

SKRIPSI

**STUDI PREDIKSI PASANG SURUT DAN GELOMBANG UNTUK
PERENCANAAN BANGUNAN PELINDUNG PANTAI PADA PANTAI
PASIR PUTIH PITULUA KOLAKA UTARA**



OLEH :

HAEKAL MUHAMMAD

105 81 1888 13

**PROGRAM STUDI TEKNIK PENGAIRAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2018**

STUDI PREDIKSI PASANG SURUT DAN GELOMBANG UNTUK PERENCANAAN BANGUNAN PELINDUNG PANTAI PADA PANTAI PASIR PUTIH PITULUA KOLAKA UTARA

Haekal Muhammad¹

¹Program Studi Teknik Pengairan Unismuh Makassar, haekalmuhammad566@gmail.com

Abstrak

Studi prediksi pasang surut dan gelombang untuk perencanaan bangunan pelindung pantai pada Pantai Pasir Putih Pitulua Kolaka Utara dibimbing oleh Riswal K dan Nenny T Karim. Pantai Pasir Putih Pitulua Kolaka Utara dengan panjang 5,492 km, yang merupakan daerah yang intensif digunakan sebagai wilayah pariwisata dan mata pencaharian penduduk setempat, mengalami abrasi di beberapa bagian yang disebabkan oleh adanya gelombang dominan dari arah selatan dan arus laut sehingga terjadi ketidak seimbangan pergerakan sedimen dari dan menuju pantai. Untuk itu diperlukan adanya upaya penanganan untuk mengatasi abrasi yang terjadi. Studi ini bertujuan untuk mengetahui tinggi gelombang berdasarkan arah angin dan berapa besar tinggi elevasi bangunan yang aman terhadap gelombang akibat angin. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data angin dan data pasang surut. Dari hasil analisa diperoleh elevasi muka air tertinggi (HHWL) yaitu 2,47 m, elevasi muka air rata-rata (MSL) yaitu 1,78 m, dan elevasi muka air terendah (LLWL) yaitu 0,50 m. Persentase arah angin maksimum berasal dari arah selatan sebesar 20,35% dengan kecepatan angin maksimum 10,53 knot. Gelombang terbesar dari arah selatan sebesar 34,4% , tinggi gelombang (H) sebesar 1,35 m dengan periode (T) 6,4 m/detik, sehingga diperoleh elevasi mercu bangunan pelindung pantai yang direncanakan setinggi 5,12 m, elevasi muka air rencana yaitu 2,77 m dengan tinggi jagaan (Fb) yaitu 1,00 m dengan pertimbangan kenaikan muka air setiap tahunnya akibat pemanasan global. Dari hasil pembahasan diatas Pantai Pasir Putih Pitulua Kolaka Utara perlu adanya penanganan penanggulangan abrasi dengan membangun bangunan pelindung pantai

Kata kunci : Pantai Pasir Putih Pitulua, Gelombang, Bangunan Pantai

Abstract

Tidal and wave prediction studies for coastal shore planning at Pasir Putih Beach Pitulua Kolaka Utara are guided by Riswal K and Nenny T Karim. White Sand Beach Pitulua North Kolaka with a length of 5.492 km, which is an intensive area used as a tourist area and the livelihood of local ocean currents resulting in an imbalance of sediment movement from and to the beach. For that we need a handling effort to overcome the abrasion that occurred. This study aims to determine the wave height based on wind direction and how much height of the elevation of the building is safe against the waves due to wind. The data used in this research is wind and tidal data. From the analysis, the highest water level (HHWL) is 2.47 m, average water level (MSL) is 1.78 m, and the lowest water level (LLWL) is 0.50 m. The maximum percentage of wind direction comes from the south of 20.35% with a maximum angina velocity of 10.53 knots. The largest wave from the south is 34.4%, wave height (H) is 1.35 m with period (T) 6.4 m / sec. The elevation of the planned coastal protection vessel as high as 5.12 m, the water level of the plan is 2.77 m with the guard (Fb) that is 1.00 m. From the results above the White Sand Beach Pitulua North Kolaka need for handling abrasion prevention by building a protective coastal building.

Keywords: Pasir Putih Pitulua Beach, Waves, Beach Building

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, karena atas Berkat dan Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Dan tak lupa pula penulis kirimkan syalawat kepada Nabiullah Muhammad SAW, yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah ke zaman seperti sekarang ini.

Selanjutnya dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak sekali mendapat bantuan dan bimbingan dari banyak pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini izin kan penulis menghaturkan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada

- 1) Bapak Ir. Hamzah Al Imran, ST.,MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
- 2) Bapak Muh. Syafaat S. Kuba, ST. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
- 3) Bapak Muh. Amir Zainuddin, ST.,MT. selaku Sekertaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
- 4) Ibu Dr. Ir. Nenny T Karim, ST.,MT. sebagai Dosen Pembimbing II dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
- 5) Bapak-Ibu Staff dosen dan administrasi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

- 6) Terimah kasih saya juga sampaikan yang sebesar – besarnya kepada Himpunan Mahasiswa Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
- 7) Saudara – saudara seperjuangan Teknik Sipil angkatan 2013
- 8) Terkhusus Penulis persembahkan sujud dan rasa terimah kasih kepada kedua orang tua yang telah memberikan pengorbanannya baik doa maupun materi demi keberhasilan penulis.

Penulis sadar bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini tidak luput dari segala kesalahan dan kekurangan sehingga tidak menutup kemungkinan dalam tugas akhir ini terdapat kekeliruan dan ketidak sempurnaan. Oleh karena itu penulis akan menerima segala kritik dan saran yang sifatnya membangun.

Pada akhirnya penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh yang membacanya, Amin.

Makassar,.....2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Batasan Masalah	2
E. Manfaat Penelitian	3
F. Sistematika Penulisan	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Abrasi	5
1. Pengertian Abrasi	5
2. Faktor Penyebab Abrasi	6
3. Dampak Abrasi Pantai	7
B. Gelombang	10

1. Pengertian Gelombang	10
2. Teori Gelombang Airy	11
3. Gelombang Laut Dalam Ekivalen	15
4. Gelombang Pecah.....	16
5. Refreksi Gelombang.....	19
C. Pembangkitan Gelombang	21
1. Konversi Kecepatan Angin	22
2. Fetch.....	23
3. Peramalan Gelombang	24
D. Arus Dekat Pantai	25
E. Fluktuasi Muka Air Laut.....	25
1. Pasang Surut.....	25
2. Kenaikan Muka Air Karena Gelombang.....	27
3. Kenaikan Muka Air Karena Angin	29
4. Elevasi Muka Air Laut Rencana	31

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian	32
1. Lokasi Penelitian.....	32
2. Waktu Penelitian	33
B. Alat dan Bahan.....	33
1. Alat.....	33
2. Bahan.....	33
C. Jenis Penelitian dan Sumber Data	33

1. Jenis Penelitian.....	33
2. Sumber Data.....	34
D. Variabel yang Diteliti.....	34
1. Variabel Bebas	34
2. Variabel Terikat	34
E. Pengumpulan Data	34
F. Analisa Data	36
1. Data Angin	36
2. Data Pang Surut.....	36
3. Peramalan Gelombang	36
G. Prosedur Penelitian.....	38

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Pasng Surut	39
B. Analisa Kecepatan Angin dan <i>Windrose</i>	43
C. Perhitungan Panjang <i>Fetch</i> Efektif	45
D. Peramalan Gelombang	46

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	48
B. Saran.....	49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DOKUMENTASI

DAFTAR GAMABAR

	Halaman
Gambar 1. Definisi parameter gelombang.....	11
Gambar 2. Penentuan tinggi gelombang pecah	17
Gambar 3. Penentuan kedalaman gelombang pecah	18
Gambar 4. Refraksi gelombang	20
Gambar 5. Refraksi gelombang pada kontur lurus dan sejajar.....	21
Gambar 6. Hubungan kecepatan angin dilaut dan didarat.....	22
Gambar 7. Grafik peramalan gelombang	24
Gambar 8. Tipe pasang surut.....	27
Gambar 9. Wave set-up dan set-down.....	27
Gambar 10. Muka air laut karena badai	30
Gambar 11. Peta lokasi penelitian	32
Gambar 12. Flow chart prosedur penelitian	37
Gambar 13. Grafik pasang surut.....	39
Gambar 14. Grafik hubungan amplitude dan beda fase	41
Gambar 15. Tunggang pasang dilokasi studi	42
Gambar 16. Mawar angin (<i>Wind rose</i>)	44
Gambar 17. Fetch efektif.....	45
Gambar 18. Grafik hubungan antara kecepatan angin	46
Gambar 19. Mawar gelombang (<i>wave rose</i>)	48
Gambar 21. Peta Bathimetri	49

Gambar 22. Grafik perkiraan kenaikan muka air laut	53
Gambar 23. Grafik Run-up Gelombang	54
Gambar 24. Gambar Rencana Bangunan Pelindung Pantai	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Data pengamatan pasang surut selama 29 hari.....	38
Tabel 2. Penentuan elevasi air laut.....	39
Tabel 3. Nilai komponen harmonik pasang surut.....	40
Tabel 4. Kejadian angin rata – rata tahun 2016.....	43
Tabel 5. Persentase kejadian agin tahun 2016.....	43
Tabel 6. Perhitungan panjang <i>fetch</i> efektif.....	45
Tabel 7. Tinggi dan periode gelombang signifikan.....	47
Tabel 8. Perhitungan panjang dan cepat rambat gelombang.....	50

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Wilayah pantai Pasir Putih Kabupaten Kolaka Utara Sulawesi Tenggara merupakan daerah yang intensif dimanfaatkan untuk kegiatan manusia seperti pemukiman, pertambakan, perikanan, dan pariwisata. Kawasan ini dapat intensif pemanfaatannya untuk kegiatan manusia, yang dapat ditinjau dari struktur, fungsi, peran ekologis, dan pendayagunaan pesisir pantai. Di kawasan pantai ini dapat dimanfaatkan untuk mendukung lokasi pariwisata dan sebagai sumber pendapatan daerah. Pada umumnya pantai Pasir Putih adalah tempat untuk berwisata bagi penduduk lokal karena mempunyai pantai yang indah. Selain itu, juga sebagai tempat mata pencaharian sebagian besar masyarakat setempat yang berprofesi sebagai nelayan.

Secara geografis pantai Pasir Putih Kolaka Utara terletak pada bagian barat Sulawesi Tenggara, yang memanjang dari utara ke selatan dan berada diantara $3^{\circ}30'00''$ - $3^{\circ}40'00''$ LS dan membentang dari barat ketimur diantara $120^{\circ}55'00''$ – $121^{\circ}5'00''$ BT. Dengan panjang garis pantai $\pm 5,492$ km. Sebagian besar penduduk disekitar pantai berprofesi sebagai nelayan. Terjadinya abrasi dipesisir pantai disebabkan pengaruh gelombang dan arus laut sehingga terjadi ketidak seimbangan pergerakan sedimen dari dan menuju pantai.

Pemahaman mengenai kondisi perairan sangat penting dilakukan sebagai analisis untuk mengurangi dampak – dampak negatif dalam merencanakan pengembangan wilayah pesisir dan laut. Gelombang dan pasang surut merupakan salah satu komponen oseonografi, pengukuran pasang surut dan peramalan gelombang merupakan langkah awal dalam memonitoring kondisi perairan. Melihat permasalahan tersebut maka penelitian tentang analisis spektrum dan transpormasi gelombang di Pantai Pasir Putih Kolaka Utara, sangat diperlukan.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana prediksi gelombang berdasarkan arah angin ?
2. Bagaimana besar tinggi gelombang untuk pelindung Pantai Pasir Putih Pitulua Kolaka Utara ?
3. Bagaimana besar tinggi elevasi bangunan pantai yang aman terhadap gelombang akibat angin ?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penulisan tugas akhir ini yaitu :

1. Mengetahui prediksi gelombang berdasarkan arah angin.
2. Mengetahui besar tinggi gelombang untuk pelindung Pantai Pasir Putih Pitulua Kolaka Utara.
3. Mengetahui berapa besar tinggi elevasi bangunan pantai yang aman terhadap gelombang akibat angin.

D. Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini maka dibatasi permasalahan :

1. Pembahasan mengenai pasang surut yang dihitung berdasarkan data pasang surut 29 hari lokasi tinjauan yaitu Pantai Pasir Putih Kolaka Utara. Analisis untuk menentukan komponen – komponen pasang surut digunakan *Metode Admiralty*
2. Peramalan tinggi dan periode gelombang menggunakan data kecepatan angin yang terjadi dilokasi.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui jenis pasang surut yang terjadi pada daerah Pantai Pasir Putih Pitulua, Kolaka Utara
2. Sebagai bahan referensi bagi penelitian selanjutnya tentang kondisi pasang surut dan gelombang didaerah Pantai Pasir Putih Pitulua, Kolaka Utara

F. Sistematika Penulisan

Guna memudahkan penyusunan serta untuk memudahkan pembaca memahami uraian dan makna secara sistematis, maka penulisan disusun berpedoman pada pola sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri atas latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan manfaat penelitian.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Dalam bab ini dijelaskan mengenai kerangka acuan yang memuat berisi tentang teori singkat yang digunakan dalam menyelesaikan dan membahas permasalahan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini dijelaskan langkah – langkah sistematis penelitian terdiri atas lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan, jenis penelitian dan sumber data, jenis bangunan pengendali, variabel yang diteliti, prosedur penelitian, pengumpulan data, dan analisa data

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas hasil dari penelitian dan pembahasannya

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan penutup dari keseluruhan isi penelitian berupa kesimpulan dan saran atas permasalahan yang telah dibahas sebelumnya.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Abrasi

1. Pengertian Abrasi

Abrasi adalah proses dimana terjadi pengikisan pantai yang disebabkan oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak. Abrasi atau kata lain biasa disebut erosi pantai. Kerusakan garis pantai tersebut diakibatkan terganggunya keseimbangan alam didaerah pantai tersebut. Dan meski abrasi dapat disebabkan oleh gejala alami, tapi manusialah yang menjadi penyebab utama terjadinya abrasi.

Akibat dari abrasi ini akan menyebabkan pantai menggetarkan batuan ataupun tanah dipinggir pantai sehingga lama - kelamaan akan berpisah dengan daratan dan akan mengalami abrasi pantai. Proses terjadi Abrasi yaitu pada saat angin yang bergerak dilaut menimbulkan arus serta gelombang mengarah kepantai, sehingga apabila proses ini berlangsung lama akan mengikis pinggir pantai. Kekuatan gelombang terbesar dapat terjadi pada waktu terjadi badai dan badai inilah yang mempercepat terjadi proses pantai.

Abrasi ini selain disebabkan oleh faktor alam bisa juga disebabkan karena faktor manusia, seperti contoh melakukan penambangan pasir, dikatakan demikian karena penambangan pasir begitu penting terhadap abrasi suatu pantai yang dapat menyebabkan terkurasnya pasir laut dan inilah sangat berpengaruh terhadap arah dan kecepatan arus laut karena akan menghantam pantai.

2. Faktor Penyebab Abrasi

Ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya abrasi pantai diantaranya yaitu :

- a. Faktor Alam. Fenomena alam yang menyebabkan abrasi pantai yakni pasang surut air laut dan juga tiupan angin laut yang menghasilkan gelombang dan arus laut yang kuat.
- b. Penurunan Permukaan Tanah. Pengambilan air tanah yang berlebihan mengakibatkan menurunnya permukaan tanah sehingga daratan lebih rendah dari lautan. Hal ini tentu meningkatkan resiko terjadinya banjir rob akibat meluapnya air laut ke daratan.
- c. Kerusakan Hutan Mangrove. Masyarakat pesisir pantai menebang pohon mangrove untuk dijadikan pertambakan. Selain itu, kayu – kayu dari pohon mangrove juga dijual dan dijadikan pondasi bangunan. Kegiatan tersebut sangat mengganggu regenerasi dan menghambat proses suksesi hutan mangrove. Hal ini juga menyebabkan terjadinya abrasi, dan hilangnya beberapa ekosistem pulau.
- d. Kerusakan Akibat Kegiatan Manusia. Aktivitas manusia yang menjadi penyebab terjadinya abrasi pantai yaitu dalam bentuk penambangan pasir, pencemaran sampah anorganik dan penambangan terumbu karang.
- e. Perubahan Iklim Global. Perubahan iklim global atau yang sering disebut dengan pemanasan global. Meningkatnya suhu bumi menyebabkan mencairnya es di kutub. Ketika es di kutub mencair secara signifikan maka

akan menyebabkan naiknya permukaan air laut sehingga akan menggerus daratan yang rendah seperti pantai.

3. Dampak Abrasi Pantai

Abrasi pantai dengan tingkat kerusakan yang cukup tinggi mempunyai dampak terhadap pelestarian lingkungan, kehidupan sosial ekonomi, dan kesehatan masyarakat pantai.

a. Dampak Terhadap Pelestarian Lingkungan

Dampak abrasi pantai terhadap lingkungan diantaranya yaitu :

- 1) Penyusutan area pantai. Menyempitnya daerah pantai adalah dampak dari erosi pantai yang paling jelas terlihat. Ombak laut yang tidak bisa diredam dan begitu keras menghantam daerah pantai membuat bebatuan dan tanah terpisah dari daratan sehingga memunculkan genangan air. Arus laut yang biasa digunakan nelayan untuk berangkat dan pulang melaut terlihat sangat membahayakan. Gelombang ombak pantai yang biasanya memberi pemandangan dan suasana indah di pinggir pantai kemudian menjadi mengerikan. Hal tersebut tentu merugikan sektor pariwisata dan juga secara langsung membahayakan keberlangsungan hidup penduduk di sekitar pantai yang memiliki rumah atau ruang usaha.
- 2) Rusaknya hutan mangrove. Penanaman hutan mangrove yang sebenarnya ditujukan untuk menangkal dan mengurangi resiko erosi pantai juga berpotensi gagal total jika abrasi pantai sudah tidak bisa ditanggulangi. Pada umumnya hal ini terjadi saat 'musim' badai tiba, yakni saat keseimbangan ekosistem pantai sudah benar-benar rusak ataupun saat laut sudah kehilangan

sebagian besar dari persediaan pasirnya. Jika hal tersebut terjadi, maka diperlukan penanganan yang lebih intensif karena keberadaan hutan mangrove masih cukup efektif untuk mengurangi resiko erosi pantai.

- 3) Hilangnya tempat berkumpul ikan perairan pantai. Terkikisnya daerah pantai yang diawali gelombang dan arus laut yang destruktif serta kegiatan penambangan terumbu karang menyebabkan ikan perairan pantai kehilangan habitatnya. Ketika kehilangan tempat hidupnya, ikan-ikan pantai akan kebingungan mencari tempat berkumpul sebab mereka tidak bisa mendiami perairan laut dalam karena adanya ancaman predator ataupun suhu yang tidak sesuai dan gelombang air laut yang terlalu besar. Akibat terburuknya dari semua hal tersebut adalah matinya ikan-ikan pantai sehingga merugikan nelayan yang mendiami daerah pantai tersebut.

b. Dampak Terhadap Sosial Ekonomi Masyarakat

Abrasi pantai berdampak pada perubahan sosial ekonomi masyarakat pesisir pantai. Masyarakat yang bermata pencaharian sebagai petani mulai beralih ke mata pencaharian lain. Air laut yang naik kedarat membuat air tanah menjadi asin dan tidak dapat digunakan untuk bercocok tanam. Selain itu, lahan pertanian yang tergenang oleh air laut tidak dapat digunakan untuk bertani lagi sehingga banyak petani yang beralih profesi menjadi nelayan. Tak sedikit pula petani yang beralih kebidang pertambakan. Semakin luasnya daerah yang terkena abrasi mengakibatkan tambak tidak dapat dipertahankan. Tambak milik penduduk seringkali gagal panen karena terjangan gelombang ombak yang besar. Kepala keluarga yang menghidupi keluarganya lewat tambak ikan kemudian beralih

menjadi buruh pabrik atau buruh bangunan. Bahkan banyak pula yang akhirnya menganggur dan menggantungkan kehidupan ekonominya pada anggota keluarga yang lain.

