempadan pantai adalah daratan sepanjang tepian yang lebarnya sesuai dengan bentuk dan kondisi fisik pantai, minimal 100 m dari titik pasang tertinggi ke arah daratan.

2) Gelombang

Gelombang adalah perubahan bentuk permukaan air akibat dari gaya-gaya tertentu yang dipengaruhi oleh tegangan permukaan dan gaya gravitasi. Gelombang merupakan salah satu faktor

yang perlu diperhatikan dalam menentukan letak suatu bangunan pantai.

Parameter penting untuk menjelaskan gelombang air adalah panjang gelombang, tinggi gelombang dan kedalaman air. Parameter-parameter yang lain seperti kecepatan dan percepatan dapat ditentukan dari ketiga parameter pokok di atas (Pratikto, 1996).

Gelombang di laut dapat dibedakan menjadi beberapa macam yang tergantung pada pembangkitnya. Gelombang tersebut adalah gelombang angin yang dibangkitkan oleh tiupan angin di permukaan laut, gelombang pasang surut dibangkitkan sebagainya.

Di antara beberapa bentuk gelombang tersebut yang paling penting dalam bidang teknik pantai adalah gelombang angin (untuk selanjutnya disebut gelombang) dan pasang surut. Gelombang dapat menimbulkan energi untuk membentuk pantai, menimbulkan arus dan transpor sedimen dalam arah tegak lurus dan sepanjang pantai, serta menyebabkan gaya yang bekerja pada bangunan pantai. Gelombang merupakan faktor utama di dalam penentuan tata letak (*layout*) pelabuhan, alur pelayaran, perencanaan bangunan pantai dan sebagainya. Oleh karena itu seseorang ahli teknik pantai harus memahami dengan baik karakteristik dan perilaku gelombang baik di laut dalam, terhadap bangunan pantai (Triatmodjo, 1999).

3) Pembangkitan Gelombang Oleh Angin

Angin adalah sirkulasi yang kurang lebih sejajar dengan permukaan bumi. Kecepatan angin diukur dengan anemometer, dan biasanya dinyatakan dengan *knot*. Satu *knot* adalah panjang satu menit garis bujur melalui khatulistiwa yang ditempuh dalam satu jam, atau $1 \text{ knot} = 1,852 \text{ km/jm} = 0,5 \text{ m/detik}$ lagi (Triatmodjo, 1999).

Angin merupakan salah satu faktor pembangkit gelombang. Hembusan angin pada permukaan air laut menghasilkan energi sehingga menimbulkan gelombang. Semakin lama dan kuat hembusan angin pada permukaan air laut, semakin besar pula gelombang yang terjadi. Tinggi dan periode gelombang yang dibangkitkan dipengaruhi oleh angin meliputi kecepatan angin U , lama hembusan angin D , arah angin dan *fetch* F . *Fetch* adalah daerah dimana kecepatan dan arah angin adalah konstan. Arah angin masih bisa dianggap konstan apabila perubahan-perubahannya tidak lebih dari 15° . Kemudian kecepatan angin masih dianggap konstan jika perubahannya tidak lebih dari 5 knot ($2,5 \text{ m/dt}$) terhadap kecepatan rerata. 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 (Triatmodjo, 1999).

a. Data Angin

Data angin diperlukan dalam menentukan tinggi dan periode gelombang signifikan. Data angin dapat diperoleh melalui pengukuran langsung di atas permukaan laut atau dengan mengukur kecepatan angin di darat dimana lokasi pengukuran berdekatan dengan lokasi permukaan laut kemudian dilakukan konversi data kecepatan angin yang diperoleh menjadi data kecepatan angin di laut. Data angin dicatat setiap jam yang kemudian disajikan dalam bentuk tabel. Untuk mempermudah mengetahui arah angin dominan, presentase kejadian dan kecepatan angin maksimum, data-data tersebut dapat diolah sehingga menghasilkan suatu diagram yang disebut mawar angin atau *windrose* sehingga karakteristik angin lebih mudah dan cepat diketahui.

b. Distribusi Kecepatan Angin

Beberapa rumus atau grafik untuk memprediksi gelombang didasarkan pada kecepatan angin yang diukur pada $y = 10$ m. Apabila angin tidak diukur pada elevasi 10 m, maka kecepatan angin harus dikonversi pada elevasi tersebut. Untuk itu digunakan persamaan (1) sebagai berikut:

$$U(10) = U(y) \cdot \left(\frac{10}{y}\right)^{\frac{1}{7}} \quad (1)$$

dengan:

U = kecepatan angin (m/dt)

y = elevasi terhadap permukaan air (m)

Biasanya pengukuran angin dilakukan di daratan, padahal di dalam rumus-rumus pembangkitan gelombang data angin yang digunakan adalah yang ada di atas permukaan laut. Oleh karena itu diperlukan transformasi dari data angin di atas daratan yang terdekat dengan lokasi studi ke data angin di atas permukaan laut, seperti pada **Gambar 1**. Hubungan antara angin di atas laut dan angin di atas daratan terdekat diberikan oleh persamaan (2) berikut:

$$RL = \frac{U_w}{U_l} \quad (2)$$

dengan:

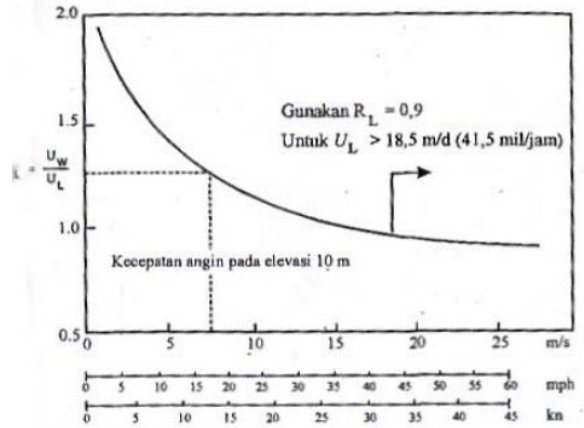
U_w = kecepatan angin di laut (m/dt)

U_l = kecepatan angin di daratan (m/dt)

c. Fetch

Fetch adalah daerah pembentukan gelombang yang diasumsikan memiliki arah dan kecepatan angin yang relatif konstan. Karakteristik gelombang yang ditimbulkan oleh angin ditentukan juga oleh panjang *fetch*. *Fetch* efektif di titik tertentu adalah

area dalam radius perairan yang melingkupi titik tersebut dimana dalam area tersebut angin bertiup dengan kecepatan konstan dari arah manapun menuju titik tertentu (Triatmodjo, 1999).