Tingginya kebutuhan hidup memunculkan mata pencaharian baru di sektor perdagangan dan pengelolaan hutan mangrove. Perdagangan dapat menunjang pariwisata bahari di daerah pesisir. Masyarakat membuka warung- warung yang menjual makanan untuk wisatawan yang berlibur di pantai. Ada pula yang menawarkan jasa penyewaan perahu yang dapat digunakan wisatawan untuk berkeliling di sekitar hutan mangrove.

c. Dampak Terhadap Kesehatan Masyarakat

Abrasi pantai mengakibatkan air laut masuk kesumber - sumber air masyarakat pesisir pantai. Hal tersebut mempengaruhi salinitas atau tingkat kadar garam yang terlarut dalam sumber- sumber air tanah. Dampak pencemaran air tersebut yakni turunnya kualitas kesehatan masyarakat. Penurunan kualitas kesehatan tersebut dapat dilihat dari timbulnya berbagai macam penyakit yang diderita oleh masyarakat pesisir, diantaranya adalah :

- 1) Penyakit kulit. Air laut yang tercampur ke sumber- sumber air penduduk pesisir pantai sering kali tercemari oleh limbah. Padahal sumber- sumber air tersebut digunakan oleh masyarakat pesisir pantai untuk keperluan sehari-hari seperti mandi dan mencuci. Hal tersebut tentu dapat menyebabkan penyakit kulit bagi masyarakat pesisir.
- 2) Penyakit saluran pencernaan. Air tanah yang sudah tidak sehat, apabila dikonsumsi akan menimbulkan penyakit pencernaan seperti sakit perut,

disenteri, diare dan lain sebagainya. Hal tersebut dapat diperparah dengan buruknya sanitasi masyarakat.

- 3) Gangguan fungsi ginjal. Indikasi gangguan fungsi ginjal pada masyarakat pesisir perlu diwaspadai mengingat sumber- sumber air yang sudah tercemari limbah.

B. Gelombang

1. Pengertian Gelombang

Gelombang dapat didefinisikan sebagai proses gerakan naik turunnya molekul air laut, membentuk puncak dan lembah pada lapisan permukaan air laut. Gelombang berasal dari tengah lautan menuju pantai. Gelombang sebenarnya merupakan gerakan naik dan turunnya air laut (penyebabnya bisa berasal dari angin ataupun gempa laut). Gesekan angin membentuk gerakan sirkulasi sehingga permukaan air menjadi naik dan turun.

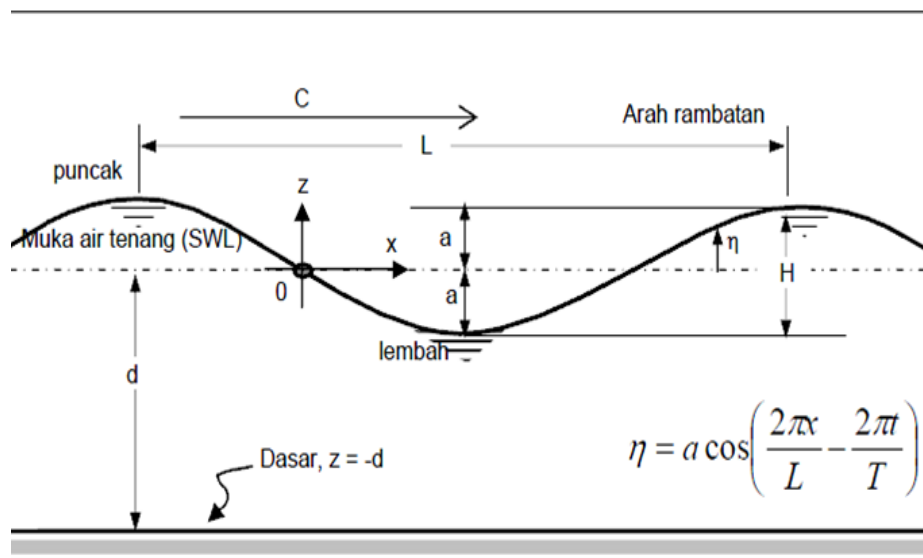
Menurut penyebabnya, berikut ini adalah jenis-jenis gelombang laut yaitu:

- a. Gelombang karena angin, yaitu jenis gelombang laut yang terjadi karena adanya gesekan angin di permukaan sehingga arah gelombang sesuai dengan arah angin.
- b. Gelombang karena menabrak pantai, yaitu jenis gelombang laut yang terjadi karena ketika sampai ke pantai, gelombang laut terhempas dan akhirnya pecah. Air yang pecah itu akan menjadi arus balik dan membentuk gelombang. Oleh karena itu, arah gelombang akan berlawanan dengan arah datangnya gelombang.

- c. Gelombang laut karena gempa bumi, yaitu jenis gelombang laut yang terbentuk akibat adanya gempa di dasar laut. Gempa ini terjadi karena adanya gunung laut yang meletus atau adanya getaran atau gesekan kulit bumi di dasar laut.

2. Teori Gelombang Airy

Dalam anak sub bab ini hanya diberikan beberapa karakteristik gelombang airy yang nantinya banyak berkaitan dengan hitungan - hitungan perencanaan. Gambar 1 menunjukkan suatu gelombang yang berada pada sistem koordinat x,y . Gelombang menjalar pada arah sumbu x .



Gambar 1. Definisi parameter gelombang

Beberapa notasi yang digunakan adalah :

- d : jarak antara muka air rerata dan dasar laut
- $\eta(x,t)$: fluktuasi muka air terhadap muka air diam
- a : amplitudo gelombang
- H : tinggi gelombang = $2a$

L : panjang gelombang

T : periode gelombang, 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 $2\pi/L$

σ : frekuensi gelombang $2\pi/T$

Dalam gambar tersebut gelombang bergerak dengan cepat rambat C di air dengan kedalaman d . Dalam hal ini, yang bergerak (merambat) hanya bentuk (profil) muka airnya. Tidak seperti pada aliran air disungai dimana partikel (massa) air bergerak ke arah aliran, pada gelombang partikel air bergerak dalam satu orbit tertutup sehingga tidak bergerak maju ke arah sumbu x . Suatu pelampung yang berada dilaut hanya bergerak naik turun mengikuti gelombang dan tidak berpindah (dalam arah penjalaran) dari tempatnya semula.

a. Profil Muka Air

Profil muka air merupakan fungsi ruang (x) dan waktu (t) yang mempunyai bentuk berikut ini.

$$\eta(x, t) = \frac{H}{2} \cos(kx - \sigma t) \quad (1)$$

Persamaan (1) menunjukkan bahwa fluktuasi muka air adalah periodik terhadap x dan t , dan merupakan gelombang sinusoidal dan progresif yang menjalar dalam arah sumbu x positif.

b. Cepat Rambat Dan Panjang Gelombang

Cepat rambat (C) dan panjang gelombang (L) diberikan oleh persamaan berikut ini.

$$C = \frac{gT}{2\pi} \tan \frac{2\pi d}{L} = \frac{gT}{2\pi} \tan kd \quad (2)$$

$$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tan \frac{2\pi d}{L} = \frac{gT^2}{2\pi} \tan kd \quad (3)$$

Dengan $k = 2\pi/L$. Jika kedalaman air dan periode gelombang diketahui, maka dengan cara coba-banding (iterasi) akan didapat panjang gelombang (L).

c. Klasifikasi Gelombang Menurut Kedalaman Relatif

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

- 1) Gelombang dilaut dangkal. Jika $d/L < 1/20$
- 2) Gelombang dilaut transisi. Jika $1/20 < d/L < 1/2$
- 3) Gelaombang dilaut dalam. Jika $d/L > 1/2$

Klasifikasi ini dilakukan untuk menyederhanakan rumus – rumus gelombang. Apabila kedalaman relatif $d/L \geq 0,5$, nilai $\tanh(2\pi d/L) = 1,0$ sehingga persamaan (4) dan (5) menjadi (untuk $g = 9,81 \text{ m/d}^2$) :

$$C_0 = \frac{gT}{2\pi} = 1,56T \quad (4)$$

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} = 1,56T^2 \quad (5)$$

Indeks 0 menunjukkan nilai – nilai tersebut adalah untuk kondisi dilaut dalam. Dilaut dalam, cepat rambat dan panjang gelombang hanya tergantung pada periode gelombang. Apabila kedalaman relatif $d/L < 1/20$ nilai tanah ($2\pi d/L$) = ($2\pi d/L$), sehingga persamaan (4) dan (5) menjadi :

$$C = \sqrt{gd} \quad (6)$$

$$L = \sqrt{gd} T \quad (7)$$

Dilaut dangkal cepat rambat gelombang hanya tergantung pada kedalaman. Untuk gelombang dialaut transisi, yaitu apabila $1/20 < d/L < 1/2$, cepat rambat dan panjang gelombang dihitung dengan persamaan (6) dan (7).

Terdapat hubungan antara panjang gelombang dilaut dalam dan disuatu lokasi yang ditinjau, yaitu :

$$\frac{d}{L_0} = \frac{d}{L} \tan\left(\frac{2\pi d}{L}\right) \quad (8)$$

Persamaan (8) dapat digunakan untuk menghitung panjang gelombang disetiap kedalaman, apabila panjang gelombang dilaut dalam diketahui. Penyelesaian persamaan (8) sangat sulit karena diperlukan iterasi yang panjang. Untuk memudahkan perhitungan telah dibuat tabel yang disusun berdasarkan persamaan tersebut. Dalam tabel tersebut juga diberikan beberapa fungsi yang akan banyak digunakan dalam hitungan gelombang.

d. Energi Dan Tenaga Gelombang

Energi total gelombang adalah jumlah dari energi kinetik dan energi potensial gelombang. Energi kinetik adalah energi yang disebabkan oleh kecepatan partikel air karena adanya gerakan gelombang. Energi potensial adalah energi yang dihasilkan oleh perpindahan muka air karena adanya gelombang. Tenaga gelombang adalah energi gelombang tiap satu satuan waktu yang menjalar dalam arah perjalanan gelombang.

Energi kinetik gelombang :

$$E_k = \frac{\rho g H^2 L}{16}$$

Energi potensial gelombang :

$$E_p = \frac{\rho g H^2 L}{16}$$

Energi total gelombang :

$$E_t = E_k + E_p = \frac{\rho g H^2}{8} \quad (9)$$

Tenaga gelombang :

$$P = \frac{nE}{T} \quad (10)$$

Dengan :

$$n = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{2kd}{\sin 2kd} \right) \quad (11)$$

3. Gelombang Laut Dalam Ekivalen

Analisa transformasi gelombang sering dilakukan dengan konsep gelombang laut dalam ekivalen. Pemakaian gelombang ini bertujuan untuk menetapkan tinggi gelombang yang mengalami refraksi, difraksi, dan transformasi lainnya, sehingga perkiraan transformasi dan deformasi gelombang dapat dilakukan dengan lebih mudah. Tinggi gelombang laut dalam ekivalen diberikan oleh bentuk :

$$H'_0 = K_r H_0 \quad (12)$$

Dengan :

H'_0 : tinggi gelombang laut dalam ekivalen

H_0 : tinggi gelombang laut dalam

K_r : koefisien refraksi

Konsep tinggi gelombang laut dalam ekivalen ini digunakan dalam analisi gelombang pecah, kenaikan (*run up*) gelombang, limpasan gelombang, dan proses lain.

4. Gelombang Pecah

Jika gelombang menjalar dari tempat yang dalam menuju ketempat yang makin lama makin dangkal, pada suatu lokasi tertentu gelombang tersebut akan pecah. Kondisi gelombang pecah tergantung pada kemiringan dasar pantai dan kecuraman gelombang. Tinggi gelombang pecah dapat dihitung dengan rumus :

$$\frac{H_b}{H'_0} = \frac{1}{3,3(H'_0/L_0)^{\frac{1}{3}}} \quad (13)$$

Kedalaman air dimana gelombang pecah diberikan oleh rumus berikut :

$$\frac{d_b}{H_b} = \frac{1}{b - (aH_b/gt^2)} \quad (14)$$

Dimana a dan b merupakan fungsi kemiringan pantai m dan diberikan oleh persamaan berikui ini :

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

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

Dengan :

H_b : tinggi gelombang pecah

H'_0 : tinggi gelombang laut dalam ekivalen

L_0 : panjang gelombang dilaut dalam

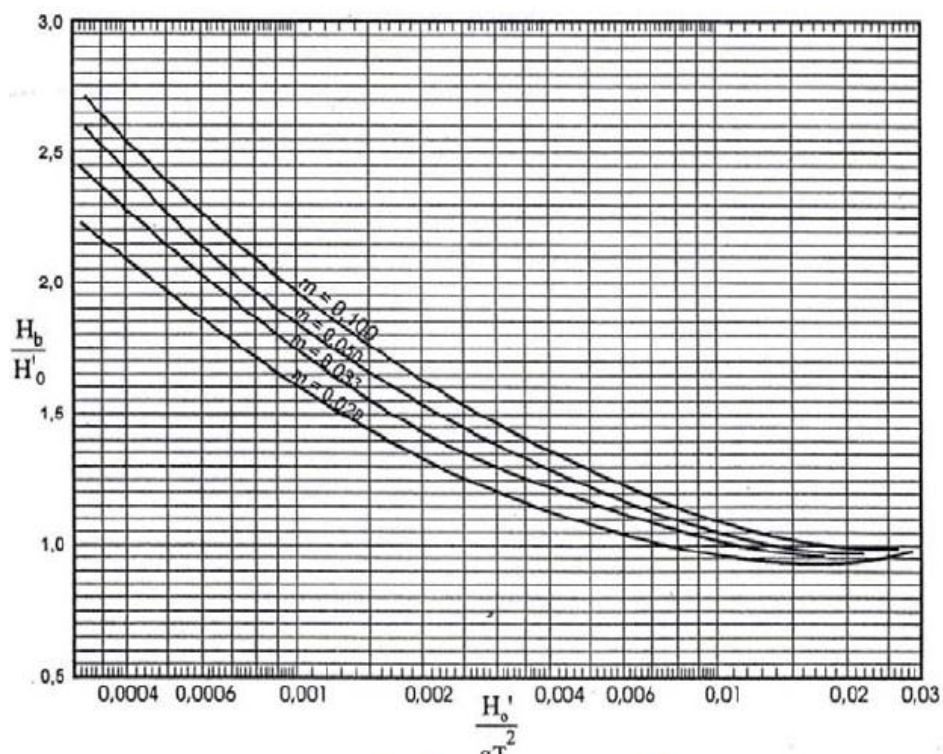
d_b : kedalaman gelombang pecah

m : kemiringan dasar laut

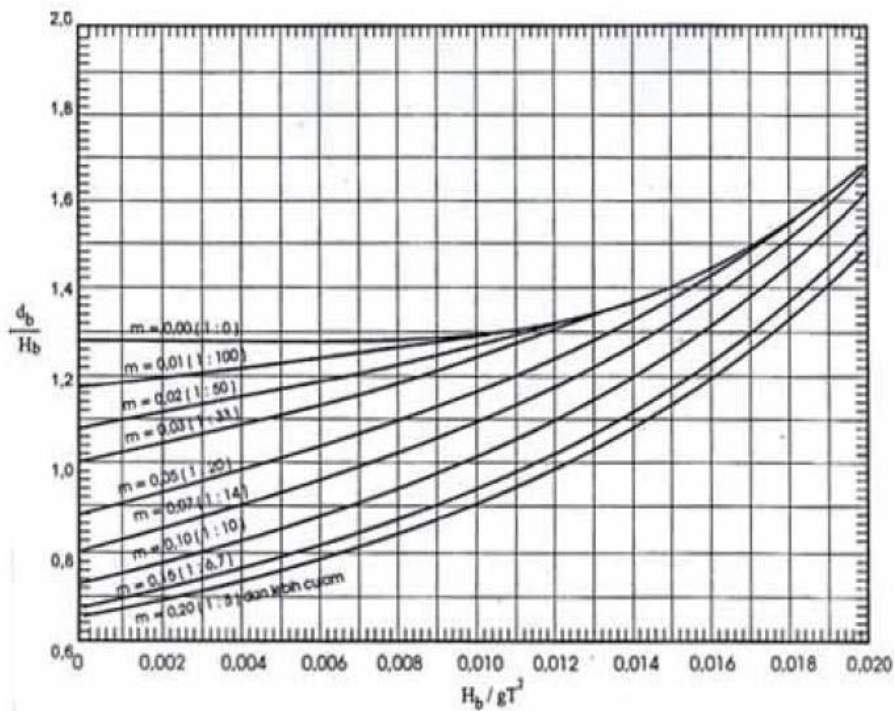
g : percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/dtk}^2$)

T : periode gelombang

Sudut datang gelombang pecah dihitung berdasarkan analisis refraksi pada kedalaman dimana terjadi gelombang pecah. Penelitian yang dilakukan oleh Iversen, Galvin, dan Goda (dalam SPM, 1984) menunjukkan bahwa H_b/H_0 dan d_b/H_b tergantung pada kemiringan dasar pantai dan kemiringan gelombang datang. Gambar (6) adalah grafik yang dibuat oleh Goda yang memberikan hubungan antara H_b/H'_0 dan H'_0/gT^2 untuk berbagai kemiringan dasar pantai. Sedangkan Gambar (7) adalah hasil penelitian Weigel yang memberikan hubungan antara d_b/H_b dan H_b/gT^2 untuk berbagai kemiringan dasar pantai. Gambar 2 dan 3 disarankan untuk digunakan dalam hitungan tinggi dan kedalaman gelombang pecah.



Gambar 2. Penentuan tinggi gelombang pecah



Gamabar 3. Penentuan kedalaman gelombang pecah

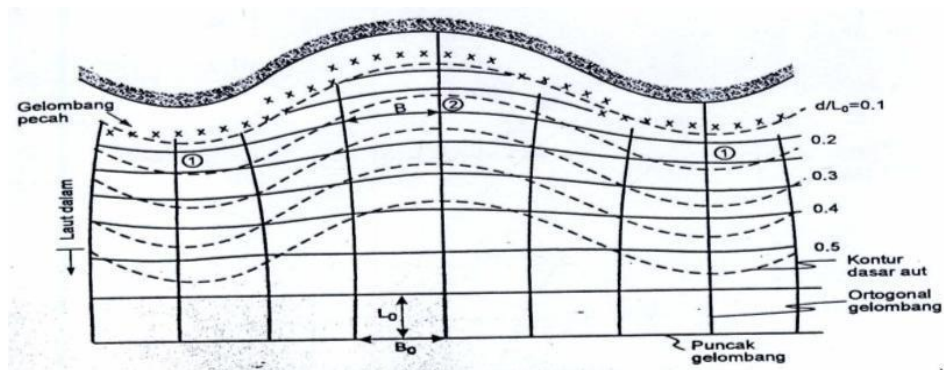
Gelombang pecah dapat dibedakan menjadi :

- Spilling* terjadi apabila gelombang dengan kemiringan yang kecil menuju kepantai yang datar, gelombang mulai pecah pada jarak yang cukup jauh dari pantai dan pecahnya berangsur – angsur.
- Plunging* terjadi apabila kemiringan gelombang dan dasar laut bertambah, gelombang akan pecah dan puncak gelombang akan memutar dengan masa air pada puncak gelombang akan terjun kedepan.
- Surging* terjadi pada pantai dengan kemiringan yang cukup besar seperti yang terjadi pada pantai yang berkarang, daerah gelombang pecah sangat sempit dan energi dipantulkan kembali kelaut dalam.