Gambar 1. Hubungan antara kecepatan angin di laut dan di darat (Triatmodjo, 1999)

Penghitungan panjang *fetch* efektif ini dilakukan dengan menggunakan bantuan peta topografi lokasi dengan skala yang cukup besar, sehingga dapat terlihat pulau-pulau atau daratan yang mempengaruhi pembentukan gelombang disuatu lokasi. Penentuan titik *fetch* diambil pada posisi laut dalam dari lokasi perairan yang ditinjau. Ini karena gelombang yang dibangkitkan oleh angin terbentuk di laut dalam suatu perairan, kemudian merambat ke arah pantai dan pecah seiring dengan mendangkalnya dasar perairan di dekat pantai. Data yang digunakan adalah data kecepatan angin maksimum harian berikut arahnya yang kemudian diproyeksi kedelapan arah mata angin utama. Selain itu juga dibutuhkan informasi tentang panjang *fetch* untuk delapan arah mata angin utama (Triatmodjo, 1999).

d. Peramalan di Laut Dalam

Rumus-rumus dan grafik-grafik pembangkitan gelombang mengandung variabel U_A , yaitu faktor tegangan angin (*wind-stress factor*) yang dapat dihitung dari kecepatan angin. Setelah dilakukan berbagai konversi kecepatan angin, kecepatan angin dikonversikan pada faktor tegangan angin dengan persamaan (3) berikut:

$$U_A = 0,71.U_{10}^{1.23} \quad (3)$$

dengan:

U_A = kecepatan angin terkoreksi (m/dt).

U = kecepatan angin (m/dt).

e. Gelombang Signifikan

Gelombang yang terjadi di tengah laut akibat tiupan angin sangat tidak beraturan (acak).

Gelombang di laut bukan merupakan gelombang tunggal (H, T, dan L tetap), tetapi merupakan gelombang acak (H, T, dan L bermacam-macam) Pengamatan gelombang yang tidak beraturan tersebut meliputi tinggi, periode dan arah gelombang yang berbeda-beda.

Bentuk gelombang acak tersebut sangat kompleks sehingga perlu dilakukan penyederhanaan dengan idealisasi. Satu cara idealisasi yang sering dipakai adalah dengan membentuk gelombang acak menjadi satu gelombang harmonik yang dapat mewakili gelombang acak tersebut. Gelombang harmonik ini dikenal sebagai gelombang signifikan yang tingginya dinyatakan sebagai H_s dan periodanya T_s . Untuk kebutuhan perencanaan bangunan pantai digunakan gelombang rencana yang dikenal sebagai gelombang signifikan yang memiliki tinggi (H_s), periode (T_s), dan panjang (L_s) yang tetap (Setiyawan, 2008) .

4) Perangkat Lunak WRPlot

WRPlot adalah perangkat lunak yang digunakan untuk memplotkan data arah dan kecepatan angin secara otomatis dengan menerapkan sistem *windrose* manual. Sebagaimana diketahui bahwa *windrose* memberikan dua informasi sekaligus arah angin serta kecepatannya. Biasanya penyajian seperti ini sangat berguna dalam dunia navigasi atau pelayaran.

Program ini mampu menjelaskan statistik *windrose* dan plotnya untuk beberapa format data meteorologi. Nilai yang terdapat dalam *windrose* merupakan nilai hitungan statistika dari sebaran data klimatologi unsur cuaca dengan kata lain perangkat ini menampilkan nilai sebaran frekuensi yang terdapat pada angin di tiap sektor arah angin secara spesifik dan kecepatan kelas angin untuk menunjukkan suatu lokasi dan periode waktunya.

Dalam satu paket perangkat ini, tidak hanya visualisasi arah angin yang dapat dilihat tetapi juga tabel sebaran distribusi frekuensi dari kecepatan angin beserta stabilitas kelasnya, plot *windrose* untuk kecepatannya dan stabilitas kelasnya ,*error checking* report , resultan unit vektor dan fitur yang lainnya. Fitur lainnya yang terdapat pada WRPlot adalah dapat menganalisis data cuaca dalam bentuk format SCRAM, CD144, SAMSON, HUSWO, dan bentuk TD-3505, membaca data AERMOD dan ISCST3 pre-proses data meteorologi, menampilkan diagram angin berdasarkan kecepatan angin dan kelas-kelasnya, menampilkan intensitas hujan, termasuk data presipitasi.

5) Kondisi Arah dan Kecepatan Angin

Salah satu faktor yang mempengaruhi dispersi atau penyebaran polutan adalah kecepatan dan arah angin. Menganalisis kondisi meteorologi khususnya untuk arah dan kecepatan angin adalah dengan menggunakan *windrose*. *Windrose* merupakan hasil olah data meteorologi menggunakan WRPlot yang digunakan untuk mengetahui presentase distribusi kejadian arah dan kecepatan angin dalam satu periode waktu bulanan atau tahunan.

Salah satu cara pengolahan visualisasi data angin adalah dengan menggunakan program WRPlot. Pertama adalah import data yang telah diekstrak dari *file *.nc* yang sebelumnya disimpan dengan menggunakan excel *file *.xls*. Setelah data tersebut diimport, berikan nama untuk setiap nilai yang muncul pada setiap kolom yang terdapat dalam *software*. Dimana pada kolom a adalah kolom tahun, kolom b adalah kolom bulan, kolom c adalah kolom tanggal, kolom d adalah kolom waktu, kolom e adalah kolom arah, dan kolom f adalah kolom kecepatan, *save* dalam format **.sam*.

Tabel 1. Format Data *Field*

No	Data Field Name	Exel Column	Unit in Exel	Number Type
1	Year	A	N/	YY,YYY Y
2	Mont	B	N/	1 to 12
3	Day	C	N/	1 to 31
4	Hour	D	01 to 24	01 to 24
5	Wind Direction	E	Degrees	Integer
6	Wind Speed	F	m/s	Decimal

Sumber: Input data WRPlot

METODE PENELITIAN

Untuk membantu dan menunjang penulisan ini, metode yang digunakan yaitu dengan pengumpulan data. Data yang digunakan dalam penulisan ini berupa data primer yang berupa panjang Pantai Lembasada yang merupakan sumber data yang diperoleh secara langsung dari sumber asli dan data sekunder yang merupakan data hasil dari pengukuran dan pencatatan yang diperoleh dari Balitbang KP hasil ekstraksi dari NOAA *Earth System Writing Laboratory NCEP/NCAR*. Adapun data-data yang diperlukan adalah :