5. Refraksi Gelombang

Refraksi terjadi karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut. Didaerah dimana kedalaman air lebih besar dari setengah panjang gelombang, $d/L_0 > 0,5$ yaitu dilaut dalam, gelombang menjalar tanpa dipengaruhi dasar laut. Tetapi dilaut transisi dan dangkal, dasar laut mempengaruhi gelombang. Didaerah ini, apabila ditinjau suatu garis puncak gelombang, bagian dari puncak gelombang yang berada di air yang lebih dangkal akan menjalar dengan kecepatan yang lebih kecil dari pada bagian di air yang lebih dalam. Akibatnya garis puncak gelombang akan membelok dan berusaha untuk sejajar dengan garis kedalaman laut. Garis ortogonal gelombang, akan membelok dan berusaha untuk sejajar dengan garis kedalaman laut. Garis ortogonal gelombang, yaitu garis yang tegak lurus dengan garis puncak gelombang dan menunjukkan arah penjalaran gelombang, juga akan membelok dan berusaha untuk menuju tegak lurus dengan garis kontur dasar laut.

Gambar 4 menunjukkan contoh refraksi gelombang didaerah pantai yang mempunyai garis kontur dasar laut dan garis pantai yang tidak teratur. Suatu deretan gelombang dilaut 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 1 garis ortogonal gelombang mengucup sedang dilokasi 2 garis ortogonal gelombang menyebar.



Gambar 4. Refraksi Gelombang

Proses refraksi gelombang adalah sama dengan refraksi cahaya yang terjadi karena cahaya melintasi dua media perantara berbeda. Dengan persamaan tersebut maka pemakaian hukum snell pada optik dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah refraksi gelombang yang disebabkan karena perubahan kedalaman.

Dipandang suatu deretan gelombang yang menjalar dari laut dengan kedalaman d_0 menuju kedalaman d_1 dengan perubahan kedalaman mendadak (seperti anak tangga) dan dianggap tidak ada refleksi gelombang pada perubahan tersebut. Karena adanya perubahan kedalaman maka cepat rambat dan panjang gelombang berkurang dari C_0 dan L_0 menjadi C_1 dan L_1 sesuai dengan hukum snell berikut

$$\sin \alpha_1 = \left(\frac{C_1}{C_0} \right) \sin \alpha_0 \quad (15)$$

Dengan :

α_0 = sudut antara garis puncak gelombang dengan kontur dasar dimana gelombang melintas

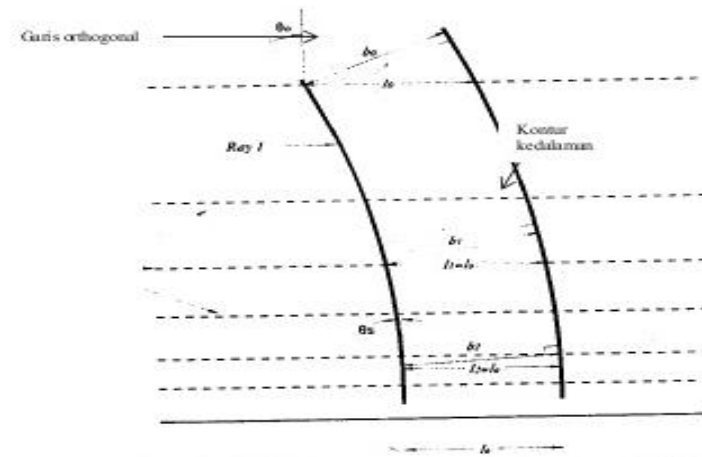
α_1 = sudut yang sama yang diukur saat garis puncak gelombang melintasi kontur dasar berikutnya

C_0 = kecepatan gelombang pada kedalaman dikontur pertama

C_1 = kecepatan gelombang pada kedalaman dikontur berikutnya

Seperti terlihat pada gambar 5 jarak antara ortogonal dilaut dalam dan dititik 1 adalah b_0 dan b_1 . Apabila kontur dasar laut adalah lurus dan sejajar maka jarak x dititik 0 dan 1 adalah sama sehingga :

$$x = \frac{b_0}{\cos \alpha_0} = \frac{b_1}{\cos \alpha_1}$$



Gambar 5. Refraksi Gelombang Pada Kontur Lurus dan Sejajar

dan koefesien refraksi adalah :

$$K_r = \sqrt{\frac{b_0}{b_1}} = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_1}} \quad (16)$$

C. Pembangkitan Gelombang

Angin yang berhembus diatas permukaan air yang semula tenang, akan menyebabkan gangguan pada permukaan tersebut, dengan timbulnya riak gelombang kecil. Apabila kecepatan angin bertambah, riak tersebut menjadi semakin besar, dan apabila angin berhembus terus akhirnya akan terbentuk gelombang. Semakin lama dan semakin kuat angin berehembus, semakin besar gelombang yang terbentuk. Tinggi dan periode gelombang yang dibangkitkan

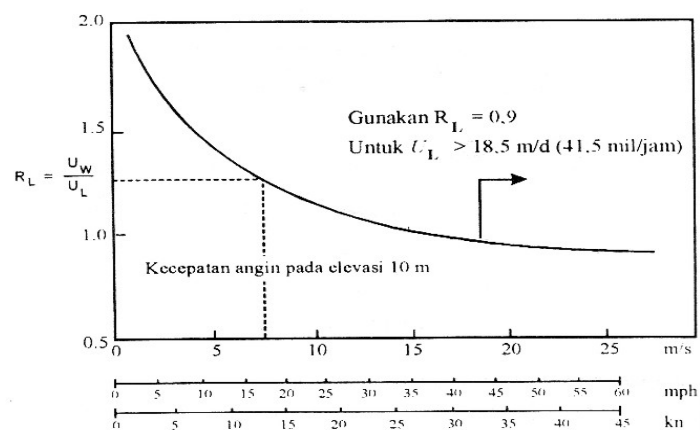
dipengaruhi oleh kecepatan angin U_W , lama hembus angin D , dan fetch F yaitu panjang permukaan laut pada mana angin berhembus.

Didalam pembangkitan gelombang, perlu diketahui beberapa parameter berikut ini :

- Kecepatan rerata angin U_W dipermukaan air.
- Arah angin.
- Panjang daerah pembangkitan gelombang dimana angin mempunyai kecepatan dan arah konstan (*fetch*)
- Lama hembusan angin pada fetch

1. Konversi Kecepatan Angin

Biasanya pengukuran angin dilakukan di daratan, padahal rumus-rumus pembangkitan gelombang data angin yang digunakan adalah yang ada di atas permukaan laut. Oleh karena itu diperlukan transformasi dari data angin di lokasi stasiun angin ke data angin di atas permukaan laut. Hubungan antara angin di atas laut dan angin di atas daratan terdekat diberikan oleh $R_L = U_W / U_L$, seperti diperlihatkan pada Gambar 6.



Gamabat 6. Hubarat kecepatan angin dilaut dan didarat

Dengan memasukkan nilai kecepatan angin terkoreksi (U) pada Gambar (6) maka akan didapat R_L . Kecepatan angin harus dikonversikan menjadi faktor tegangan angin (U_A). Faktor tegangan angin berdasarkan kecepatan angin dilaut (U_W), yang telah dikoreksi terhadap data kecepatan angin didarat (U_L).

Rumus faktor tegangan angin berdasarkan kecepatan angin dilaut adalah sebagai berikut :

$$U_W = R_L \times U \quad (17)$$

$$U_A = 0,71 \times U_W^{1,23} \quad (18)$$

Dimana :

U_W : kecepatan angin dilaut

U : kecepatan angin terkoreksi (knot)

U_A : faktor tegangan angin

2. Fetch

Fetch adalah jarak seret gelombang. Didalam tinjauan pembangkitan gelombang dilaut, fetch dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Didaerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan arah angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin. Panjang fetch adalah panjang laut yang dibatasi oleh pulau – pulau pada kedua ujungnya. Fetch rerata efektif diberikan oleh persamaan berikut ini :

$$F_{\text{eff}} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \quad (19)$$

Dengan :

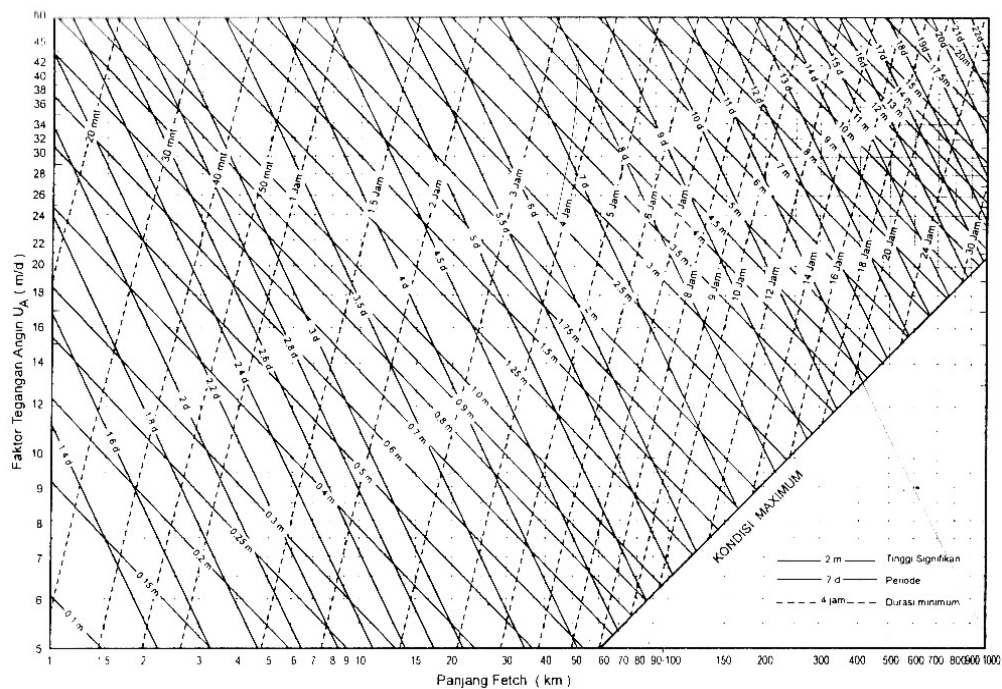
F_{eff} : fetch rerata efektif

X_i : panjang segmen fetch yang diukur dari titik observasi gelombang keujung akhir fetch

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

3. Peramalan Gelombang

Peramalan gelombang berdasarkan pada kecepatan angin lama hembus angin, dan fetch. Dari data angin dan fetch gelombang akan di dapat jenis, tinggi, dan periode gelombang yang ada didaerah pantai. Dari grafik peramalan gelombang tinggi, durasi, dan periode gelombang dapat diketahui.



Gamabar 7. Grafik peramalan gelombang (SPM, 1984)

D. Arus Dekat Pantai

Longshore current (arus panjang pantai) ditimbulkan oleh gelombang yang pecah dengan membentuk sudut terhadap garis pantai. Arus ini terjadi didaerah antara gelombang pecah dan garis pantai parameter yang penting dalam menentukan arus disepanjang pantai adalah tinggi dan sudut datang gelombang pecah. Arus sepanjang pantai yang ditimbulkan membentuk sudut terhadap garis pantai. Kecepatan arus sepanjang pantai dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$V = 1,17(gH_b)^{1/2} \sin \alpha_b \cos \alpha_b \quad (20)$$

Dimana :

V : kecepatan arus sepanjang pantai

g : percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/dtk}^2$)

H_b : tinggi gelombang pecah

α_b : sudut datang gelombang pecah

E. Fluktuasi Muka Air Laut

1. Pasang Surut

Pasang surut adalah suatu gerakan naik turunnya permukaan air laut, dimana amplitudo dan fasenya berhubungan langsung terhadap gaya geofisika yang periodik, yakni gaya yang ditimbulkan oleh gerak reguler benda – benda angkasa, terutama bulan, bumi, dan matahari. Bentuk pasang surut diberbagai daerah tidak sama. Disuatu daerah dalam satu hari dapat terjadi satu kali atau dua kali pasang surut. Secara umum pasang surut diberbagai daerah dapat dibedakan dalam empat tipe, yaitu :

a. Pasang surut harian ganda (*semi diurnal tide*)

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Periode pasang surut rata – rata adalah 12 jam 24 menit. Pasang surut jenis ini terdapat diselat Malaka sampai laut Andaman.

b. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*)

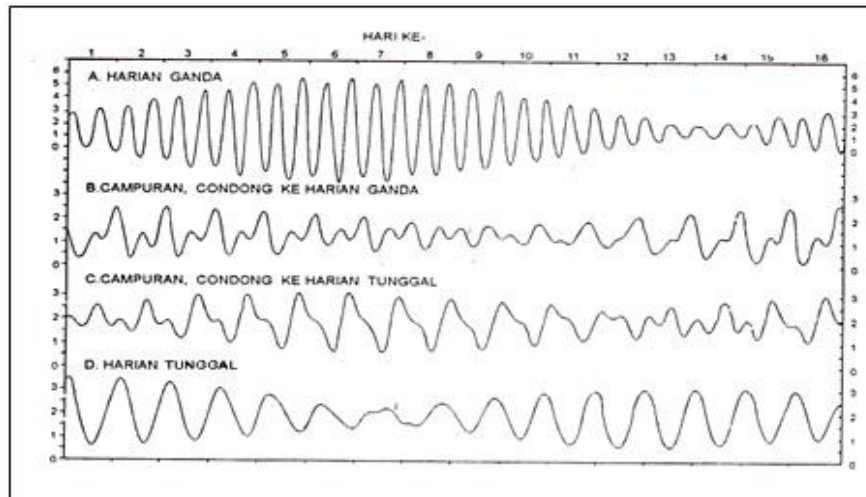
Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Pasang surut tipe ini terjadi diperairan selat Karimata.

c. Pasang surut campuran condong keharian ganda (*mixed tide prevailing semi diurnal*)

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Pasang surut tipe ini banyak terjadi diperairan Indonesia Timur.

d. Pasang surut campuran condong keharian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*)

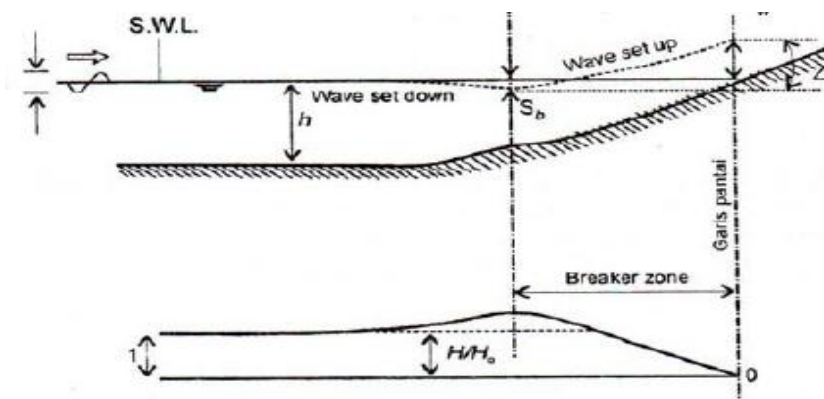
Pada tipe ini dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang – kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda. Pasang surut jenis ini terdapat diselat Kalimantan dan pantai utara Jawa Barat. Sedangkan jenis campuran condong keharian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*) contohnya terdapat dipantai selatan Kalimantan dan pantai utara Jawa Barat.



Gambar 8. Tipe pasang surut (Ippen, A.T. 1966)

2. Kenaikan Muka Air Karena Gelombang

Gelombang yang datang dari laut menuju pantai menyebabkan fluktuasi muka air didaerah pantai terhadap muka air diam. Pada waktu gelombang pecah akan terjadi penurunan elevasi muka air rerata terhadap elevasi muka air diam disekitar lokasi gelombang pecah. Kemudian dari titik dimana gelombang pecah permukaan air rerata miring keatas kearah pantai. Turunnya muka air tersebut dikenal dengan *wave set-down*, sedangkan naiknya muka air disebut *wet set-up*. Seperti ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Wave set-up dan set-down

Kedalaman air minimum dilokasi gelombang pecah pada saat *wave set-down* adalah d_b . Perbedaan elevasi muka air rerata dan muka air diam di titik tersebut adalah S_b . Setelah itu muka air naik dan memotong garis pantai. Perbedaan elevasi muka air antara kedua titik adalah *wet set-up* antara daerah gelombang pecah dan dan pantai yang diberi notasi ΔS . *Wet set-up* terhadap muka air diam. S_w adalah perbedaan antara ΔS dan S_b .

Wet set-up dipantai dapat dihitung dengan menggunakan teori Loguet-Higgins dan Stewart (1963, dalam CERC, 1984). Besar *wave set-down* didaerah gelombang pecah diberikan oleh :

$$S_b = -\frac{0,536H_b^{2/3}}{g^{1/2}T} \quad (21)$$

Dengan :

S_b : set-down didaerah gelombang pecah

T : periode gelombang

H'_0 : tinggi gelombang laut dalam ekivalen

d_0 : kedalaman gelombang pecah

g : percepatan gravitasi

Wave set-up dipantai diberikan oleh bentuk berikut :

$$S_w = \Delta S - S_b \quad (22)$$

Longuet-Higgins dan Stewart melakukan analisa data hasil percobaan yang dilakukan ole Saville (1961, dalam SPM, 1984) dan hasilnya adalah $\Delta S = 0,15 d_b$.

Dengan menganggap bahwa $d_b = 1,28 H_b$ maka :

$$\Delta S = 0,15 d_b \quad (23)$$

Substitusi persamaan (24) dan (25) kepersamaan (26) didapat :

$$S_w = 0,19 \left[1 - 2,82 \sqrt{\frac{H_b}{gT^2}} \right] H_b \quad (24)$$

3. Kenaikan Muka Air Karena Angin

Angin dengan kecepatan besar yang terjadi diatas permukaan laut bisa membangkitkan fluktuasi muka air yang besar disepanjang pantai. Penentuan elevasi muka air rencana selama terjadinya badai adalah sangat kompleks yang dipengaruhi interaksi antara angin dan air, perbedaan tekanan atmosfer dan beberapa parameter lainnya. Perbedaan tekanan atmosfer selalu berkaitan dengan perubahan arah dan kecepatan angin. Angintersebut yang menyebabkan fluktuasi muka air laut.

Besar perubahan elevasi muka air tergantung pada kecepatan angin, fetch, kedalaman air, dan kemiringan dasar. Fetch adalah panjang daerah diatas mana angin berhembus dengan kecepatan dan arah konstan. Selain itu, konfigurasi pantai juga menjadi faktor penting. Kenaikan muka air dipantai yang berbentuk corong seperti teluk, estuari (muara sungai), akan lebih besar dibandingkan dengan yang dipantai yang lurus, karena massa air yang terdorong oleh angin akan bergerak terpusat pada ujung corong.kenaikan muka air dapat menyebabkan genangan yang luas didaratan. Penurunan muka air yang cepat karena badai dapat menyebabkan kerusakan (abrasi) karena sapuan air dari genangan kembali kelaut.

Gelombang badai biasanya terjadi dalam waktu yang bersamaan dengan proses alam lainnya seperti pasang surut. Besarnya kenaikan muka air karena badai dapat diketahui dengan memisahkan hasil pengukuran muka air laut selama

terjadi badai dengan fluktuasi muka air laut karena pasang surut. Kenaikan elevasi muka air karena badai dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\Delta h = \frac{Fi}{2}$$

$$\Delta h = Fc \frac{V^2}{2gd} \quad (25)$$

Dengan :

Δh : kenaikan elevasi muka air karena badai (m)

F : panjang *fetch* (m)

i : kemiringan muka air

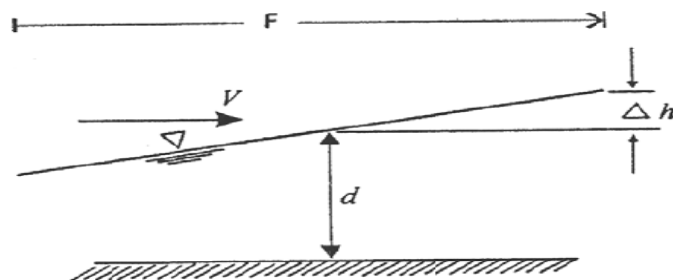
c : kostanta $3,5 \times 10^{-6}$

V : kecepatan angin (m/dtk)

d : kedalaman air (m)

g : percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/dtk}^2$)

Didalam memperhitungkan *wind set-up* didaerah pantai dinanggap bahwa laut dibatasi oleh sisi (pantai) yang impermeabel, dan hitungan dilakukan untuk kondisi dalam arah tegak lurus pantai.apabila arah angin dan fetch membentuk sudut terhadap garis pantai, maka yang diperhitungkan adalah komponen tegak lurus pantai.



Gambar 10. Muka air laut karena badai

4. Elevasi Muka Air Laut Rencana

Elevasi muka air laut rencana merupakan parameter sangat penting didalam perencanaan bangunan pantai. Elevasi tersebut merupakan penjumlahan dari beberapa parameter yaitu pasang surut, wave set-up, wind set-up, dan kenaikan muka air karena perubahan suhu global. Tsunami tidak diperhitungkan mengingat kejadiannya sangat jarang. Apabila tsunami diperhitungkan, akan menyebabkan bangunan menjadi sangat besar, sementara terjadinya belum tentu 100 atau 200 tahun sekali. Diindonesia sangat jarang terjadi badai, sehingga sering pengaruh wind set-up tidak diperhitungkan dalam menentukan elevasi muka air laut rencana.

BAB III

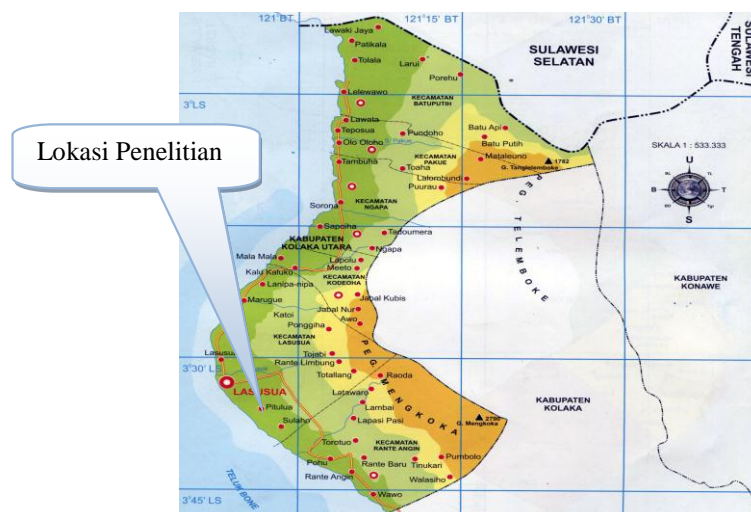
METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan waktu Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di daerah pantai pasir putih Desa Pitulua Kecamatan Lasusua Kabupaten Kolaka Utara. Pantai ini terletak dibagian barat Sulawesi Tenggara, dengan panjang $\pm 5,492$ km yang memanjang dari utara keselatan dan berada diantara $3^{\circ} 30' 00'' - 3^{\circ} 40' 00''$ LS dan membentang dari barat ketimur diantara $120^{\circ} 55' 00'' - 121^{\circ} 5' 00''$ BT. dengan batas – batas sebagai berikut :

- a) Sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Kato
- b) Sebelah timur berbatasan dengan kecamatan Uluiwoi Kabupaten Kolaka
- c) Sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Lambai
- d) Sebelah barat berbatasan dengan Teluk Bone.



Gambar 11. Peta lokasi penelitian

2. Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 3 (tiga) bulan, yaitu dari bulan Agustus 2017 sampai pada bulan Oktober 2017. Dimana pada bulan pertama melakukan pengumpulan data, dilanjutkan pada bulan kedua yaitu analisa data, dan pada bulan ketiga adalah proses penyelesaian penelitian.

B. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam menunjang penelitian adalah sebagai berikut :

1) Alat

Alat yang digunakan yaitu :

- (a) Kertas dan alat tulis untuk mencatat pengambilan data
- (b) Kamera yang berfungsi untuk menagmbil dokumentasi penelitian

2) Bahan

Bahan yang digunakan yaitu :

- (a) Buku – buku penunjang yang menyangkut dengan penelitian
- (b) Data – data berupa ; data angin, data gelombang, data pasang surut, dan peta bathimetri. (Sumber BMKG)

C. Jenis Penelitian dan Sumber Data

1) Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah studi kasus, dimana didalamnya peneliti menyelidiki secara cermat suatu peristiwa, aktivitas, atau proses. Kasus – kasus dibatasi oleh waktu dan aktivitas, dan peneliti mengumpulkan informasi

secara lengkap dengan menggunakan berbagai prosedur pengumpulan data berdasarkan waktu yang telah ditentukan.

2) Sumber Data

Pada penelitian ini akan menggunakan 2 (dua) sumber data antara lain sebagai berikut :

- (a) Data primer yaitu data yang diperoleh dari hasil wawancara mendalam dengan tokoh masyarakat sekitar dan narasumber terpilih.
- (b) Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari literatur dan hasil penelitian yang sudah ada sebelumnya.

D. Variabel yang Diteliti

Pada penelitian ini akan menggunakan 2 (dua) variabel yaitu :

- 1) Variabel Bebas atau Variabel Penyebab (*Independent Variable*)
 - (a) Periode gelombang (T)
 - (b) Tinggi gelombang (H)
 - (c) Kecepatan angin (V)
- 2) Variabel Terikat atau Variabel Tergantung (*Dependent Variable*)
 - (a) Panjang Gelombang (L)
 - (b) Cepat Rambat Gelombang (C)
 - (c) Koefisien Refraksi (K_r)

E. Pengumpulan Data

Untuk menunjang permasalahan di lokasi penelitian perlu dilakukan pengumpulan data yang meliputi :

1. Data Angin

Data angin yang ada berguna dalam menentukan distribusi arah angin dominan dan kecepatan angin yang terjadi dilokasi. Data angin yang digunakan didapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kolaka Utara berupa data angin 2016

2. Data Gelombang

Dalam penelitian ini tidak dilakukan pengukuran gelombang karena bila dilakukan pengukuran gelombang dalam waktu yang pendek, kurang dapat mewakili gelombang yang ada di lapangan. Untuk itu dilakukan peramalan tinggi dan periode gelombang berdasarkan data angin yang ada.

3. Data Pasang Surut

Data pasang surut yang digunakan adalah data hasil pengamatan langsung di lokasi penelitian, yang dilakukan selama 29 hari. Data pasang surut diperlukan untuk menentukan elevasi *HHWL*, *MHWL*, *MSL*, *MLWL*, dan *LLWL*, yang digunakan dalam perencanaan dimensi bangunan pantai.

4. Peta Bathimetri

Peta bathimetri sendiri dapat diartikan Peta yang menggambarkan bentuk konfigurasi dasar laut dinyatakan dengan angka-angka kedalaman dan garis-garis kedalaman. Dari peta bathimetri dapat diketahui kedalaman dasar laut dilokasi. Kedalaman dasar laut ini digunakan untuk menentukan kondisi bangunan pengaman pantai. Data bathimetri juga digunakan untuk menghitung refraksi gelombang yang terjadi dan kedalaman gelombang pecah pada dasar laut.

F. Analisa Data

1. Data Angin

Pengolahan data angin dalam penelitian ini menggunakan software WR-Plot yang dipakai untuk membuat mawar angin dimana mawar angin ini digunakan untuk mengetahui arah datang gelombang. Dimana WR-Plot itu sendiri adalah program yang memiliki kemampuan untuk mempresentasikan data kecepatan angin sebagai data meteorologi.

2. Data Pasang Surut

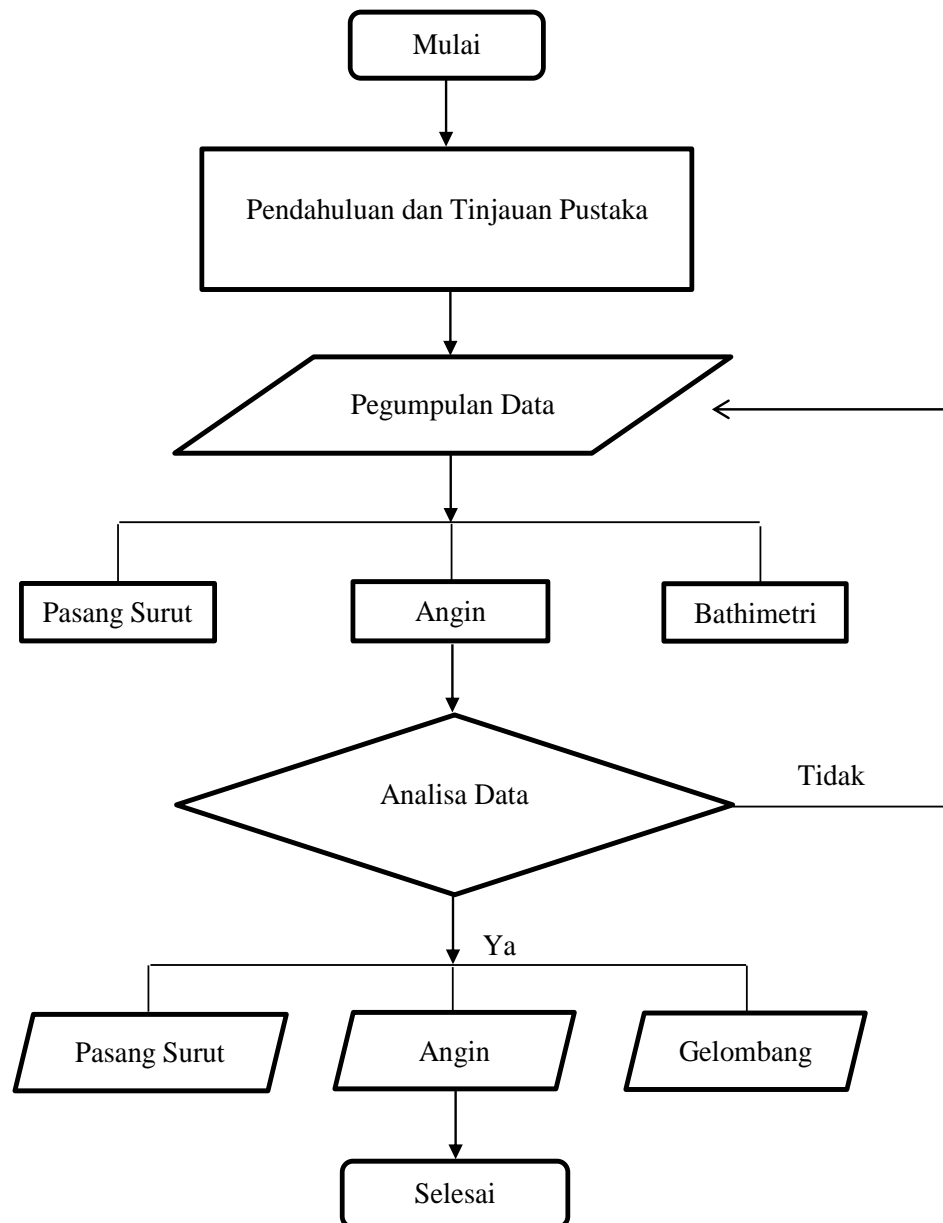
Analisa pasang surut pada penelitian ini menggunakan *Metode Admiralty*. Penggunaan *Metode Admiralty* diterapkan pada panjang data 15 – 29 pihan dengan interval waktu pengamatan selama satu jam. Dengan metode ini ada sembilan komponen pasang surut yang dapat diturunkan. Metode kuadrat terkecil didasarkan pada penentuan tinggi muka air model yang memberikan kuadrat kesalahan terhadap tinggi muka pengamatan yang minimum.

3. Peramalan Gelombang

Prediksi tinggi gelombang (H), periode gelombang (T), dan panjang gelombang diperoleh dari hubungan fetch dan kecepatan angin tertinggi. Dengan menggunakan grafik peramalan gelombang tinggi dan periode gelombang dapat diketahui. Peramalan gelombang dilakukan karena tidak adanya alat yang dapat digunakan untuk mengukur tinggi dan periode gelombang maka dilakukan peramalan gelombang dengan menggunakan grafik peramalan gelombang berdasarkan data angin yang ada. Disamping itu sulitnya mencari alat untuk menghitung tinggi dan periode gelombang itu sendiri.

G. Prosedur Penelitian

Secara garis besar prosedur penelitian ini akan digambarkan pada flowchart berikut ini.



Gambar 12. Flowchart prosedur penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Pasang Surut

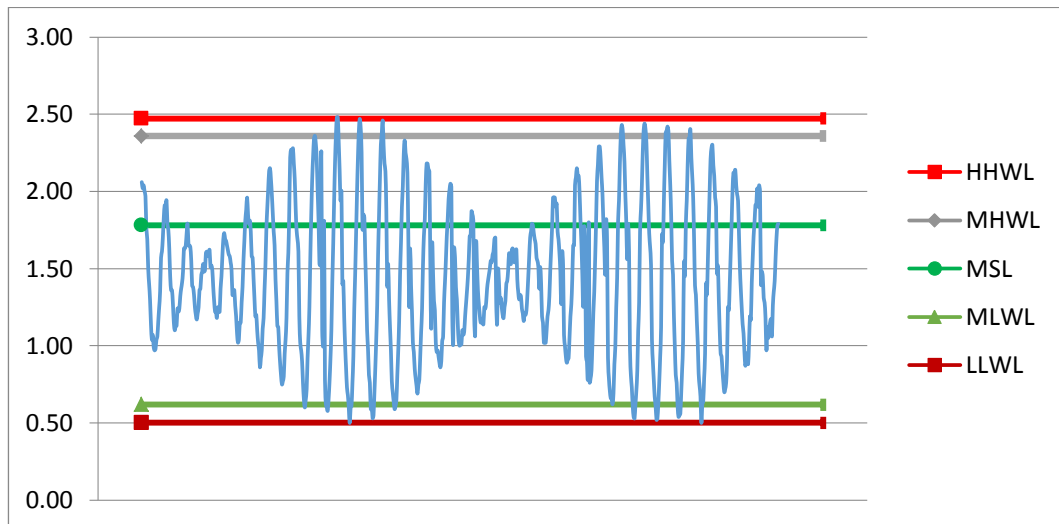
Hasil pengamatan pasang surut 29 hari dengan interval waktu 1 jam, dengan pembacaan elevasi muka air berdasarkan acuan titik nol adalah titik nol rambu pasang surut (*peilschaal*), sebagai mana disajikan dalam tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Data pengamatan pasang surut selama 29 hari