1. Data Angin

Data angin dalam penulisan ini dikumpulkan berdasarkan data angin jam-jaman yang

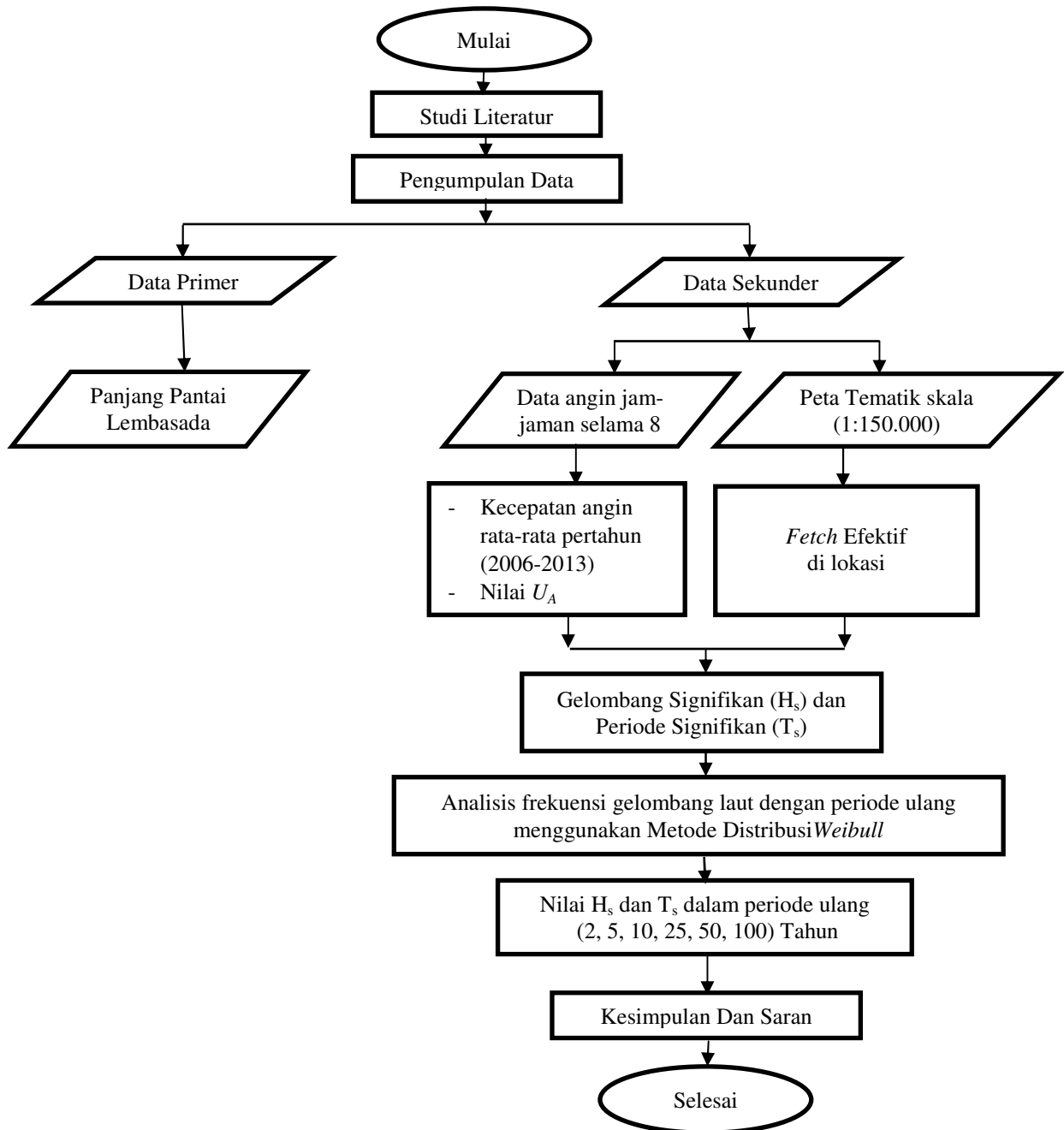
diperoleh Balitbang KP hasil ekstraksi dari NOAA Earth System Writing Laboratory NCEP/NCAR. Selama 8 tahun pengamatan yaitu tahun 2006 – 2013.

2. Data Fetch

Data *fetch* adalah panjang daerah pembentukan gelombang.

Adapun proses penulisan dimulai dari studi literatur, pengumpulan data berupa data primer dan

sekunder, kemudian diolah sehingga didapatkan nilai gelombang signifikan (H_s) dan periode signifikan (T_s), analisis frekuensi gelombang laut dengan periode ulang menggunakan Metode Distribusi Weibull kemudian kesimpulan dan saran. Secara lengkap dapat dilihat pada **Gambar 2** di bawah ini:



Gambar 2. Bagan Alir Proses Penulisan

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Input Data WRPlot

Cara mengoperasikan aplikasi WRPLOT:

1. Sebelum menginput data di aplikasi ini yang paling penting adalah harus mempunyai aplikasi WRPlot dan *worksheet (spreadsheets)*.
2. Input data angin yang didapatkan dari NOAA seperti **Gambar 3** dibawah ini:

Years	Month	Day	Hour	Wind Direction	Wind Speed
2006	1	1	1	137.6250	2.9094
2006	1	2	2	126.3750	4.5125
2006	1	3	3	124.8750	3.6615
2006	1	4	4	155.6250	1.4448
2006	1	5	5	71.2500	4.2790
2006	1	6	6	86.2500	6.5788
2006	1	7	7	112.8750	5.4981
2006	1	8	8	213.3750	5.8148
2006	1	9	9	144.7500	2.7154
2006	1	10	10	171.0000	4.1088
2006	1	11	11	146.6250	5.5971
2006	1	12	12	246.7500	1.9475
2006	1	13	13	248.6250	2.9648
2006	1	14	14	97.1250	4.9875
2006	1	15	15	293.6250	5.3240

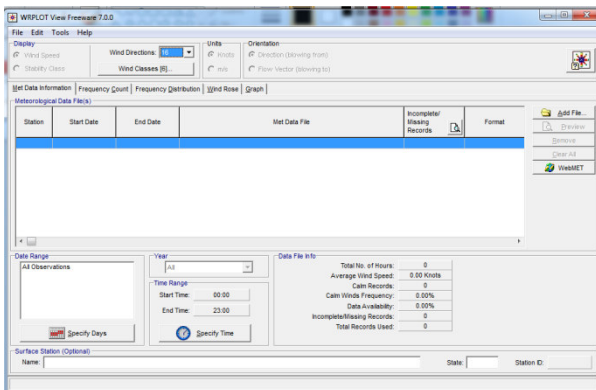
Gambar 3. Data Angin

Sumber: NOAA Earth System Writing Laboratory NCEP/NCAR

Data ini berisi tahun, bulan, tanggal, jam, arah angin, dan kecepatan angin. Untuk menentukan arah mata angin yang berupa simbol misalkan: N, NW, S, SW, E, SE, N, dan NE seperti berikut berikut:

Arah Angin N=0⁰ atau 360⁰, NW= 315⁰, S= 180⁰, SW = 225⁰, E = 90⁰, SE= 135⁰, NE= 45⁰, W= 70⁰

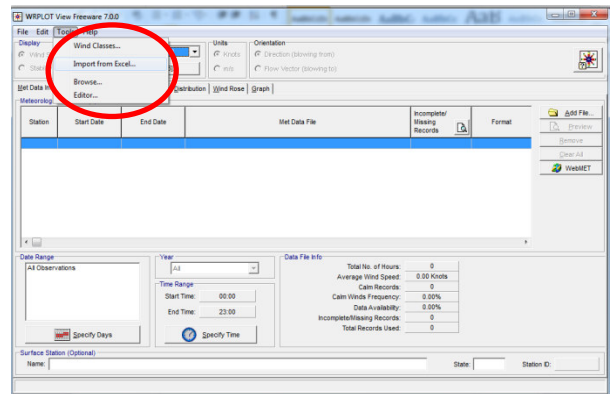
3. Setelah mempunyai data maka selanjutnya buka aplikasi WRPLOT, lalu akan muncul seperti **Gambar 4** di bawah ini:



Gambar 4. Tampilan WRPLOT

Sumber: WRPlot view

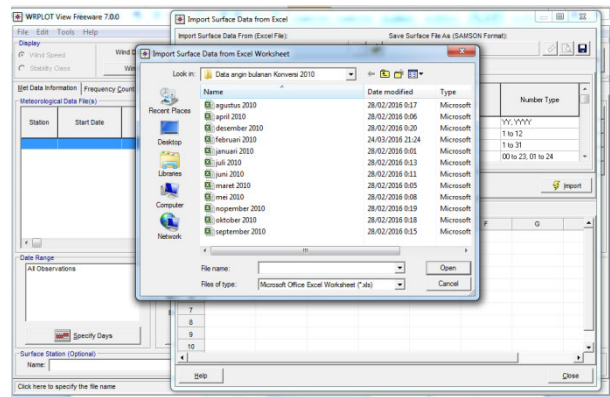
4. Setelah terbuka klik *tools* pada bar lalu klik *import from excel*, seperti pada **Gambar 5** di bawah ini:



Gambar 5. Tools

Sumber: WRPlot view

5. Nantinya akan muncul halaman seperti **Gambar 6** berikut:



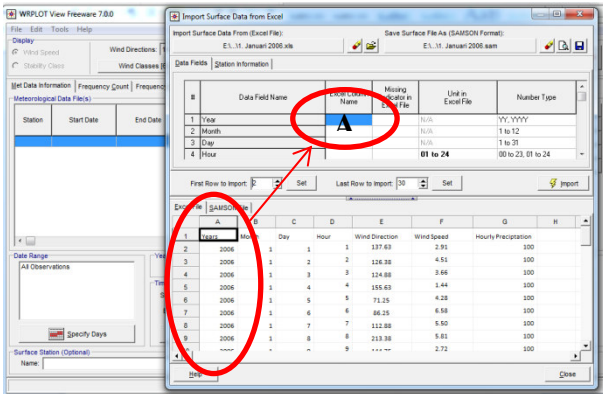
Gambar 6. Memasukkan Data dari Excel

Sumber: WRPlot view

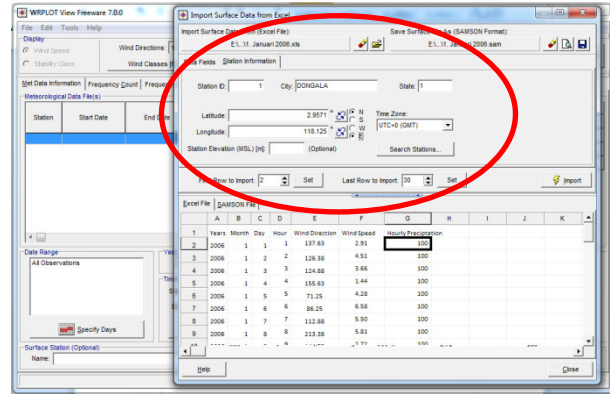
Setelah muncul halaman seperti Gambar 6, bukalah data *excel* yang telah diolah datanya dengan cara klik *open*.

6. Isi data *Fields* pada data ke kolom *YEAR* untuk Tahun, *MONTH* untuk bulan dan seterusnya. Misalkan pada **Gambar 7** dan **Gambar 8** untuk kolom tahun yang berada pada kolom A maka masukkan huruf A ke kolom *YEAR*, kolom bulan yang berada pada kolom B maka masukkan huruf B pada kolom *MONTH* dan seterusnya hingga Data *Fields* terisi semua

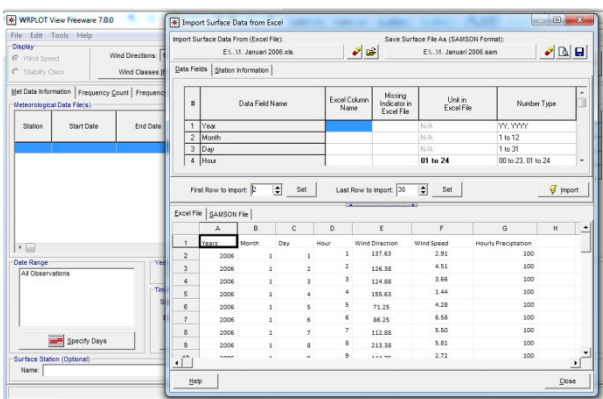
*Analisis Peramalan Ketinggian Gelombang Laut dengan Periode Ulang Menggunakan Metode Distribusi Weibull
(Studi Kasus Pantai Lembasada Kabupaten Donggala)
(Setiyawan, Andi Rusdin, Niang Adnyani)*



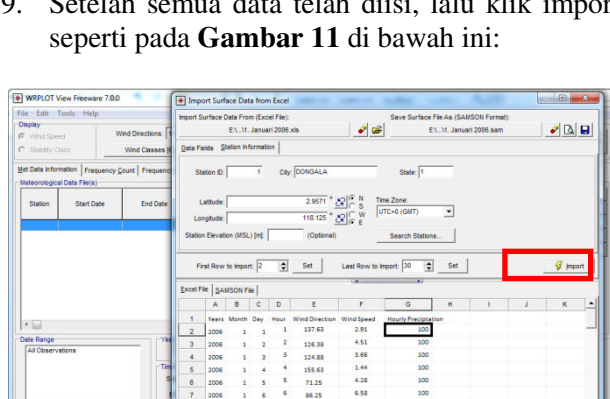
Gambar 7. Mengisi Kolom Data (Tahun)
Sumber: WRPlot view



Gambar 10. Stasiun Informasi
Sumber: WRPlot view



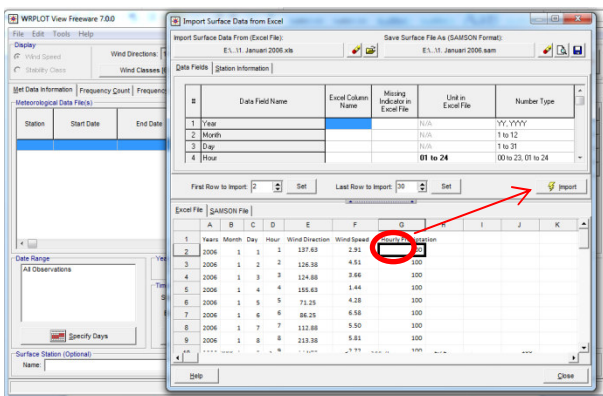
Gambar 8. Mengisi Kolom Data (Bulan)
Sumber: WRPlot view



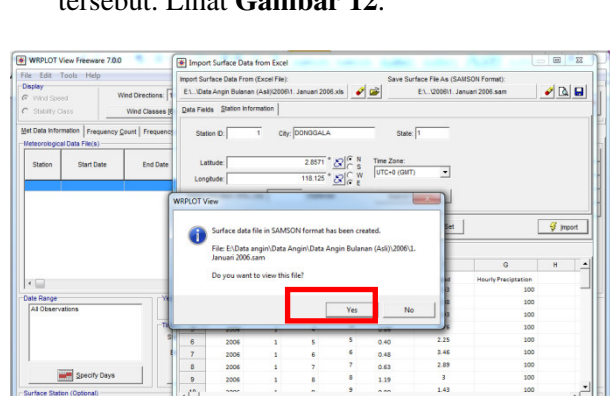
Gambar 11. Menransfer Data
Sumber: WRPlot view

7. Setelah mengisi semua kolom selanjutnya adalah pastikan agar kolom data yang berisi pada *First Row To Import* sesuai dengan kolom data pada excel yang dibuka tadi. Lihat **Gambar 9**.

9. Setelah semua data telah diisi, lalu klik import seperti pada **Gambar 11** di bawah ini:



Gambar 9. First Row To Import
Sumber: WRPlot view

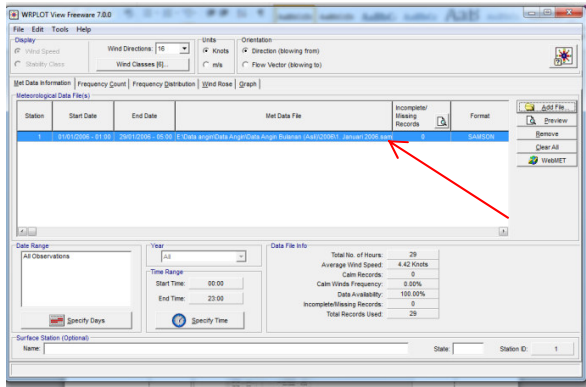


Gambar 12. Menyimpan Data
Sumber: WRPlot view

8. Selanjutnya pindah ke *Station Information* yang ada disebelah *Data Fields* dan isi juga *Station Information* sesuai dengan stasiun tempat data yang diambil. Lihat **Gambar 10**.

10. Maka akan muncul halaman seperti dibawah ini, lalu klik *Yes* untuk menyimpan data tersebut. Lihat **Gambar 12**.

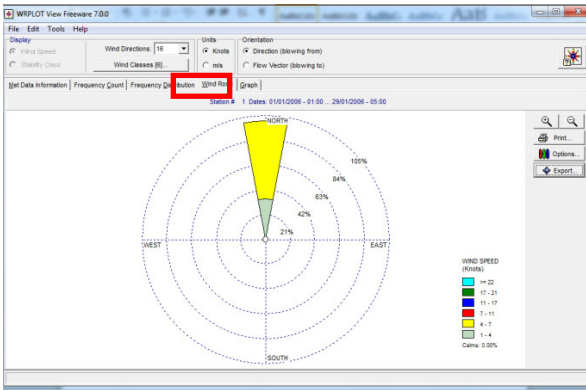
11. Maka data tersebut telah diolah oleh WRPLOT dan *windrose* serta *graphnya* akan muncul. Lihat **Gambar 13** sampai **Gambar 16**.



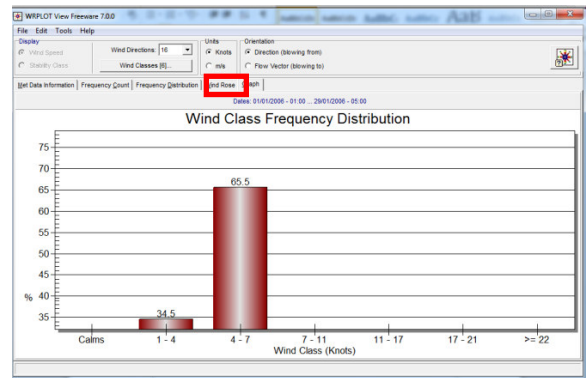
Gambar 13. File *sam
Sumber: WRPlot view

Directions / Wind Classes (Knots)	1-4	4-7	7-11	11-17	17-21	>=22	Total (%)
1 340.75 - 11.25	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
2 11.25 - 33.75	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
3 33.75 - 56.25	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
4 56.25 - 78.75	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
5 78.75 - 101.25	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
6 101.25 - 123.75	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
7 123.75 - 146.25	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
8 146.25 - 168.75	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
9 168.75 - 191.25	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
10 191.25 - 213.75	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
11 213.75 - 236.25	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
12 236.25 - 258.75	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
13 258.75 - 281.25	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
14 281.25 - 303.75	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
15 303.75 - 326.25	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
16 326.25 - 348.75	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
Sub-Total	34.402000	65.517000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	100.000000
Calms							0.000000
Missing/Incomplete							0.000000
Total							100.00

Gambar 14. Frekuensi Distribution
(Sumber: WRPlot view)

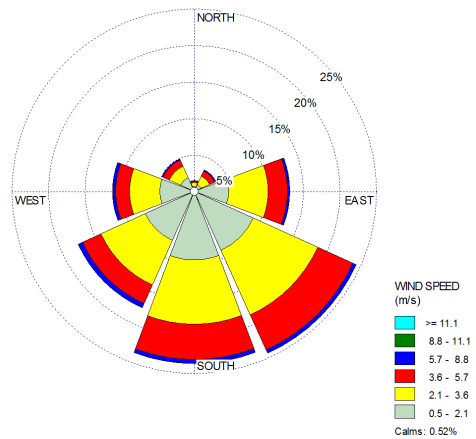


Gambar 15. Windrose
Sumber: WRPlot view



Gambar 16. Histogram
Sumber: WRPlot view

b. Windrose Selama 8 tahun (2006-2013)



Gambar 17. Windrose 8 Tahun (2006-2013)
Sumber: Hasil dari data angin jam – jaman

Dapat dilihat dari Gambar 17 di atas bahwa angin dominan bertiup dari arah tenggara dengan kecepatan angin berkisar antara 5,7-8,8 m/s.

c. Menghitung Nilai U_A

Untuk menghitung nilai U_A faktor tegangan angin yang selanjutnya dipakai dalam persamaan peramalan tinggi gelombang. Dalam perhitungan untuk menentukan faktor tegangan angin digunakan persamaan (4) berikut:

$$U_A = 0,71 U_{10}^{1.23} \quad (4)$$

Tabel 2. Kecepatan angin maks pertahun

No	Tahun	Utara	Timur Laut	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut
1	2006	2,47	2,28	1,33	4,37	0,38	6,65
2	2007	4,18	4,56	0,76	5,32	1,33	1,33
3	2008	3,99	2,28	1,33	2,28	1,14	1,33
4	2009	4,94	4,56	1,52	0,76	4,56	3,61
5	2010	6,08	2,28	1,14	2,47	1,33	3,99
6	2011	5,32	2,28	2,09	3,61	1,71	2,28
7	2012	4,75	2,28	2,09	2,09	1,33	4,37
8	2013	3,04	3,23	1,33	3,04	1,33	0,38

Sumber: Hasil dari data angin jam – jaman

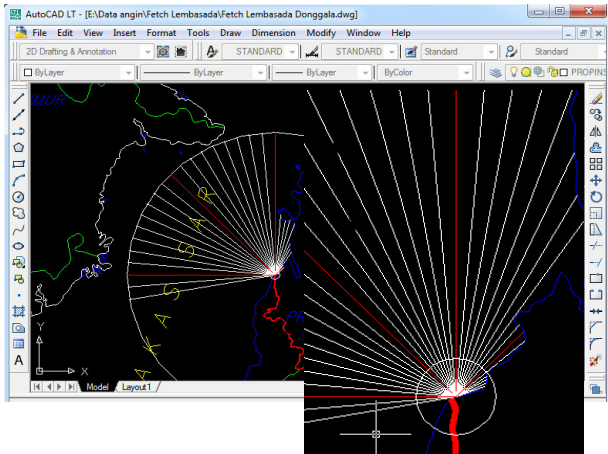
Sehingga didapatkan nilai U_A seperti pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Perhitungan Nilai U_A

No	Tahun	Utara	Timur Laut	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut
1	2006	2,159	1,956	1,0083	4,355	0,216	7,300
2	2007	4,123	4,589	0,5066	5,547	1,008	1,008
3	2008	3,894	1,956	1,0083	1,956	0,834	1,008
4	2009	5,064	4,589	1,1883	0,506	4,589	3,443
5	2010	6,538	1,956	0,8342	2,159	1,008	3,894
6	2011	5,547	1,956	1,7581	3,443	1,373	1,956
7	2012	4,826	1,956	1,7581	1,758	1,008	4,355
8	2013	2,787	3,003	1,0083	2,787	1,008	0,210