Hari	Tanggal	Waktu (Jam)																							
		0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
1	01-Jun-16	2,01	2,07	2,06	2,01	1,91	1,79	1,65	1,52	1,39	1,26	1,15	1,06	1,00	0,97	0,95	0,98	1,01	1,07	1,16	1,27	1,40	1,53	1,65	1,75
2	02-Jun-16	1,82	1,88	1,9	1,88	1,81	1,71	1,60	1,49	1,39	1,30	1,22	1,16	1,12	1,11	1,13	1,17	1,20	1,24	1,28	1,34	1,41	1,5	1,57	1,63
3	03-Jun-16	1,67	1,70	1,72	1,71	1,68	1,6	1,5	1,40	1,33	1,27	1,23	1,21	1,2	1,22	1,27	1,34	1,4	1,45	1,47	1,49	1,51	1,54	1,57	1,58
4	04-Jun-16	1,58	1,56	1,55	1,54	1,51	1,46	1,38	1,29	1,21	1,18	1,17	1,19	1,22	1,28	1,36	1,46	1,57	1,65	1,69	1,69	1,67	1,65	1,64	1,61
5	05-Jun-16	1,56	1,5	1,44	1,39	1,36	1,31	1,24	1,16	1,08	1,04	1,05	1,10	1,17	1,26	1,38	1,52	1,67	1,81	1,89	1,91	1,88	1,83	1,77	1,70
6	06-Jun-16	1,61	1,51	1,40	1,30	1,24	1,18	1,12	1,03	0,95	0,90	0,90	0,96	1,06	1,19	1,33	1,5	1,7	1,88	2,03	2,10	2,10	2,03	1,95	1,84
7	07-Jun-16	1,73	1,59	1,44	1,29	1,17	1,09	1,01	0,93	0,85	0,77	0,75	0,80	0,90	1,05	1,23	1,43	1,64	1,87	2,08	2,22	2,27	2,23	2,14	2,02
8	08-Jun-16	1,88	1,73	1,69	1,64	1,19	1,06	0,96	0,87	0,78	0,69	0,64	0,65	0,74	0,89	1,08	1,3	1,53	1,79	2,04	2,24	2,36	2,38	2,32	2,2
9	09-Jun-16	2,05	1,88	1,55	1,53	1,28	1,10	0,96	0,85	0,75	0,66	0,58	0,56	0,61	0,73	0,92	1,14	1,38	1,64	1,92	2,17	2,35	2,45	2,43	2,34
10	10-Jun-16	2,21	2,04	1,99	1,42	1,41	1,2	1,02	0,88	0,77	0,67	0,59	0,53	0,54	0,62	0,78	0,98	1,22	1,48	1,75	2,02	2,25	2,41	2,46	2,45
11	11-Jun-16	2,32	2,17	1,85	1,8	1,57	1,34	1,13	0,96	0,83	0,73	0,64	0,57	0,54	0,57	0,69	0,86	1,07	1,31	1,57	1,83	2,08	2,28	2,4	2,42
12	12-Jun-16	2,36	2,24	2,09	1,83	1,41	1,49	1,27	1,09	0,93	0,82	0,73	0,66	0,61	0,61	0,67	0,8	0,97	1,18	1,41	1,64	1,88	2,09	2,24	2,33
13	13-Jun-16	2,32	2,25	2,13	1,71	1,25	1,60	1,41	1,22	1,06	0,94	0,84	0,78	0,73	0,71	0,74	0,81	0,94	1,11	1,29	1,49	1,69	1,88	2,04	2,16
14	14-Jun-16	2,20	2,18	2,1	1,57	1,12	1,67	1,5	1,33	1,18	1,06	0,97	0,91	0,88	0,86	0,87	0,91	0,99	1,11	1,25	1,4	1,55	1,70	1,84	1,95
15	15-Jun-16	2,02	2,04	2,00	1,18	1,04	1,66	1,53	1,39	1,27	1,16	1,08	1,04	1,02	1,02	1,04	1,08	1,12	1,19	1,28	1,38	1,49	1,59	1,68	1,76
16	16-Jun-16	1,82	1,85	1,84	1,16	1,05	1,6	1,49	1,39	1,3	1,23	1,17	1,14	1,14	1,17	1,22	1,26	1,3	1,34	1,39	1,44	1,5	1,55	1,59	1,62
17	17-Jun-16	1,64	1,65	1,65	1,22	1,13	1,49	1,4	1,32	1,26	1,23	1,21	1,2	1,23	1,28	1,36	1,44	1,5	1,54	1,56	1,57	1,58	1,59	1,58	1,56
18	18-Jun-16	1,52	1,49	1,47	1,34	1,27	1,35	1,27	1,21	1,17	1,16	1,17	1,21	1,26	1,34	1,45	1,57	1,68	1,75	1,77	1,76	1,73	1,7	1,65	1,58
19	19-Jun-16	1,50	1,41	1,34	1,5	1,43	1,2	1,13	1,07	1,03	1,03	1,08	1,15	1,24	1,35	1,48	1,64	1,79	1,91	1,97	1,97	1,92	1,86	1,78	1,67
20	20-Jun-16	1,55	1,41	1,28	1,65	1,57	1,06	1,00	0,93	0,88	0,88	0,93	1,03	1,15	1,29	1,46	1,64	1,68	2,01	2,12	2,16	2,12	2,04	1,94	1,82
21	21-Jun-16	1,67	1,49	1,32	1,77	1,65	0,96	0,89	0,82	0,76	0,74	0,77	0,87	1,02	1,19	1,37	1,58	1,79	2,02	2,19	2,29	2,29	2,23	2,11	1,98
22	22-Jun-16	1,82	1,63	1,42	1,87	1,68	0,92	0,83	0,75	0,68	0,63	0,63	0,71	0,85	1,04	1,25	1,47	1,83	1,95	2,17	2,33	2,4	2,37	2,27	2,14
23	23-Jun-16	1,98	1,79	1,57	1,75	1,64	0,96	0,83	0,73	0,65	0,58	0,55	0,59	0,7	0,88	1,09	1,32	1,8	1,83	2,08	2,29	2,42	2,45	2,39	2,27
24	24-Jun-16	2,11	1,94	1,73	1,64	1,55	1,06	0,9	0,77	0,68	0,59	0,53	0,53	0,59	0,74	0,94	1,17	1,7	1,67	1,92	2,16	2,35	2,44	2,43	2,35
25	25-Jun-16	2,21	2,05	1,86	1,51	1,42	1,2	1,01	0,86	0,75	0,66	0,59	0,55	0,56	0,66	0,82	1,03	1,57	1,5	1,75	1,99	2,2	2,34	2,39	2,36
26	26-Jun-16	2,25	2,11	1,95	1,65	1,4	1,35	1,16	0,99	0,87	0,77	0,69	0,54	0,62	0,66	0,77	0,94	1,41	1,36	1,58	1,81	2,01	2,18	2,27	2,29
27	27-Jun-16	2,23	2,12	1,98	1,91	1,46	1,47	1,29	1,13	1,00	0,90	0,83	0,77	0,74	0,74	0,80	0,92	1,26	1,26	1,45	1,64	1,82	1,98	2,1	2,15
28	28-Jun-16	2,13	2,06	1,95	1,97	1,75	1,53	1,38	1,25	1,13	1,04	0,98	0,93	0,91	0,90	0,92	0,99	1,24	1,23	1,38	1,53	1,67	1,8	1,91	1,97
29	29-Jun-16	1,98	1,94	1,98	1,97	1,44	1,52	1,41	1,31	1,22	1,15	0,96	1,09	1,08	1,08	1,10	1,13	1,08	1,27	1,37	1,48	1,58	1,66	1,74	1,79

Sumber : Dinas kelautan

Dari data tersebut diatas jika diplot dalam bentuk grafik maka akan tampak pola amplop pasang surut (*tidal envelope*) sebagai mana gambar 14 berikut.



Gambar 13. Grafik Pasang Surut

Pada gambar 14 kurva pasang surut menunjukkan kisaran pasang surut kedudukan muka air tinggi tertinggi (HHWL) adalah 2,47 m, kedudukan muka air tinggi rata – rata (MHWL) adalah 2,36 m, kedudukan muka air rata – rata (MSL) adalah 1,78 m, kedudukan muka air rendah rata – rata (MLWL) adalah 0,62 m, dan kedudukan muka air rendah terendah (LLWL) adalah 0,50.

Tabel 2. Penentuan elevasi air laut

Nama	Simbol	Elevasi (m)
Muka Air Tinggi Tertinggi	HHWL	2,47
Muka Air Tinggi Rata-rata	MHWL	2,36
Muka Air Rata-rata	MSL	1,78
Muka Air Rendah Rata-rata	MLWL	0,62
Muka Air Rendah Terendah	LLWL	0,50

Sumber : Hasil perhitungan

Berdasarkan data pengamatan dilakukan analisis pasang surut untuk menghitung amplitudo dan beda fasa sembilan kostanta pasang surut. Dalam analisis ini digunakan metode analisa pemisah komponen metode *admiralty*. Sembilan kostanta pasang surut adalah sebagai berikut.

- M_2 : Komponen utama bulan (*semi diurnal*)
- S_2 : Komponen utama matahari (*semi diurnal*)
- N_2 : Komponen eliptis bulan
- K_1 : Kompnen bulan
- O_1 : Komponen utama bulan (*diurnal*)
- M_4 : Kompnen utama bulan (*kuarter diurnal*)
- MS_4 : Komponen matahari bulan
- K_2 : Komponen bulan
- P_1 : Komponen utama matahari (*diurnal*)

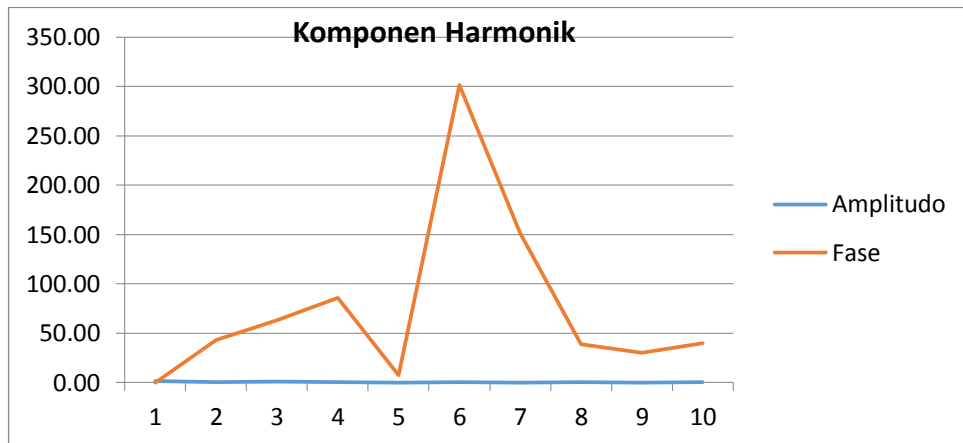
Kostanta pasang surut hasil analisa data dengan metode *admiralty* sebagaimana disajikan dalam tabel 2 berikut

Tabel 3. Nilai komponen harmonik pasang surut Bulan Juni 2016

Komponen	S_0	M_2	S_2	N_2	K_1	O_1	M_4	MS_4	K_2	P_1
A (m)	1,43	0,66	1,10	0,33	0,19	0,31	0,24	0,78	0,21	0,42
g°		43,14	63,29	85,93	7,56	301,30	151,05	38,75	30,12	40,20

Sumber : Hasil perhitungan

Dari tabel diatas dapat dibuat grafik hubungan antara komponen amplitudo (A) dan beda fase (g°). Untuk nilai komponen harmonik pasang surut yang dapat dilihat dari gambar berikut ini :



Gambar 14. Grafik hubungan antara amplitudo dan beda fase

Setelah komponen pasang surut diketahui tipe pasang surut dapat didefinisikan berdasarkan rumus nisbah *formzalh* berikut :

$$F = \frac{(O_1 + K_1)}{(M_2 + S_2)}$$

Dimana :

$F < 0,25$: Pasang harian ganda (semi diurnal)

$0,25 < F < 1,5$: Campuran, condong semi diurnal

$1,5 < F < 3,0$: Campuran, condong diurnal

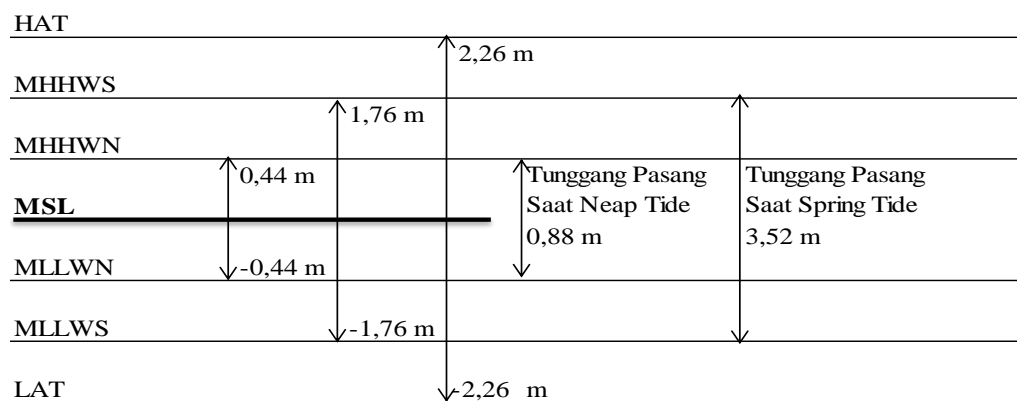
$F > 3,0$: Pasang harian tunggal (diurnal)

Dengan menggunakan rumus tersebut, pada lokasi didapat harga nilai *formzhaal* sebesar $F = 0,28$. Karena $0,25 < F \leq 1,25$, berarti Pantai Pasir Putih Kolaka Utara memiliki tipe pasang surut campuran condong keharian ganda dimana pasang surut terjadi dua kali pasang dan dua kali surut.

Dari sembilan komponen pasang surut yang diperoleh, ditentukan beberapa nilai elevasi muka air laut sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{HAT} &= \text{LAT} + 2 (\text{AK}_1 + \text{AO}_1 + \text{AS}_2 + \text{AM}_2) \\
 &= 4,04 \text{ m} \\
 \text{MHHWS} &= \text{LAT} + 2 (\text{AS}_2 + \text{AM}_2) + \text{AK}_1 + \text{AO}_1 \\
 &= 3,54 \text{ m} \\
 \text{MHHWN} &= \text{LAT} + 2 (\text{AS}_2) + \text{AK}_1 + \text{AO}_1 \\
 &= 2,22 \text{ m} \\
 \text{MSL} &= 1,78 \text{ m} \\
 \text{MLLWN} &= \text{LAT} + 2 (\text{AM}_2) + \text{AK}_1 + \text{AO}_1 \\
 &= 1,34 \\
 \text{MLLWS} &= \text{LAT} + \text{AK}_1 + \text{AO}_1 \\
 &= 0,02 \text{ m} \\
 \text{LAT} &= \text{MSL} - \text{AK}_1 + \text{AO}_1 + \text{AS}_1 + \text{AM}_2 \\
 &= -0,48 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dengan mengambil MSL = 0,00 meter sebagai datum vertikal, maka diperoleh tunggang pasang surut air laut dilokasi studi sebagaimana ditampilkan pada gambar 15 berikut.



Gambar 15. Tunggang pasang dilokasi studi

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa pada saat *neap tide* tunggang pasang dilokasi studi mencapai 0,88 m sedangkan pada saat *spring tide* tunggang pasang mencapai 3,52 m.

B. Analisis Kecepatan Angin Dan Windrose

Data angin digunakan untuk menentukan arah dan tinggi gelombang. Data yang dibutuhkan adalah data arah dan kecepatan angin dimana data tersebut didapatkan dari Stasiun Meteorologi Maritin Kolaka 2016. Dari data tersebut dibuat dalam bentuk tabel dan gambar *windrose* seperti pada gambar berikut ini.

Tabel 4. Kejadian angin rata – rata 2016

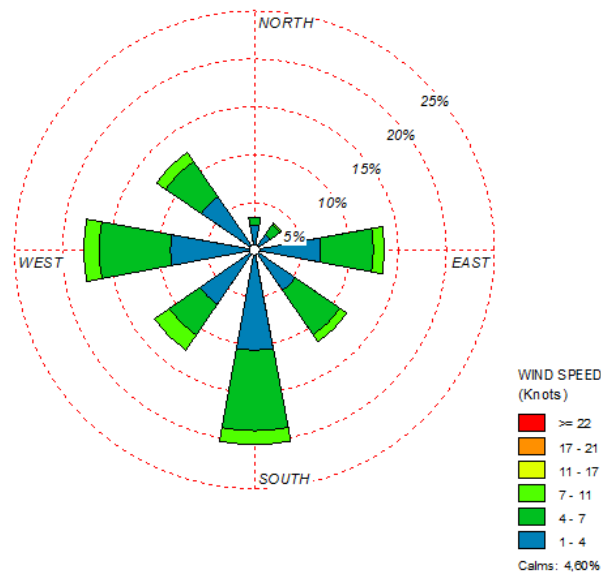
Kecepatan angin (knots)	Arah								Total
	Utara	Timur laut	Timur	Tenggara	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut	
1 - 4	18,00	48,00	61,00	47,00	73,00	14,00	48,00	36,00	345
4 - 7	6,00	27,00	51,00	31,00	58,00	9,00	38,00	39,00	259
7 - 11	0,00	13,00	11,00	8,00	10,00	1,00	8,00	6,00	57
11 - 17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
17 - 21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
≥ 22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
Total	24,00	88,00	123,00	86,00	141,00	24,00	94,00	81,00	661

Sumber : WRPLOT

Tabel 5. Persentase kejadian angin 2016

Kecepatan angin (knots)	Arah								Total (%)
	Utara	Timur laut	Timur	Tenggara	Selatan	Barat Daya	Barat	Barat Laut	
1 - 4	4,60	6,94	8,80	6,78	10,53	6,93	7,02	5,19	45
4 - 7	4,87	4,90	7,36	5,47	8,37	5,48	6,30	5,63	36
7 - 11	0,00	4,88	5,59	4,15	5,44	5,20	0	4,90	25
11 - 17	0,00	0	0	0	0,00	0	0	0	0
17 - 21	0,00	0	0	0	0,00	0	0	0	0
≥ 22	0,00	0	0	0	0,00	0	0	0	0
Total (%)	9,47	16,72	21,75	16,40	24,34	17,61	13,46	15,72	100

Sumber : WRPLOT



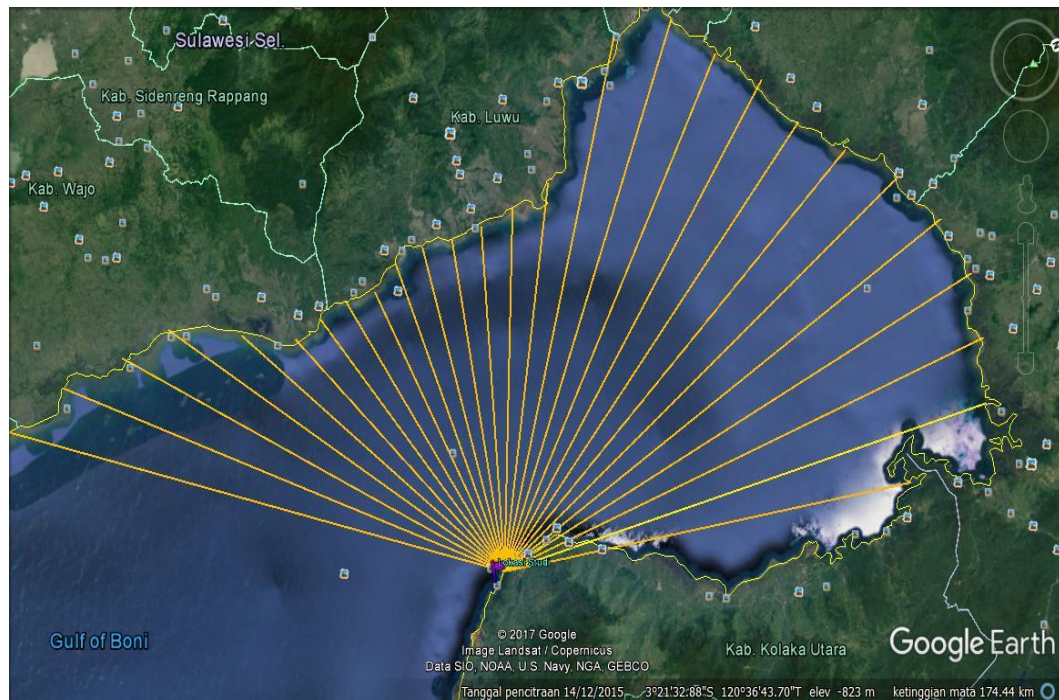
Gambar 16. Mawar Angin (*windrose*) Tahun 2016

Berdasarkan data diatas didapatkan kecepatan angin maksimum dilokasi rencana adalah pada arah selatan dengan persentase 20,35% dengan kecepatan maksimum 10,53 knot = 5,417 m/s (1 knot = 0,5144 m/s) Terjadi pada bulan Februari 2016

C. Perhitungan Panjang Fetch Efektif

Didalam tinjauan pembangkitan gelombang dilaut, *fetch* dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Didaerah pembentukan gelombang, gelombang tidak hanya dibangkitkan dalam arah yang sama dengan gelombang angin tetapi juga dalam berbagai sudut terhadap arah angin.

Perhitungan panjang *fetch* disini menggunakan media bantu *Google Earth* sehingga memiliki ketetapan yang cukup tinggi dalam menentukan *fetch*. Dengan ditarik garis panhanmg melalui Pantai Pasir Putih, panjang *fetch* efektif dengan daerah bangkitan Utara dapat dilihat melalui gambar 17 dibawah ini



Gambar 17. Fetch efektif (Sumber : Google Earth)

Tabel 6. Perhitungan panjang *fetch* efektif

α	$\text{Cos } \alpha$	Xi (Km)	Xi . Cos α	Fetch
42	0,743	38,80	28,83	138,06
36	0,809	39,60	32,04	
30	0,866	40,80	35,33	
24	0,914	42,60	38,94	
18	0,951	45,40	43,18	
12	0,978	48,60	47,53	
6	0,995	53,40	53,13	
0	0	145,80	0	
6	0,995	158,20	157,41	
12	0,978	194,20	189,93	
18	0,951	201,00	191,15	
24	0,914	224,60	205,28	
30	0,866	231,60	200,57	
36	0,809	300,00	242,70	
42	0,743	351,80	261,39	
	12,51		1727,40	

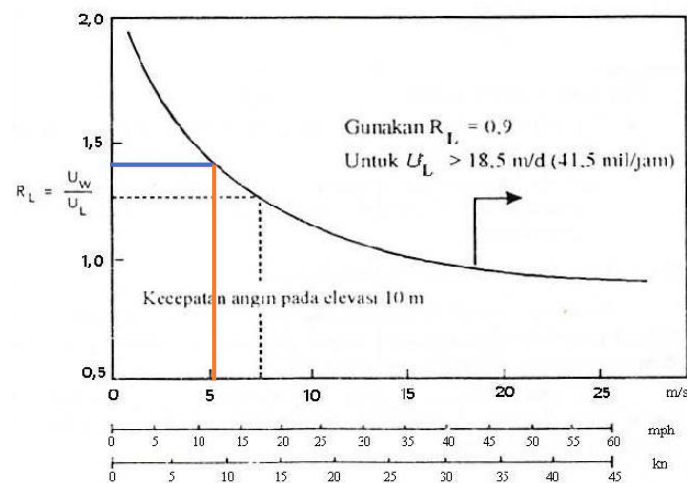
Sumber : Hasil perhitungan

Fetch efektif periode 2016 adalah 138,06 km. *Fetch* ini akan digunakan untuk menentukan tinggi gelombang (H) dan periode gelombang (T).

D. Peramalan Gelombang

Berdasarkan kecepatan maksimum yang terjadi dicari nilai R_L dengan menggunakan grafik hubungan antara kecepatan angin laut dan didarat. Pada bulan Februari 2016 untuk arah selatan kecepatan angin = 10,53 knot, maka $U_L = 10,53 \text{ knot} \times 0,5144 \text{ m/s} = 5,147 \text{ m/s}$.

Berdasarkan grafik hubungan antara kecepatan angin laut (U_W) dan didarat (U_L) sebagai berikut.



Gambar 18. Grafik hubungan antara kecepatan angin

Dari grafik diatas didapat nilai $R_L = 1,4$

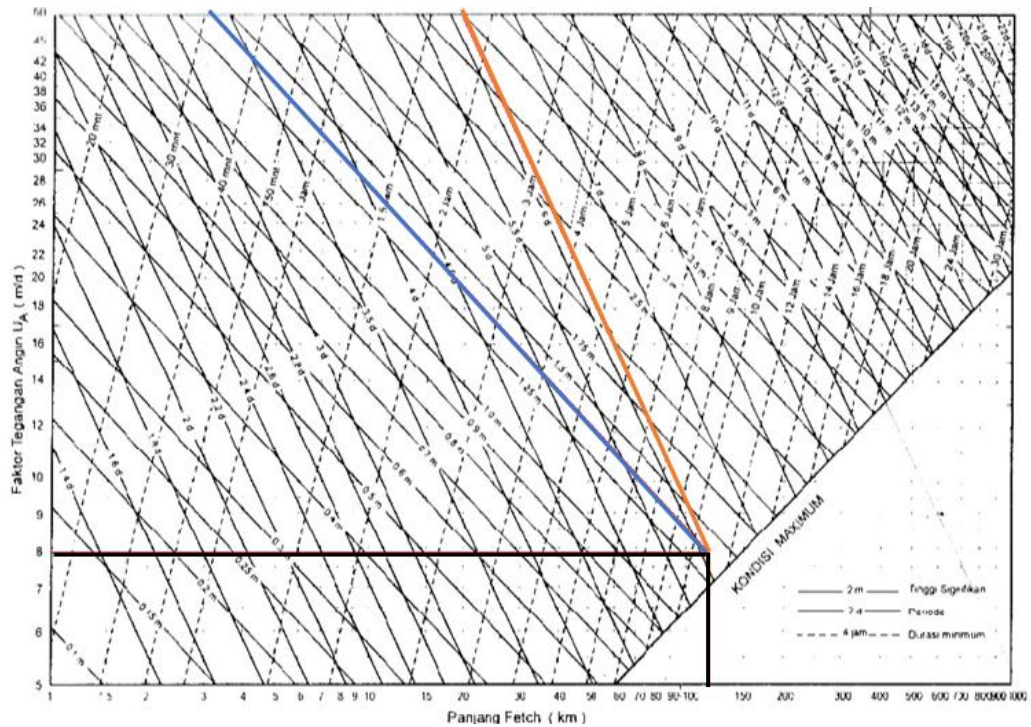
- 1) Hitung U_W dengan Rumus

$$U_W = U_L \times R_L = 5,147 \times 1,4 = 7,21 \text{ m/dtk}$$

- 2) Hitung U_A dengan rumus

$$U_A = 0,71 \times U_W^{1,23} = 0,71 \times 7,21^{1,23} = 8,06 \text{ m/dtk}$$

Dari nilai U_A dan *fetch* tinggi dan periode gelombang dapat dicari dengan menggunakan grafik peramalan gelombang.



Gambar 19. Grafik peramalan gelombang

Dari grafik peramalan gelombang diatas diperoleh tinggi gelombang dan periode gelombang sebagai berikut :

- 1) Tinggi gelombang (H) = 1,35 m
- 2) Periode gelombang (T) = 6,4 dtk.

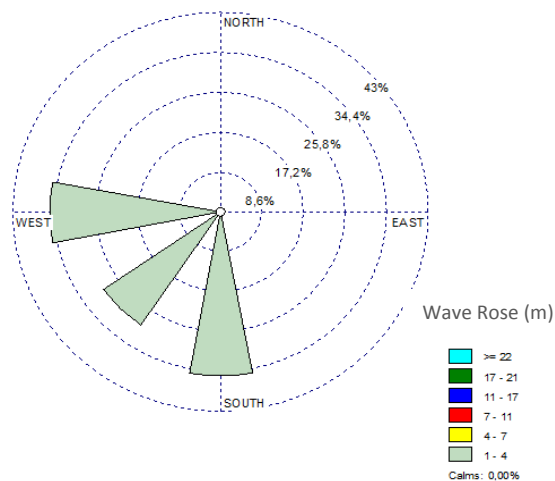
Untuk perhitungan tinggi dan periode gelombang signifikan dihitung dengan cara yang sama seperti pada perhitungan tinggi dan periode gelombang sebelumnya yaitu dengan cara peramalan gelombang dengan menggunakan grafik peramalan gelombang menggunakan hasil analisa kecepatan angin yang telah dihitung dengan bantuan aplikasi *WRPLOT* untuk mengetahui tinggi gelombang (H) dan periode gelombang (T) signifikan. Untuk perhitungan tinggi gelombang (H) dan periode gelombang (T) selanjutnya dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel. 7 Tinggi dan Periode Gelombang Signifikan

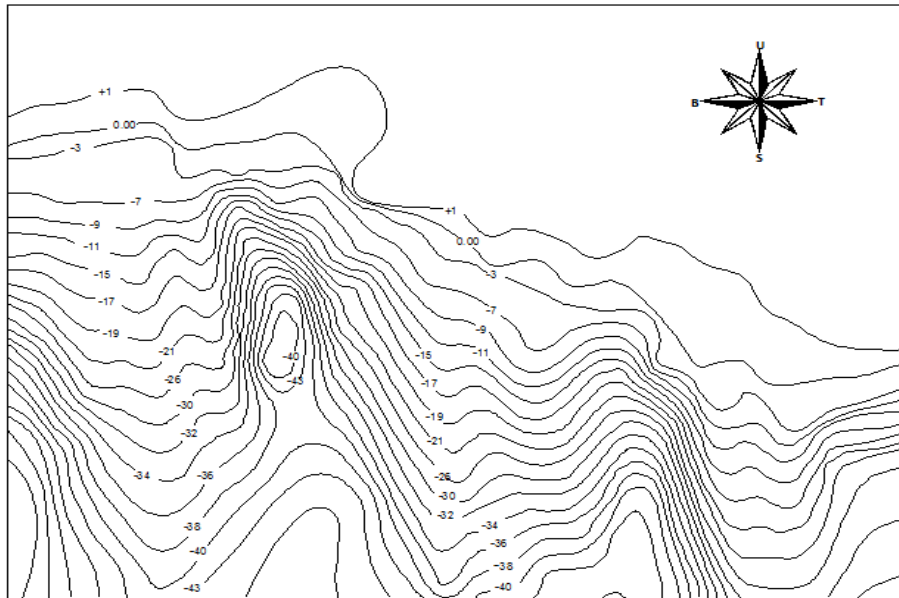
Tinggi Gelombang (H) (m)	Periode Gelombang (T) (m/dtk)
1,35	6,4
1,31	6,3
1,28	6,2
1,25	6,1
1,20	6,0
1,19	5,8
1,18	5,7
1,16	5,6
1,15	5,4
1,12	5,3
1,10	5,2
0,99	5,1
0,98	4,9
0,96	4,7
0,94	4,6
0,93	4,5
0,92	4,3
0,9	4,0

Sumber :Perhitungan

Tabel diatas digunakan membuat mawar gelombang (*wave rose*) dengan menggunakan bantuan aplikasi WRPlot seperti pada gambar dibawah ini.

**Gambar 20.** Mawar Gelombang (*wave rose*)

Dari gambar mawar gelombang dapat dilihat gelombang tertinggi dominan datang dari arah selatan dengan dengan persentase 34,4%, dengan tinggi gelombang 1,35 m dengan periode 6,4 m/dtk



Gambar 21. Peta Bathimetri

3) Panjang gelombang (L)

$$\begin{aligned} L_0 &= 1,56 T^2 \\ &= 1,56 \times 6,4^2 \\ &= 63,90 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\frac{d}{L_0} = \frac{7}{63,90} = 0,1096$$

Dengan menggunakan lampiran 3 untuk nilai $d/L_0 = 0,1096$ didapat nilai d/L

(dengan interpolasi)

$$\frac{d}{L} = 0,14875 + \frac{0,0006}{0,001} (0,14961 - 0,14875) = 0,14922$$

$$L = \frac{7}{0,14922} = 46,91 \text{ m}$$

4) Cepat rambat Gelombang (C)

$$C_0 = \frac{L_0}{T} = \frac{63,90}{6,4} = 9,98 \text{ m/dtk}$$

$$C = \frac{L}{T} = \frac{46,91}{6,4} = 7,33 \text{ m/dtk}$$

5) Koefesien Refreksi (K_r)

Arah datang gelombang dominan dari arah selatan dengan sudut datang gelombang (α_0) 45°

$$\sin \alpha_1 = \left(\frac{C_1}{C_0} \right) \sin \alpha_0 = \frac{7,33}{9,98} \sin 45^\circ = 0,7341$$

$$\alpha_1 = 31,33^\circ$$

Koefesien refraksi

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_1}} = \sqrt{\frac{\cos 45^\circ}{\cos 31,33^\circ}} = 0,97$$

Untuk perhitungan selanjunya dapat dilihat pada tabel 7 berikut ini

Tabel 8. Perhitungan Panjang dan Cepat Rambat Gelombang

Panjang Gelombang (L) (m)	Cepat Rambat (C) Gelombang (m/dtk)	Koefesien Refraksi (K_r)
46.91	7.33	0.97
51.23	8.01	0.93
54.52	8.52	0.89
58.89	9.20	0.87
60.30	9.42	0.86
61.34	9.58	0.84
62.10	9.70	0.84
63.18	9.87	0.83

63.56	9.93	0.83
63.67	9.95	0.83
63.74	9.96	0.83
63.79	9.97	0.83
63.85	9.98	0.82
63.88	9.98	0.82
63.89	9.98	0.82
64.67	10.05	0.80
64.78	10.09	0.80
Rata - rata		
60.84	9.50	0.85

Sumber : Hasil perhitungan

Dari tabel diatas dapat dilihat rata – rata panjang gelombang (L) adalah 60,84 m dengan cepat rambat gelombang (C) rata – rata adalah 9,50 m/detik serta rata - rata refraksi (K_r) yang terjadi akibat dari panjang gelombang dan periode gelombang yang dipengaruhi oleh kedalaman dasar laut adalah 0,85.

E. Penentuan Elevasi Bangunan

Dari hasil analisis kondisi pasang surut dan gelombang diperairan Pantai Pasir Putih Pitulua Kolaka Utara diperoleh elevasi – elevasi muka air laut yang nantinya dapat digunakan untuk perencanaan elevasi bangunan pantai. Dimana untuk elevasi dasar bangunan direncanakan pada LLWL, dimana LLWL itu sendiri adalah muka air terendah yaitu 0,50 m dari dasar laut. Ketinggian muka air laut pada ujung bangunan direncanakan sebesar HHWL, dimana HHWL adalah muka air tertinggi yaitu 2,47 m dari dasar laut.

1. Elevasi Muka Air Rencana

Elevasi muka air rencana dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$DWL = HHWL + \Delta h + SLR$$

Dimana :

DWL : Elevasi muka air rencana

Δh : Kenaikan elevasi muka air karena angin (*Wind Set-up*)

SLR : Kenaikan elevasi muka air laut karena pemanasan global

a) Kenaikan muka air karena angin (*Wind Set-up*)

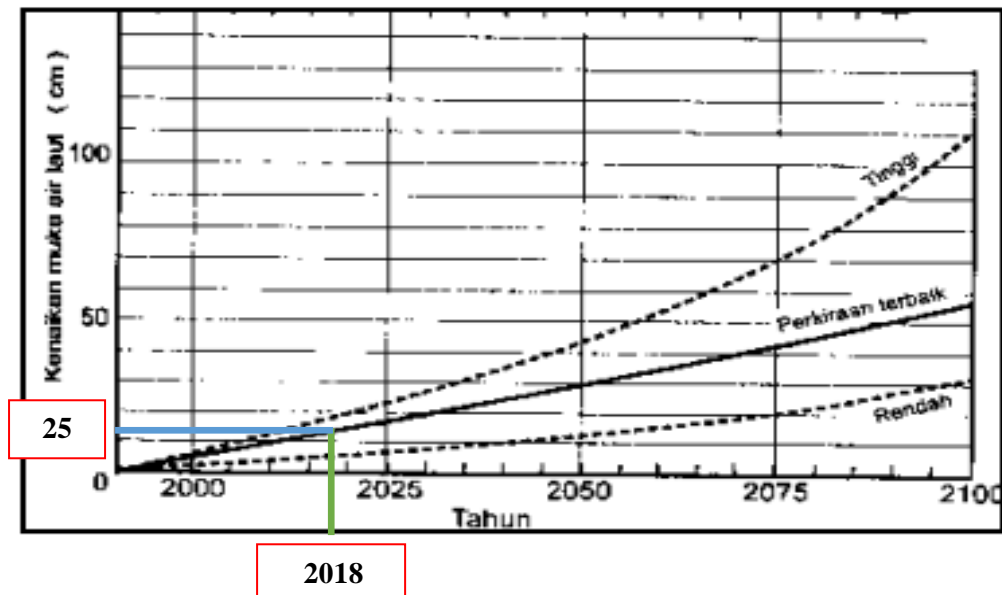
Untuk perhitungan *wind set-up*, diambil data dari arah selatan. Dari perhitungan gelombang rencana, dengan tinggi gelombang (H) adalah 1,35 m dan periode gelombang (T) adalah 6,4 detik, kecepatan angin dilaut (U_w) adalah 7,21 m/dtk. Kedalaman laut perairan Pantai Pasir Putih Pitulua Kolaka Utara berdasarkan peta bathimetri adalah 30 m dengan $V = U_w$ adalah 7,21 m/dtk. Fetch pada arah dominan adalah 138,06 x 1000 m, dengan konstanta c adalah $3,5 \times 10^{-6}$ maka besar *Wind Set-up* adalah :

$$\begin{aligned} \Delta h &= \frac{V^2}{2 \cdot g \cdot d} \\ &= 138,06 \times 1000 \times 3,5 \times 10^{-6} \frac{7,21^2}{2 \times 9,8 \times 30} \\ &= 0,05 \text{ m} \end{aligned}$$

b) Kenaikan muka air karena pemanasan global (*Sea Level Rise*)

Peningkatan konsentrasi gas – gas rumah kaca di atmosfer menyebabkan kenaikan suhu bumi sehingga mengakibatkan kenaikan muka air laut. Perkiraan

besar kenaikan muka air laut karena pemanasan global diberikan oleh gambar berikut ini.



Gambar 22. Grafik perkiraan kenaikan muka air laut

Dari gambar diatas didapatkan bahwa kenaikan muka air laut yang terjadi tahun 2018 dengan perkiraan terbaik adalah 25 cm = 0,25 m, sehingga didapatkan elevasi muka air rencana adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{DWL} &= \text{HHWL} + \Delta h + \text{SLR} \\ &= 2,47 + 0,05 + 0,25 = 2,77 \text{ m} \end{aligned}$$

2. Elevasi Mercu Bangunan

Elevasi mercu bangunan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Elevasi mercu} = \text{DWL} + \text{Ru} + \text{Tinggi jagaan (Fb)}$$

Dimana :

DWL : Elevasi muka air rencana

Ru : *Run-up* gelombang

Tinggi jagaan : 0,5 – 1,5 m

a) *Run-up* gelombang

Direncanakan

Tinggi gelombang = 1,35 m

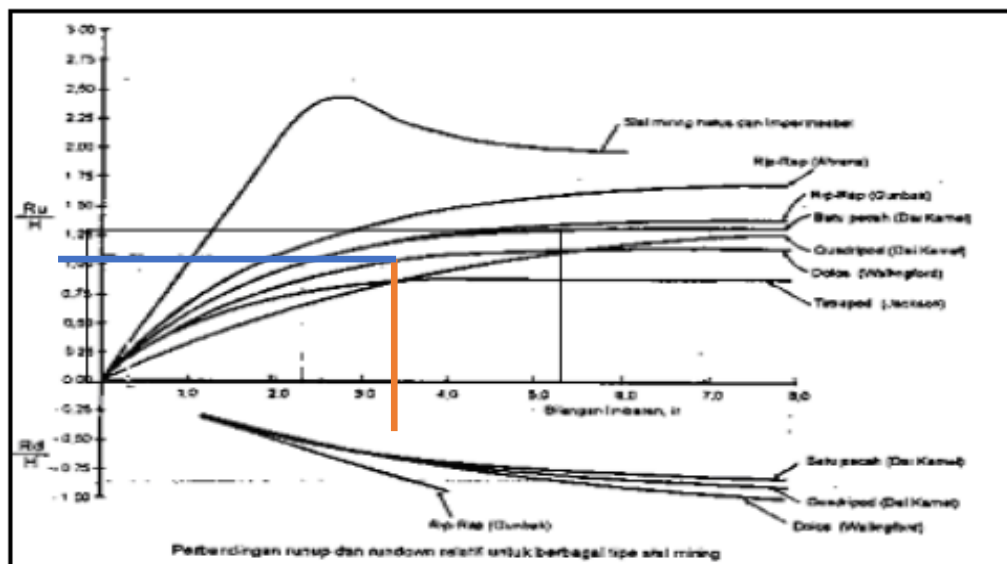
Kemiringan bangunan = 1 : 1,5

Periode gelombang = 6,4 detik

$L_0 = 1,56 \cdot T^2 = 1,56 \times 6,4^2 = 63,90 \text{ m}$

$$I_r = \frac{\text{tg}\theta}{(H/L_0)^{0,5}} = \frac{0,5}{(1,35/63,90)^{0,5}} = 3,44$$

Run-up gelombang dicari dengan menggunakan grafik berikut :



Gambar 23. Grafik *Run-up* Gelombang

$$Ru/H = 1,00$$

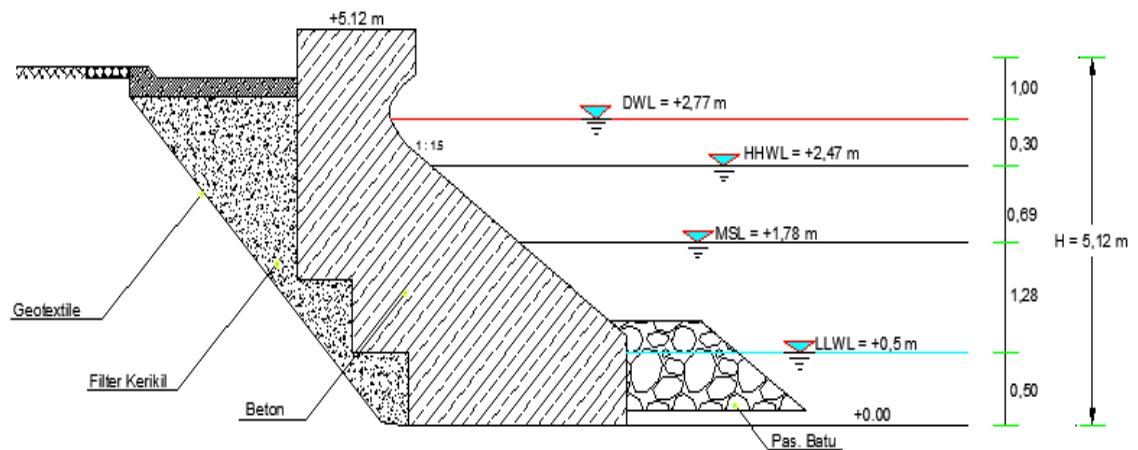
$$Ru = 1,00 \times 1,35 = 1,35 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi mercu} = \text{DWL} + Ru + \text{Tinggi jagaan (Fb)}$$

$$= 2,77 + 1,35 + 1,00$$

$$= 5,12 \text{ m}$$

Berdasarkan hasil perhitungan untuk elevasi rencana bangunan pantai berdasarkan tinggi muka air maka elevasi rencana bangunan pelindung pantai dapat diketahui seperti pada gambar sket di bawah ini.