Sumber: Hasil dari perhitungan U_A

d. Perhitungan Panjang Fetch Efektif



Gambar 18. Diagram *Fetch* Lokasi Pantai Lembasada (Donggala, Banawa Selatan).
Sumber: Hasil *Fetch* Pantai Lembasada

Fetch efektif digunakan dalam grafik peramalan gelombang untuk mengetahui tinggi, periode dan durasi gelombang. *Fetch* efektif diberikan oleh persamaan (5) sebagai berikut:

$$F_{eff} = \frac{\sum x_i \cdot \cos \alpha_i}{\sum \cos \alpha_i} \quad (5)$$

Tabel 4. Fetch Rerata Efektif

PERHITUNGAN <i>FETCH</i> RERATA EFEKTIF					
Arah Utama	Sudut (α)°	Cos α	x _i (m)	x _i · Cos α	Feff
Utara	340	0,93969	76510	71896	146654
	345	0,96593	79525	76815	
	350	0,98481	77679	76499	
	355	0,99619	84415	84094	
	0	1,00000	200000	200000	
	5	0,99619	200000	199239	
	10	0,98481	200000	196962	
	15	0,96593	200000	193185	
	20	0,93969	200000	187939	
Timur Laut	25	0,93969	200000	187939	200000
	30	0,96593	200000	193185	
	35	0,98481	200000	196962	
	40	0,99619	200000	199239	
	45	1,00000	200000	200000	
	50	0,99619	200000	199239	
	55	0,98481	200000	196962	
	60	0,96593	200000	193185	
	65	0,93969	200000	187939	

Sumber: Hasil dari *fetch*

Tabel 4. Fetch Rerata Efektif (lanjutan)

Arah Utama	Sudut (α)°	Cos α	x _i (m)	x _i · Cos α	Feff
Timur	70	0,93969	200000	187939	156558
	75	0,96593	200000	193185	
	80	0,98481	200000	196962	
	85	0,99619	200000	199239	
	90	1,00000	200000	200000	
	95	0,99619	200000	199239	
	100	0,98481	200000	196962	
	105	0,96593	0	0	
110	0,93969	0	0		
Tenggara	115	0,93969	0	0	0
Selatan	160	0,93969	0	0	0
	165	0,96593	0	0	
	170	0,98481	0	0	
	175	0,99619	0	0	
	180	1,00000	0	0	
	185	0,99619	0	0	
	190	0,98481	0	0	
	195	0,96593	0	0	
200	0,93969	0	0		
Barat Daya	205	0,93969	0	0	0
	210	0,96593	0	0	
	215	0,98481	0	0	
	220	0,99619	0	0	
	225	1,00000	0	0	
	230	0,99619	0	0	
	235	0,98481	0	0	
Barat	240	0,96593	0	0	558
	245	0,93969	0	0	
	250	0,93969	0	0	
	255	0,96593	0	0	
	260	0,98481	0	0	
	265	0,99619	0	0	
	270	1,00000	0	0	
275	0,99619	0	0		
280	0,98481	0	0		
285	0,96593	0	0		
290	0,93969	5208	4894		

Sumber: Hasil dari *fetch*

Tabel 4. Fetch Rerata Efektif (lanjutan)

Arah Utama	Sudut (α)°	Cos α	x _i (m)	x _i · Cos α	Feff
Barat Laut	295	0,93969	5619	5280	21581
	300	0,96593	6009	5804	
	305	0,98481	6348	6252	
	310	0,99619	15261	15203	
	315	1,00000	16380	16380	
	320	0,99619	16739	16676	
	325	0,98481	39242	38646	
	330	0,96593	41438	40026	
	335	0,93969	47962	45070	

Sumber: Hasil dari *fetch*

e. Peramalan Gelombang di Laut Dalam

Untuk mengetahui rumus yang akan digunakan pada perhitungan peramalan ketinggian gelombang, maka kita melakukan pengecekan terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan (6) berikut:

$$\frac{gt}{U_A} = 68,8 \left(\frac{g \times F}{U_A^2} \right)^{2/3} \leq 7,5 \times 10^4 \quad (6)$$

Setelah dilakukan perhitungan untuk menentukan rumus yang akan digunakan, didapatkan hasil perhitungan dibawah ini:

$$\frac{gt}{U_A} = 68,8 \left(\frac{9,81 \times 146654}{2,1591^2} \right)^{2/3} \leq 7,5 \times 10^4$$

$$= 554871,7361 \geq 7,5 \times 10^4$$

Hasil yang didapatkan lebih besar daripada $\geq 7,5 \times 10^4$, untuk itu digunakan rumus peramalan ketinggian gelombang (*Fully Depeloved*) pada arah utara, timur laut, timur dan barat laut, sedangkan pada arah tenggara, selatan, barat daya dan barat digunakan rumus peramalan ketinggian gelombang (*Nonfully Depeloved*) karena hasil yang didapatkan lebih kecil $\leq 7,5 \times 10^4$. Dengan menggunakan rumus peramalan gelombang, maka didapatkan nilai H_s dan T_s pada arah utara – barat laut seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 5. Tinggi Gelombang Signifikan (H_s)

No	Tahun	Utara	Timur Laut	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut
1	2006	0,0134	0,0110	0,0263	0,4912	0,0012	0,1532
2	2007	0,0489	0,0606	0,0066	0,7969	0,0263	0,0029
3	2008	0,0436	0,0110	0,0263	0,0991	0,0180	0,0029
4	2009	0,0737	0,0606	0,0366	0,0066	0,5454	0,0341
5	2010	0,1229	0,0110	0,0180	0,1207	0,0263	0,0436
6	2011	0,0885	0,0110	0,0800	0,3070	0,0488	0,0110
7	2012	0,0670	0,0110	0,0800	0,0800	0,0263	0,0545
8	2013	0,0223	0,0259	0,0263	0,2012	0,0263	0,0001

Sumber: Hasil perhitungan tinggi gelombang signifikan H_s

Tabel 6. Periode Gelombang Signifikan (T_s)

No	Tahun/Mata Angin	Utara	Timur Laut	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut
1	2006	1,4914	1,3515	0,4897	2,1152	0,1049	5,0424
2	2007	2,8485	3,1702	0,2460	2,6942	0,4897	0,6965
3	2008	2,6900	1,3515	0,4897	0,9502	0,4051	0,6965
4	2009	3,4982	3,1702	0,5771	0,2460	2,2289	2,3785
5	2010	4,5161	1,3515	0,4051	1,0485	0,4897	2,6900
6	2011	3,8321	1,3515	0,8538	1,6722	0,6670	1,3515
7	2012	3,3335	1,3515	0,8538	0,8538	0,4897	3,0085
8	2013	1,9253	2,0743	0,4897	1,3536	0,4897	0,1492

Sumber: Hasil perhitungan periode gelombang signifikan T_s

Dari data tinggi gelombang signifikan yang didapatkan (lihat **Tabel 5**), dengan menggunakan Metode Distribusi *Weibull*, maka diperoleh nilai gelombang dengan periode ulang tertentu pada tabel di bawah berikut ini:

Tabel 7. Gelombang dengan Periode ulang Tertentu Arah Utara

m	Hsm	P	Ym	HsmYm	Ym ²	(Hsm-Hr) ²	Hsm	Hsm-Hsm
1	0,12	0,88	0,29	0,03	0,08	0,0040	0,05	0,073
2	0,08	0,76	0,55	0,05	0,30	0,0008	0,05	0,038
3	0,07	0,65	0,93	0,07	0,87	0,0002	0,05	0,023
4	0,06	0,53	1,56	0,10	2,43	0,0000	0,05	0,016
5	0,05	0,41	2,73	0,13	7,45	0,0001	0,05	-0,002
6	0,04	0,29	5,34	0,23	28,52	0,0003	0,05	-0,010
7	0,02	0,17	13,57	0,30	184,35	0,0014	0,06	-0,037
8	0,01	0,05	88,37	1,18	7810,64	0,0022	0,11	-0,101
	0,48	3,77	113,36	2,11	8034,67	0,0090		

Sumber: Hasil dari perhitungan gelombang dengan periode ulang

Tabel 8. Periode Ulang Tertentu Pada Arah Utara

Periode ulang	yr (tahun)	Hsr (m)	σnr	σr	Hs - 1,28 σr	Hs + 1,28 σr
2	0,614	0,050	0,541	0,028	0,014	0,086
5	1,886	0,051	1,305	0,068	-0,037	0,139
10	3,040	0,052	2,056	0,108	-0,086	0,190
25	4,751	0,053	3,184	0,167	-0,161	0,267
50	6,161	0,054	4,120	0,216	-0,222	0,331
100	7,658	0,055	5,113	0,268	-0,288	0,399

Sumber: Hasil dari perhitungan gelombang dengan periode ulang

Tabel 9. Gelombang dengan Periode Ulang Tertentu Arah Timur Laut

m	Hsm	P	Ym	HsmYm	Ym ²	(Hsm-Hr) ²	Hsm	Hsm-Hsm
1	0,06	0,88	0,29	0,01	0,08	0,0012	0,02	0,038
2	0,06	0,76	0,55	0,03	0,30	0,0012	0,02	0,038
3	0,03	0,65	0,93	0,02	0,87	0,0000	0,02	0,003
4	0,01	0,53	1,56	0,01	2,43	0,0002	0,02	-0,011
5	0,01	0,41	2,73	0,03	7,45	0,0002	0,02	-0,011
6	0,01	0,30	5,34	0,06	28,52	0,0002	0,02	-0,012
7	0,01	0,17	13,57	0,15	184,35	0,0002	0,02	-0,014
8	0,01	0,06	88,37	0,97	7810,64	0,0002	0,04	-0,032
	0,20	3,77	113,36	1,30	8034,67	0,0035		

Sumber: Hasil dari perhitungan gelombang dengan periode ulang

Tabel 10. Periode Ulang Tertentu Pada Arah Timur Laut

Periode ulang	yr (tahun)	Hsr (m)	σ_{nr}	σ_r	Hs - 1,28 σ_r	Hs + 1,28 σ_r
2	0,614	0,022	0,541	0,014	0,004	0,040
5	1,886	0,022	1,305	0,034	-0,021	0,065
10	3,040	0,023	2,056	0,053	-0,045	0,090
25	4,751	0,023	3,184	0,082	-0,082	0,128
50	6,161	0,023	4,120	0,106	-0,112	0,159
100	7,658	0,024	5,113	0,132	-0,145	0,192

Sumber: Hasil dari perhitungan gelombang dengan periode ulang

Tabel 11. Gelombang dengan Periode Ulang Tertentu Arah Selatan

m	Hsm	P	Ym	HsmYm	Ym ²	(Hsm-Hr) ²	Hsm	Hsm-Hsm
1	0,08	0,88	0,29	0,02	0,08	0,0018	0,03	0,049
2	0,08	0,76	0,55	0,04	0,30	0,0018	0,03	0,049
3	0,04	0,64	0,93	0,03	0,86	0,0000	0,03	0,005
4	0,02	0,53	1,56	0,04	2,43	0,0001	0,03	-0,005
5	0,02	0,41	2,73	0,07	7,45	0,0001	0,03	-0,005
6	0,02	0,29	5,34	0,14	28,52	0,0001	0,03	-0,007
7	0,01	0,17	13,57	0,24	184,35	0,0004	0,03	-0,019
8	0,01	0,05	88,37	0,58	7810,64	0,0010	0,07	-0,066
	0,30	3,76	113,36	1,18	8034,67	0,0053		

Sumber: Hasil dari perhitungan gelombang dengan periode ulang

Tabel 12. Periode Ulang Tertentu Pada Arah Selatan

Periode ulang	yr (tahun)	Hsr (m)	σ_{nr}	σ_r	Hs - 1,28 σ_r	Hs + 1,28 σ_r
2	0,614	0,031	0,541	0,020	0,005	0,057
5	1,886	0,032	1,305	0,049	-0,031	0,094
10	3,040	0,032	2,056	0,077	-0,066	0,130
25	4,751	0,033	3,184	0,119	-0,119	0,185
50	6,161	0,034	4,120	0,153	-0,163	0,230
100	7,658	0,034	5,113	0,191	-0,209	0,278

Sumber: Hasil dari perhitungan gelombang dengan periode ulang

Tabel 13. Gelombang dengan Periode Ulang Tertentu Arah Barat Daya

m	Hsm	P	Ym	HsmYm	Ym ²	(Hsm-Hr) ²	Hsm	Hsm-Hsm
1	0,79	0,88	0,29	0,23	0,08	0,2852	0,20	0,590
2	0,49	0,76	0,55	0,27	0,30	0,0521	0,20	0,283
3	0,30	0,64	0,93	0,28	0,87	0,0019	0,20	0,098
4	0,20	0,53	1,56	0,31	2,43	0,0038	0,21	-0,010
5	0,12	0,41	2,73	0,32	7,45	0,0202	0,21	-0,095
6	0,09	0,29	5,34	0,53	28,52	0,0268	0,22	-0,127
7	0,08	0,17	13,57	1,08	184,35	0,0334	0,26	-0,180
8	0,01	0,05	88,37	0,58	7810,64	0,0656	0,56	-0,558
	2,10	3,76	113,36	3,63	8034,67	0,4892		

Sumber: Hasil dari perhitungan gelombang dengan periode ulang

Tabel 14. Periode Ulang Tertentu Pada Arah Barat Daya

Periode ulang	yr (tahun)	Hsr (m)	σ_{nr}	σ_r	Hs - 1,28 σ_r	Hs + 1,28 σ_r
2	0,614	0,208	0,541	0,184	-0,028	0,443
5	1,886	0,213	1,305	0,444	-0,355	0,781
10	3,040	0,218	2,056	0,699	-0,677	1,112
25	4,751	0,225	3,184	1,082	-1,161	1,610
50	6,161	0,230	4,120	1,400	-1,562	2,022
100	7,658	0,236	5,113	1,738	-1,988	2,461