Gambar 24. Gambar rencana bangunan pelindung pantai

Dari gambar diatas dapat dilihat elevasi bangunan berdasarkan tinggi muka air, dimana tinggi elevasi rencana (DWL) adalah +277 m. Dan untuk tinggi jagaan diambil antara 0,5 – 1,5 m (Bambang Triadmodjo) diambil 1.00 m dengan pertimbangan tinggi gelombang yang setiap tahun mengalami kenaikan akibat adanya pemanasan global (*global warning*) untuk rencana tinggi jagaan bangunan, dengan elevasi mercu bangunan adalah 5,12 m dengan *Run-up* gelombang adalah 1,00 m yang didapat dari grafik *Run-up* gelombang yang dihitung berdasarkan prediksi tinggi gelombang dan periode gelombang yang telah dihitung sebelumnya.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat di simpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- 1) Berdasarkan hasil analisis maka di peroleh tipe pasang surut untuk Pantai Pasir Putih Pitulua Kolaka Utara adalah tipe pasang surut campuran condong keharian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*).
- 2) Tinggi gelombang yang terjadi berdasarkan hasil peramalan gelombang adalah 1,35 meter dengan periode gelombang 6,4 m/detik dimana arah datang gelombang dominan dari Selatan.
- 3) Dari hasil analisis pasang surut dan gelombang didapat elevasi rencana bangunan dimana elevasi rencana (DWL) adalah 2,77 m dengan tinggi jagaan (Fb) adalah 1,00 m.

B. Saran

Adapun saran dari hasil tugas akhir ini yaitu sebagai berikut :

- 1) Hasil analisis pasang surut dan gelombang ini dapat dipergunakan bagi penelitian lanjutan untuk perencanaan pembangunan pantai daerah pesisir Pantai Pasir Putih Pitulua Kolaka Utara dengan memperhatikan aspek – aspek lain untuk perencanaan bangunan pantai.
- 2) Perlu dilakukan penelitian lanjut untuk mengetahui jenis bangunan pelindung pantai yang sesuai dengan daerah pesisir Pantai Pasir Putih Pitulua Kolaka Utara.

- 3) Perlu dilakukan sosialisasi kepada masyarakat tentang hasil kajian kondisi Pantai Pasir Putih untuk dapat dilakukan penyesuaian – penyesuaian dalam mengelola pesisir pantai dengan kondisi pasang surut dan gelombang didaerah pesisir Pantai Pasir Putih Pitulua Kolaka Utara.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Data Pasang Surut Selama 29 hari

Hari	Tgl/bulan/Tahun	Waktu (Jam)																							
		0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
1	01-Jun-16	2,01	2,07	2,06	2,01	1,91	1,79	1,65	1,52	1,39	1,26	1,15	1,06	1,00	0,97	0,95	0,98	1,01	1,07	1,16	1,27	1,40	1,53	1,65	1,75
2	02-Jun-16	1,82	1,88	1,9	1,88	1,81	1,71	1,60	1,49	1,39	1,30	1,22	1,16	1,12	1,11	1,13	1,17	1,20	1,24	1,28	1,34	1,41	1,5	1,57	1,63
3	03-Jun-16	1,67	1,70	1,72	1,71	1,68	1,6	1,5	1,40	1,33	1,27	1,23	1,21	1,2	1,22	1,27	1,34	1,4	1,45	1,47	1,49	1,51	1,54	1,57	1,58
4	04-Jun-16	1,58	1,56	1,55	1,54	1,51	1,46	1,38	1,29	1,21	1,18	1,17	1,19	1,22	1,28	1,36	1,46	1,57	1,65	1,69	1,69	1,67	1,65	1,64	1,61
5	05-Jun-16	1,56	1,5	1,44	1,39	1,36	1,31	1,24	1,16	1,08	1,04	1,05	1,10	1,17	1,26	1,38	1,52	1,67	1,81	1,89	1,91	1,88	1,83	1,77	1,70
6	06-Jun-16	1,61	1,51	1,40	1,30	1,24	1,18	1,12	1,03	0,95	0,90	0,90	0,96	1,06	1,19	1,33	1,5	1,7	1,88	2,03	2,10	2,10	2,03	1,95	1,84
7	07-Jun-16	1,73	1,59	1,44	1,29	1,17	1,09	1,01	0,93	0,85	0,77	0,75	0,80	0,90	1,05	1,23	1,43	1,64	1,87	2,08	2,22	2,27	2,23	2,14	2,02
8	08-Jun-16	1,88	1,73	1,69	1,64	1,19	1,06	0,96	0,87	0,78	0,69	0,64	0,65	0,74	0,89	1,08	1,3	1,53	1,79	2,04	2,24	2,36	2,38	2,32	2,2
9	09-Jun-16	2,05	1,88	1,55	1,53	1,28	1,10	0,96	0,85	0,75	0,66	0,58	0,56	0,61	0,73	0,92	1,14	1,38	1,64	1,92	2,17	2,35	2,45	2,43	2,34
10	10-Jun-16	2,21	2,04	1,99	1,42	1,41	1,2	1,02	0,88	0,77	0,67	0,59	0,53	0,54	0,62	0,78	0,98	1,22	1,48	1,75	2,02	2,25	2,41	2,46	2,45
11	11-Jun-16	2,32	2,17	1,85	1,8	1,57	1,34	1,13	0,96	0,83	0,73	0,64	0,57	0,54	0,57	0,69	0,86	1,07	1,31	1,57	1,83	2,08	2,28	2,4	2,42
12	12-Jun-16	2,36	2,24	2,09	1,83	1,41	1,49	1,27	1,09	0,93	0,82	0,73	0,66	0,61	0,61	0,67	0,8	0,97	1,18	1,41	1,64	1,88	2,09	2,24	2,33
13	13-Jun-16	2,32	2,25	2,13	1,71	1,25	1,60	1,41	1,22	1,06	0,94	0,84	0,78	0,73	0,71	0,74	0,81	0,94	1,11	1,29	1,49	1,69	1,88	2,04	2,16
14	14-Jun-16	2,20	2,18	2,1	1,57	1,12	1,67	1,5	1,33	1,18	1,06	0,97	0,91	0,88	0,86	0,87	0,91	0,99	1,11	1,25	1,4	1,55	1,70	1,84	1,95
15	15-Jun-16	2,02	2,04	2,00	1,18	1,04	1,66	1,53	1,39	1,27	1,16	1,08	1,04	1,02	1,02	1,04	1,08	1,12	1,19	1,28	1,38	1,49	1,59	1,68	1,76
16	16-Jun-16	1,82	1,85	1,84	1,16	1,05	1,6	1,49	1,39	1,3	1,23	1,17	1,14	1,14	1,17	1,22	1,26	1,3	1,34	1,39	1,44	1,5	1,55	1,59	1,62
17	17-Jun-16	1,64	1,65	1,65	1,22	1,13	1,49	1,4	1,32	1,26	1,23	1,21	1,2	1,23	1,28	1,36	1,44	1,5	1,54	1,56	1,57	1,58	1,59	1,58	1,56
18	18-Jun-16	1,52	1,49	1,47	1,34	1,27	1,35	1,27	1,21	1,17	1,16	1,17	1,21	1,26	1,34	1,45	1,57	1,68	1,75	1,77	1,76	1,73	1,7	1,65	1,58
19	19-Jun-16	1,50	1,41	1,34	1,5	1,43	1,2	1,13	1,07	1,03	1,03	1,08	1,15	1,24	1,35	1,48	1,64	1,79	1,91	1,97	1,97	1,92	1,86	1,78	1,67
20	20-Jun-16	1,55	1,41	1,28	1,65	1,57	1,06	1,00	0,93	0,88	0,88	0,93	1,03	1,15	1,29	1,46	1,64	1,68	2,01	2,12	2,16	2,12	2,04	1,94	1,82
21	21-Jun-16	1,67	1,49	1,32	1,77	1,65	0,96	0,89	0,82	0,76	0,74	0,77	0,87	1,02	1,19	1,37	1,58	1,79	2,02	2,19	2,29	2,29	2,23	2,11	1,98
22	22-Jun-16	1,82	1,63	1,42	1,87	1,68	0,92	0,83	0,75	0,68	0,63	0,63	0,71	0,85	1,04	1,25	1,47	1,83	1,95	2,17	2,33	2,4	2,37	2,27	2,14
23	23-Jun-16	1,98	1,79	1,57	1,75	1,64	0,96	0,83	0,73	0,65	0,58	0,55	0,59	0,7	0,88	1,09	1,32	1,8	1,83	2,08	2,29	2,42	2,45	2,39	2,27
24	24-Jun-16	2,11	1,94	1,73	1,64	1,55	1,06	0,9	0,77	0,68	0,59	0,53	0,53	0,59	0,74	0,94	1,17	1,7	1,67	1,92	2,16	2,35	2,44	2,43	2,35
25	25-Jun-16	2,21	2,05	1,86	1,51	1,42	1,2	1,01	0,86	0,75	0,66	0,59	0,55	0,56	0,66	0,82	1,03	1,57	1,5	1,75	1,99	2,2	2,34	2,39	2,36
26	26-Jun-16	2,25	2,11	1,95	1,65	1,4	1,35	1,16	0,99	0,87	0,77	0,69	0,54	0,62	0,66	0,77	0,94	1,41	1,36	1,58	1,81	2,01	2,18	2,27	2,29
27	27-Jun-16	2,23	2,12	1,98	1,91	1,46	1,47	1,29	1,13	1,00	0,90	0,83	0,77	0,74	0,74	0,80	0,92	1,26	1,26	1,45	1,64	1,82	1,98	2,1	2,15
28	28-Jun-16	2,13	2,06	1,95	1,97	1,75	1,53	1,38	1,25	1,13	1,04	0,98	0,93	0,91	0,90	0,92	0,99	1,24	1,23	1,38	1,53	1,67	1,8	1,91	1,97
29	29-Jun-16	1,98	1,94	1,98	1,97	1,44	1,52	1,41	1,31	1,22	1,15	0,96	1,09	1,08	1,08	1,10	1,13	1,08	1,27	1,37	1,48	1,58	1,66	1,74	1,79

Sumber: Dinas Kelautan Kolaka Utara

Lampiran 2. Data Kecepatan Angin Tahun 2016

TOAS									
TIMESTAMP	WS_meas_Max	WS_meas_Awg	WS_meas_Min	ws_knot_Max	ws_knot_Awg	WD_knot_Awg	CH_1 jam	RainIntensity5min_Max	PR_meas_tot
TS	m/s	m/s	m/s	knots	knots	deg			mm
	Max	Awg	Min	Max	Awg	Awg	smp	Max	tot
1-Feb-16 00:00	3,625889	0,9642906	0	7,048165	1,874412	291,2	0	0	0
1-Feb-16 01:00	3,467925	1,00116	0	6,741186	1,946611	132,8	0	0	0
1-Feb-16 02:00	6,544903	2,436339	0	12,72227	4,736059	124,2	0	0	0
1-Feb-16 03:00	9,636525	4,01097	0	18,73191	7,796702	90,3	0	0	0
1-Feb-16 04:00	11,19189	3,664151	0	21,75229	7,1254	77,74	0	0	0
1-Feb-16 05:00	11,09735	3,84361	0	21,45793	6,054733	83,6	0	0	0
1-Feb-16 06:00	10,17752	3,512668	0	19,78563	6,975341	80,4	0	0	0
1-Feb-16 07:00	9,281941	3,08902	0	18,04478	5,438711	86,2	0	0	0
1-Feb-16 08:00	8,063917	2,978262	0	15,6734	5,723	80,4	0	0	0
1-Feb-16 09:00	7,320372	2,94465	0	14,22966	5,84798	88,8	0	0	0
1-Feb-16 10:00	7,321311	3,008291	0	14,23149	4,704	87,1	0	0	0
1-Feb-16 11:00	6,700485	2,420054	0	13,0247	2,94747	81	0	0	0
1-Feb-16 12:00	4,519152	1,514363	0	8,784231	1,337732	84	0	0	0
1-Feb-16 13:00	1,726972	0,6681813	0	3,356966	1,734201	195,3	0	0	0
1-Feb-16 14:00	2,759905	0,89217795	0	6,364867	2,002722	307,7	0	0	0
1-Feb-16 15:00	2,268879	1,030289	0	4,410631	1,143858	247,5	0	0	0
1-Feb-16 16:00	1,862513	0,5894697	0	3,620436	0,785563	309,2	0	0	0
1-Feb-16 17:00	1,117886	0,4041042	0	2,502258	1,338697	187,2	0	0	0
1-Feb-16 18:00	1,693766	0,6686854	0	2,996101	1,125686	293,7	0	0	0
1-Feb-16 19:00	1,287262	0,6251674	0	3,029025	1,377712	316,2	0	0	0
1-Feb-16 20:00	1,541327	0,7087565	0	2,43639	0,943875	295,6	0	0	0
1-Feb-16 21:00	1,558265	0,3572247	0	2,87576	0,6992206	292,5	0	0	0
1-Feb-16 22:00	1,253387	0,234078	0	3,887512	1,64296	145,7	0	0	0
1-Feb-16 23:00	9,7645	0,1109313	0	4,8992646	3,853891	49,63	0	0	0
2-Feb-16 00:00	8,6548	2,65432	0	5,911017	4,343719	52,90	0	0	0
2-Feb-16 01:00	2,764587	1,9416551	0	6,9227692	3,859543	50,06	0	0	0
2-Feb-16 02:00	4,653421	1,2289902	0	7,934522	3,558843	34,07	0	0	0
2-Feb-16 03:00	6,542255	0,5163253	0	8,9462738	3,542301	206,31	0	0	0
2-Feb-16 04:00	8,431089	0,1963396	0	9,958026	3,81311	238,55	0	0	0
2-Feb-16 05:00	10,319923	0,9090045	0	10,9697784	4,13495	156,25	0	0	0
2-Feb-16 06:00	1,865342	1,6216694	0	11,981531	4,987635	174,24	0	0	0
2-Feb-16 07:00	6,753491	1,3343343	0	12,993283	1,345221	177,39	0	0	0
2-Feb-16 08:00	9,543913	3,0469992	0	14,005035	1,523432	171,29	0	0	0
2-Feb-16 09:00	1,875347	3,7596641	0	15,0167876	2,113529	244,25	0	0	0
2-Feb-16 10:00	1,863491	4,472329	0	16,028540	4,565001	65,44	0	0	0
2-Feb-16 11:00	3,851635	0,1849939	0	17,0402922	0,8631432	59,25	0	0	0
2-Feb-16 12:00	4,839779	0,8976588	0	7,983	2,3541101	32,58	0	0	0
2-Feb-16 13:00	5,827923	0,6103237	0	5,8734	2,4875531	249,16	0	0	0
2-Feb-16 14:00	6,816067	0,3229886	0	2,1198	2,7653552	242,67	0	0	0
2-Feb-16 15:00	7,804211	2,0356535	0	8,95432	1,9637732	181,94	0	0	0
2-Feb-16 16:00	8,792355	2,7483184	0	15,78884	6,774300	176,70	0	0	0
2-Feb-16 17:00	9,780499	2,4609833	0	22,62336	5,0643	153,58	0	0	0
2-Feb-16 18:00	5,768643	1,1736482	0	10,7642301	5,35213	155,68	0	0	0
2-Feb-16 19:00	11,756787	1,8863131	0	5,6641	3,964393	166,88	0	0	0
2-Feb-16 20:00	0,20477	1,598978	0	2,7639	5,28173	183,70	0	0	0
2-Feb-16 21:00	0,989911	1,3116429	0	10,6329811	5,400312	76,83	0	0	0
2-Feb-16 22:00	1,77505	3,0243078	0	18,5020622	5,952004	266,42	0	0	0
2-Feb-16 23:00	2,56019	3,7369727	0	21,3711433	6,533636	266,48	0	0	0
3-Feb-16 00:00	3,34533	1,4496376	0	11,65232	4,57253	271,50	0	0	0
3-Feb-16 01:00	1,13047	1,1623025	0	8,54201	3,023101	263,28	0	0	0
3-Feb-16 02:00	4,91561	0,8749674	0	5,4317	2,436611	281,09	0	0	0
3-Feb-16 03:00	1,70075	0,5876323	0	2,32139	1,86493	229,85	0	0	0
3-Feb-16 04:00	6,48589	1,3002972	0	13,7639876	1,55323	172,14	0	0	0
3-Feb-16 05:00	1,27103	3,0129621	0	19,00234	1,676854	178,50	0	0	0
3-Feb-16 06:00	1,05617	2,725627	0	6,86423	1,8731098	176,54	0	0	0
3-Feb-16 07:00	1,84131	1,4382919	0	17,86534	0,2560012	176,26	0	0	0
3-Feb-16 08:00	1,62645	0,1509568	0	8,9634	0,432113	228,83	0	0	0
3-Feb-16 09:00	0,41159	0,8636217	0	18,96354	2,564966	284,53	0	0	0
3-Feb-16 10:00	2,19673	1,5762866	0	10,7634	2,8763114	328,38	0	0	0
3-Feb-16 11:00	2,98187	2,2889515	0	2,56326	1,8763288	275,75	0	0	0
3-Feb-16 12:00	2,76701	2,0016164	0	20,5634086	4,77531	41,01	0	0	0
3-Feb-16 13:00	3,55215	2,7142813	0	17,8547	4,203987	359,75	0	0	0
3-Feb-16 14:00	4,33729	4,4269462	0	15,1459914	3,981105	55,73	0	0	0
3-Feb-16 15:00	2,12243	5,1396111	0	12,4372828	3,841098	87,99	0	0	0
3-Feb-16 16:00	5,90757	2,852276	0	9,7285742	3,351643	166,17	0	0	0
3-Feb-16 17:00	4,0828826	4,5649409	0	7,0198656	3,026431	193,85	0	0	0
3-Feb-16 18:00	4,7955475	4,2776058	0	4,311157	3,04587	157,10	0	0	0
3-Feb-16 19:00	0,5082124	4,9902707	0	10,6534	3,065512	108,52	0	0	0
3-Feb-16 20:00	3,7791227	2,7029356	0	16,995643	4,504083	120,12	0	0	0
3-Feb-16 21:00	0,0664578	0,4156005	0	23,337886	5,511965	76,64	0	0	0