Sumber: Hasil dari perhitungan gelombang dengan periode ulang

Tabel 15. Gelombang dengan Periode Ulang Tertentu Arah Barat

m	Hsm	P	Ym	HsmYm	Ym ²	(Hsm-Hr) ²	Hsm	Hsm-Hsm
1	0,54	0,88	0,29	0,18	0,08	0,2075	0,06	0,475
2	0,04	0,76	0,55	0,027	0,30	0,0017	0,07	-0,021
3	0,02	0,64	0,93	0,02	0,86	0,0040	0,07	-0,044
4	0,02	0,53	1,56	0,04	2,43	0,0040	0,07	-0,045
5	0,02	0,41	2,73	0,07	7,45	0,0040	0,07	-0,046
6	0,02	0,29	5,34	0,14	28,52	0,0040	0,07	-0,050
7	0,01	0,17	13,57	0,24	184,35	0,0052	0,08	-0,071
8	0,001	0,05	88,37	0,10	7810,64	0,0079	0,19	-0,196
	0,71	3,76	113,36	0,81	8034,67	0,2384		

Sumber: Hasil dari perhitungan gelombang dengan periode ulang

Tabel 16. Periode Ulang Tertentu Pada Arah Barat

Periode ulang	yr (tahun)	Hsr (m)	σ_{nr}	σ_r	Hs - 1,28 σ_r	Hs + 1,28 σ_r
2	0,614	0,070	0,541	0,108	-0,068	0,208
5	1,886	0,072	1,305	0,261	-0,262	0,406
10	3,040	0,074	2,056	0,411	-0,452	0,599
25	4,751	0,076	3,184	0,636	-0,738	0,890
50	6,161	0,078	4,120	0,823	-0,975	1,132
100	7,658	0,080	5,113	1,022	-1,227	1,388

Sumber: Hasil dari perhitungan gelombang dengan periode ulang

Tabel 17. Gelombang dengan Periode Ulang Tertentu Arah Barat Laut

m	Hsm	P	Ym	HsmYm	Ym ²	(Hsm-Hr) ²	Hsm	Hsm-Hsm
1	0,15	0,88	0,29	0,04	0,08	0,0133	0,03	0,124
2	0,05	0,76	0,55	0,03	0,30	0,0003	0,03	0,025
3	0,04	0,64	0,93	0,04	0,87	0,0000	0,03	0,014
4	0,03	0,53	1,56	0,05	2,43	0,0000	0,03	0,004
5	0,01	0,41	2,73	0,03	7,45	0,0007	0,03	-0,019
6	0,01	0,29	5,34	0,01	28,52	0,0012	0,03	-0,029
7	0,01	0,17	13,57	0,04	184,35	0,0012	0,04	-0,034
8	0,00	0,05	88,37	0,01	7810,64	0,0014	0,08	-0,084
	0,30	3,76	113,36	2,39	8034,67	1,4775		

Sumber: Hasil dari perhitungan gelombang dengan periode ulang

Tabel 18. Periode Ulang Tertentu Pada Arah Barat Laut

Periode ulang	yr (tahun)	Hsr (m)	σ_{nr}	σ_r	Hs - 1,28 σ_r	Hs + 1,28 σ_r
2	0,614	0,029	0,541	0,033	-0,013	0,071
5	1,886	0,030	1,305	0,079	-0,071	0,131
10	3,040	0,031	2,056	0,125	-0,129	0,190
25	4,751	0,032	3,184	0,193	-0,215	0,279
50	6,161	0,033	4,120	0,250	-0,287	0,353
100	7,658	0,034	5,113	0,310	-0,363	0,431

Sumber: Hasil dari perhitungan gelombang dengan periode ulang

KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- Dalam hasil pengolahan data angin jam-jaman yang disajikan dalam bentuk diagram-diagram angin dan pengolahan data *fetch* di atas dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:
 - Dari distribusi gabungan kecepatan dan arah angin, maka didapatkan arah angin maksimum yang berhembus selama 8 Tahun (2006-2013) terjadi pada bulan februari dengan kecepatan berkisar 5,7 – 8,8 m/s dengan distribusi frekuensi sebesar 12,5 %.
 - Dari pengolahan data angin yang dilakukan maka kita dapatkan kecepatan angin tiap tahun dengan nilai U yang dikonversikan pada faktor tegangan angin (*wind stress factor*). Sehingga didapatkan nilai U_A maksimum pada tahun 2006 arah barat laut adalah 7,3001 m/s.
- Dalam hasil pengolahan data *fetch* di lokasi penulisan, didapatkan nilai *fetch* efektif adalah sebagai berikut
 - Pada arah utara adalah sebesar 146.654 m.
 - Pada arah timur laut adalah sebesar 200.000 m.
 - Pada arah timur adalah sebesar 156.558 m.
 - Pada arah barat adalah sebesar 558 m.
 - Pada arah barat laut adalah sebesar 21.581 m.
- Dari nilai U_A yang didapatkan dari Tahun 2006 – 2013 dan data *fetch* di lokasi penulisan maka dapat dihitung tinggi gelombang signifikan dan periode gelombang signifikan, dengan menggunakan rumus *Spektrum Bretschneider (nonfully developed sea)* dan (*fully developed sea*), sehingga didapatkan nilai tinggi gelombang signifikan dan periode gelombang signifikan maksimum pada Tahun 2007 arah barat daya adalah $H_s = 0,7969m/s$ dan $T_s = 2,6942$ detik.
- Untuk memprediksi gelombang kala ulang yang terjadi digunakan Metode Distribusi *Weibull*.

Sehingga didapatkan pada periode ulang tertinggi ada arah barat daya yaitu 2 tahun = 0,208 m, pada periode ulang 5 tahun = 0,213 m, pada periode ulang 10 tahun = 0,218 m, pada periode ulang 25 tahun = 0,225 m, pada periode ulang 50 tahun = 0,230 m dan pada periode ulang 100 tahun = 0,236 m.

b. Saran

Untuk penulisan lebih lanjut dapat dilakukan perhitungan pasang surut dan tranpor sedimen. Sehingga dapat menambah kelengkapan data dalam merencanakan bangunan pengaman pantai *breakwater*.

DAFTAR PUSTAKA

BALITBANG KP, (2015), *Data angin u dan v, (NOAA Earth System Writing Laboratory NCEP/NCAR)*, Donggala.

BPS Kab. Donggala, (2012), *Kabupaten Donggala dalam Angka 2012*, Donggala.

Department of Army, (1984), *Shore Protection Manual*, U.S:Army Corps of Engineers, CERC.

Pratikto, W. A., Armono, H. D., Suntoyo, (1997), *Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut*, Edisi Pertama, BPFE-Yogyakarta, Yogyakarta.

Suryana, I., (1980), *Peramalan Tinggi Gelombang Laut*, ITB, Bandung.

Setiyawan, (2008), *Kajian Perubahan Garis Pantai Talise Sebagai Konsep “Transit City” Kota Palu Propinsi Sulawesi Tengah*, ITB, Bandung.

Setiyawan, (2013), *Spektrum Gelombang Teoritis Perairan Indonesia*. ITB, Bandung.

Triatmodjo, B., (1999), *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.

WRPLOT View, *Wind Rose Plots for Meteorological Data*, Lakes Environmental Software, <http://www.weblakes.com/>, Diakses 21 Januari 2016.

Yuwono, Nur, (1998), *Pengukuran dan Analisis Gelombang*, Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik (PAUTIT) UGM, Yogyakarta.

Yuwono, Nur, (1992), *Dasar-Dasar Perencanaan Bangunan Pantai*, Biro Penerbit Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil-Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.