Lanjutan Lampiran 2

3-Feb-16 22:00	2,3537929	0,1282654	0	20,680129	5,128711	281,06	0	0	0
3-Feb-16 23:00	2,641128	0,8409303	0	10,022372	4,058693	275,62	0	0	0
4-Feb-16 00:00	3,9284631	1,5535952	0	18,364615	4,53140	240,95	0	0	0
4-Feb-16 01:00	1,2157982	3,2662601	0	9,706858	6,972301	258,51	0	0	0
4-Feb-16 02:00	1,5031333	2,978925	0	13,049101	4,076430	270,31	0	0	0
4-Feb-16 03:00	1,7904684	2,6915899	0	15,391344	2,543754	224,52	0	0	0
4-Feb-16 04:00	1,0778035	4,4042548	0	21,733587	2,91366	163,22	0	0	0
4-Feb-16 05:00	1,3651386	3,1169197	0	22,07583	1,4369	154,91	0	0	0
4-Feb-16 06:00	4,6524737	3,8295846	0	10,418073	1,6654	160,51	0	0	0
4-Feb-16 07:00	2,9398088	3,5422495	0	16,760316	1,3541	175,61	0	0	0
4-Feb-16 08:00	2,2271439	2,2549144	0	19,102559	7,014350	112,49	0	0	0
4-Feb-16 09:00	5,514479	0,9675793	0	8,444802	7,455310	48,21	0	0	0
4-Feb-16 10:00	3,8018141	0,6802442	0	5,787045	4,326900	311,26	0	0	0
4-Feb-16 11:00	3,0891492	4,3929091	0	2,129288	3,541009	312,65	0	0	0
4-Feb-16 12:00	2,3764843	4,105574	0	8,471531	5,943100	9,35	0	0	0
4-Feb-16 13:00	4,6638194	1,8182389	0	4,813774	0,985410	288,89	0	0	0
4-Feb-16 14:00	4,9511545	1,5309038	0	3,156017	0,833125	43,68	0	0	0
4-Feb-16 15:00	0,2384896	1,2435687	0	7,49826	0,680840	232,68	0	0	0
4-Feb-16 16:00	0,5258247	3,9562336	0	4,840503	0,528555	257,96	0	0	0
4-Feb-16 17:00	0,8131598	3,6688985	0	5,182746	0,376270	233,30	0	0	0
4-Feb-16 18:00	3,1004949	3,3815634	0	6,524989	0,652757	169,17	0	0	0
4-Feb-16 19:00	1,38783	5,0942283	0	6,867232	0,929244	175,07	0	0	0
4-Feb-16 20:00	1,6751651	5,8068932	0	9,209475	1,205731	168,63	0	0	0
4-Feb-16 21:00	4,9625002	2,5195581	0	7,551718	1,482218	245,60	0	0	0
4-Feb-16 22:00	4,2498353	2,232223	0	10,893961	1,758705	47,90	0	0	0
4-Feb-16 23:00	4,5371704	0,9448879	0	18,236204	2,035192	276,74	0	0	0
5-Feb-16 00:00	1,8245055	0,6575528	0	14,578447	2,311679	268,34	0	0	0
5-Feb-16 01:00	1,1118406	0,3702177	0	20,92069	2,588166	2,25	0	0	0
5-Feb-16 02:00	1,3991757	4,0828826	0	20,262933	2,864653	227,06	0	0	0
5-Feb-16 03:00	1,6865108	4,7955475	0	21,605176	3,141140	285,71	0	0	0
5-Feb-16 04:00	0,9738459	0,5082124	0	19,947419	3,417627	257,41	0	0	0
5-Feb-16 05:00	5,261181	3,7791227	0	16,289662	3,694114	280	0	0	0
5-Feb-16 06:00	5,5485161	0,0664578	0	12,631905	3,970601	250,71	0	0	0
5-Feb-16 07:00	3,8358512	2,3537929	0	18,974148	4,247088	167,20	0	0	0
5-Feb-16 08:00	2,1231863	2,641128	0	22,316391	4,523575	195,81	0	0	0
5-Feb-16 09:00	2,4105214	3,9284631	0	11,658634	4,800062	241,21	0	0	0
5-Feb-16 10:00	2,6978565	1,2157982	0	18,000877	5,076549	258,78	0	0	0
5-Feb-16 11:00	0,9851916	1,5031333	0	6,34312	5,353036	128,94	0	0	0
5-Feb-16 12:00	0,2725267	1,7904684	0	19,685363	5,629523	126,32	0	0	0
5-Feb-16 13:00	0,5598618	1,0778035	0	17,027606	5,906010	153,03	0	0	0
5-Feb-16 14:00	0,8471969	1,3651386	0	13,369849	6,182497	90,00	0	0	0
5-Feb-16 15:00	1,134532	4,6524737	0	9,712092	6,458984	160,02	0	0	0
5-Feb-16 16:00	3,4218671	2,9398088	0	6,054335	6,735471	198,28	0	0	0
5-Feb-16 17:00	2,7092022	2,2271439	0	21,396578	7,011958	211,83	0	0	0
5-Feb-16 18:00	1,9965373	5,514479	0	18,738821	7,096351	197,73	0	0	0
5-Feb-16 19:00	1,2838724	3,8018141	0	15,081064	7,180744	159,03	0	0	0
5-Feb-16 20:00	1,5712075	3,0891492	0	21,423307	7,265137	228,30	0	0	0
5-Feb-16 21:00	2,8585426	2,3764843	0	10,76555	7,349530	230,35	0	0	0
5-Feb-16 22:00	4,1458777	4,6638194	0	10,107793	7,433923	222,93	0	0	0
5-Feb-16 23:00	0,4332128	4,9511545	0	15,450036	7,518316	221,67	0	0	0
6-Feb-16 00:00	0,7205479	0,2384896	0	15,792279	4,35289	135,65	0	0	0
6-Feb-16 01:00	0,007883	0,5258247	0	13,134522	4,359001	165,09	0	0	0
6-Feb-16 02:00	0,2952181	0,8131598	0	9,476765	5,230081	197,47	0	0	0
6-Feb-16 03:00	3,5825532	3,1004949	0	5,819008	3,0693	89,97	0	0	0
6-Feb-16 04:00	3,8698883	1,38783	0	7,161251	0,908679	135,84	0	0	0
6-Feb-16 05:00	2,1572234	1,6751651	0	8,503494	1,83766	124,39	0	0	0
6-Feb-16 06:00	2,4445585	4,9625002	0	14,845737	2,766645	142,70	0	0	0
6-Feb-16 07:00	0,7318936	4,2498353	0	19,18798	3,695620	156,19	0	0	0
6-Feb-16 08:00	2,0192287	4,5371704	0	17,530223	4,624610	120,61	0	0	0
6-Feb-16 09:00	2,3065638	1,8245055	0	13,872466	5,5536	185,34	0	0	0
6-Feb-16 10:00	5,5938989	1,1118406	0	10,214709	0,839882	112,60	0	0	0
6-Feb-16 11:00	0,881234	1,3991757	0	6,556952	1,579214	115,26	0	0	0
6-Feb-16 12:00	0,1685691	1,6865108	0	8,899195	2,318546	129,13	0	0	0
6-Feb-16 13:00	0,4559042	0,9738459	0	4,241438	3,057870	130,00	0	0	0
6-Feb-16 14:00	3,21832	5,261181	0	5,583681	3,797210	129,83	0	0	0
6-Feb-16 15:00	4,852001	5,5485161	0	4,925924	4,536542	117,72	0	0	0
6-Feb-16 16:00	1,485682	3,8358512	0	8,268167	5,275874	116,53	0	0	0
6-Feb-16 17:00	0,119363	2,1231863	0	5,61041	6,015206	120	0	0	0
6-Feb-16 18:00	0,753044	2,4105214	0	6,952653	6,754538	140	0	0	0
6-Feb-16 19:00	1,386725	2,6978565	0	6,294896	7,493870	160	0	0	0
6-Feb-16 20:00	3,020406	0,9851916	0	4,637139	4,552190	130	0	0	0
6-Feb-16 21:00	4,654087	0,2725267	0	19,979382	2,195313	180	0	0	0
6-Feb-16 22:00	7,048165	0,5598618	0	16,321625	2,436991	240	0	0	0
6-Feb-16 23:00	6,741186	0,8471969	0	21,663868	1,874313	190	0	0	0
7-Feb-16 00:00	12,72227	1,134532	0	21,006111	4,754111	320	0	0	0
7-Feb-16 01:00	18,73191	3,4218671	0	15,348354	3,743296	320	0	0	0
7-Feb-16 02:00	21,75229	2,7092022	0	11,690597	2,732481	70	0	0	0
7-Feb-16 03:00	21,45793	1,9965373	0	18,03284	1,721666	30	0	0	0
7-Feb-16 04:00	19,78563	1,2838724	0	10,375083	0,710851	40	0	0	0

Lanjutan Lampiran 2

7-Feb-16 05:00	18,04478	1,5712075	0	10,717326	7,191522	280	0	0	0
7-Feb-16 06:00	15,6734	2,8585426	0	7,059569	3,232195	360	0	0	0
7-Feb-16 07:00	14,22966	4,1458777	0	9,401812	3,214001	20	0	0	0
7-Feb-16 08:00	14,23149	0,4332128	0	9,744055	3,195807	340	0	0	0
7-Feb-16 09:00	13,0247	0,7205479	0	6,086298	3,177613	350	0	0	0
7-Feb-16 10:00	8,784231	0,007883	0	5,428541	3,159419	20	0	0	0
7-Feb-16 11:00	3,356966	0,2952181	0	8,770784	3,141225	330	0	0	0
7-Feb-16 12:00	6,364867	3,5825532	0	5,113027	3,123031	180	0	0	0
7-Feb-16 13:00	4,410631	3,8698883	0	21,45527	3,104837	240	0	0	0
7-Feb-16 14:00	3,620436	2,1572234	0	17,797513	3,086643	200	0	0	0
7-Feb-16 15:00	2,502258	2,4445585	0	14,139756	3,068449	240	0	0	0
7-Feb-16 16:00	2,996101	0,7318936	0	10,481999	3,050255	210	0	0	0
7-Feb-16 17:00	3,029025	2,0192287	0	16,824242	3,0321	220	0	0	0
7-Feb-16 18:00	2,43639	2,3065638	0	13,166485	3,013867	230	0	0	0
7-Feb-16 19:00	2,87576	5,5938989	0	19,508728	2,995673	240	0	0	0
7-Feb-16 20:00	3,887512	0,881234	0	20,850971	2,977479	300	0	0	0
7-Feb-16 21:00	4,8992646	0,1685691	0	20,193214	2,959285	260	0	0	0
7-Feb-16 22:00	5,911017	0,4559042	0	8,535457	2,941091	310	0	0	0
7-Feb-16 23:00	6,9227692	3,21832	0	4,8777	2,9229	260	0	0	0
8-Feb-16 00:00	7,934522	4,852001	0	6,219943	2,9047	190	0	0	0
8-Feb-16 01:00	8,9462738	1,485682	0	15,562186	2,886509	240	0	0	0
8-Feb-16 02:00	9,958026	0,119363	0	13,904429	2,868315	230	0	0	0
8-Feb-16 03:00	1,874412	0,753044	0	10,246672	2,850121	260	0	0	0
8-Feb-16 04:00	1,946611	1,386725	0	16,588915	2,831927	270	0	0	0
8-Feb-16 05:00	4,736059	3,020406	0	9,931158	2,813733	230	0	0	0
8-Feb-16 06:00	7,796702	4,654087	0	9,273401	2,795539	200	0	0	0
8-Feb-16 07:00	7,1254	1,287768	0	9,615644	2,777345	260	0	0	0
8-Feb-16 08:00	6,054733	1,921449	0	7,957887	2,759151	20	0	0	0
8-Feb-16 09:00	6,975341	1,55513	0	7,30013	2,740957	250	0	0	0
8-Feb-16 10:00	5,438711	2,188811	0	6,642373	2,722763	40	0	0	0
8-Feb-16 11:00	5,723	2,822492	0	5,984616	2,704569	320	0	0	0
8-Feb-16 12:00	5,84798	4,456173	0	5,326859	2,686375	280	0	0	0
8-Feb-16 13:00	4,704	2,089854	0	4,669102	2,668181	340	0	0	0
8-Feb-16 14:00	2,94747	2,723535	0	4,011345	2,649987	310	0	0	0
8-Feb-16 15:00	1,337732	2,357216	0	10,353588	2,631793	340	0	0	0
8-Feb-16 16:00	1,734201	0,990897	0	12,695831	2,613599	290	0	0	0
8-Feb-16 17:00	2,002722	2,624578	0	15,038074	2,595405	340	0	0	0
8-Feb-16 18:00	1,143858	4,258259	0	17,380317	2,577211	340	0	0	0
8-Feb-16 19:00	0,785563	3,89194	0	19,72256	2,559017	340	0	0	0
8-Feb-16 20:00	1,338697	2,525621	0	17,064803	2,540823	260	0	0	0
8-Feb-16 21:00	1,125686	0,159302	0	14,407046	2,522629	330	0	0	0
8-Feb-16 22:00	1,377712	0,792983	0	11,749289	2,504435	340	0	0	0
8-Feb-16 23:00	0,943875	2,426664	0	9,091532	2,486241	340	0	0	0
9-Feb-16 00:00	0,6992206	2,060345	0	6,433775	2,468047	330	0	0	0
9-Feb-16 01:00	1,64296	5,694026	0	9,988542	2,449853	340	0	0	0
9-Feb-16 02:00	3,853891	2,327707	0	16,118261	2,431659	75,46	0	0	0
9-Feb-16 03:00	4,343719	3,961388	0	12,460504	2,413465	52,18	0	0	0
9-Feb-16 04:00	3,859543	3,595069	0	8,802747	2,395271	52,37	0	0	0
9-Feb-16 05:00	3,558843	3,22875	0	5,14499	2,377077	148,50	0	0	0
9-Feb-16 06:00	3,542301	1,862431	0	8,487233	2,358883	285,80	0	0	0
9-Feb-16 07:00	3,81311	1,496112	0	7,829476	2,340689	297	0	0	0
9-Feb-16 08:00	4,13495	1,129793	0	7,171719	2,322495	300,90	0	0	0
9-Feb-16 09:00	4,987635	4,763474	0	6,513962	2,304301	302,30	0	0	0
9-Feb-16 10:00	1,345221	4,397155	0	5,856205	2,286107	285,30	0	0	0
9-Feb-16 11:00	1,523432	4,030836	0	5,198448	2,267913	259,90	0	0	0
9-Feb-16 12:00	2,113529	0,664517	0	19,540691	2,249719	255,60	0	0	0
9-Feb-16 13:00	4,565001	5,298198	0	15,882934	2,231525	168,50	0	0	0
9-Feb-16 14:00	0,8631432	3,931879	0	12,225177	6,853921	153,40	0	0	0
9-Feb-16 15:00	2,3541101	2,56556	0	18,56742	5,321005	270,10	0	0	0
9-Feb-16 16:00	2,4875531	2,199241	0	14,909663	3,788089	166,10	0	0	0
9-Feb-16 17:00	2,7653552	2,832922	0	11,251906	2,255173	188,60	0	0	0
9-Feb-16 18:00	1,9637732	0,466603	0	17,594149	0,722257	166,70	0	0	0
9-Feb-16 19:00	6,774300	4,100284	0	9,936392	4,8304217	147,10	0	0	0
9-Feb-16 20:00	5,0643	4,733965	0	9,278635	2,9733012	98,70	0	0	0
9-Feb-16 21:00	5,35213	4,367646	0	6,620878	3,0839023	88,60	0	0	0
9-Feb-16 22:00	3,964393	2,001327	0	4,963121	3,1945034	82,50	0	0	0
9-Feb-16 23:00	5,28173	1,635008	0	4,305364	3,3051045	77,97	0	0	0
10-Feb-16 00:00	5,400312	3,268689	0	15,647607	3,4157056	86,00	0	0	0
10-Feb-16 01:00	5,952004	4,90237	0	15,98985	3,5263067	131,50	0	0	0
10-Feb-16 02:00	6,533636	0,536051	0	10,332093	3,6369078	210,50	0	0	0
10-Feb-16 03:00	4,57253	0,169732	0	10,674336	3,7475089	206,20	0	0	0
10-Feb-16 04:00	3,023101	0,803413	0	11,016579	3,8581100	190,80	0	0	0
10-Feb-16 05:00	2,436611	1,437094	0	11,358822	3,9687111	235,60	0	0	0
10-Feb-16 06:00	1,86493	3,070775	0	11,701065	4,0793122	309,20	0	0	0
10-Feb-16 07:00	1,55323	4,704456	0	12,043308	4,1899133	199,80	0	0	0
10-Feb-16 08:00	1,676854	0,338137	0	12,385551	4,3005144	289,50	0	0	0
10-Feb-16 09:00	1,8731098	5,971818	0	12,727794	4,4111155	187,10	0	0	0
10-Feb-16 10:00	0,2560012	0,605499	0	13,070037	4,5217166	299	0	0	0
10-Feb-16 11:00	0,432113	0,23918	0	13,41228	4,6323177	302,60	0	0	0

Lanjutan Lampiran 2

10-Feb-16 12:00	2,564966	5,872861	0	13,754523	4,7429188	290,80	0	0	0
10-Feb-16 13:00	2,8763114	5,506542	0	14,096766	4,8535199	261,70	0	0	0
10-Feb-16 14:00	1,8763288	5,140223	0	14,439009	4,9641210	287,30	0	0	0
10-Feb-16 15:00	4,77531	0,773904	0	14,781252	5,0747221	305,40	0	0	0
10-Feb-16 16:00	4,203987	0,407585	0	15,123495	5,1853232	273,30	0	0	0
10-Feb-16 17:00	3,981105	2,041266	0	15,465738	5,2959243	258,10	0	0	0
10-Feb-16 18:00	3,841098	2,674947	0	15,807981	5,4065254	180,60	0	0	0
10-Feb-16 19:00	3,351643	2,308628	0	16,150224	5,5171265	164,90	0	0	0
10-Feb-16 20:00	3,026431	2,942309	0	16,492467	5,6277276	167,40	0	0	0
10-Feb-16 21:00	3,04587	2,57599	0	16,83471	5,7383287	157,00	0	0	0
10-Feb-16 22:00	3,065512	1,209671	0	17,176953	5,8489298	139,50	0	0	0
10-Feb-16 23:00	4,504083	1,843352	0	17,519196	5,9595309	74,99	0	0	0
11-Feb-16 00:00	5,511965	0,477033	0	17,861439	6,0701320	80,20	0	0	0
11-Feb-16 01:00	5,128711	4,110714	0	18,203682	6,1807331	71,68	0	0	0
11-Feb-16 02:00	4,058693	2,744395	0	18,545925	6,2913342	92,70	0	0	0
11-Feb-16 03:00	4,53140	2,378076	0	18,888168	6,4019353	133,20	0	0	0
11-Feb-16 04:00	6,972301	0,011757	0	19,230411	6,5125364	203,70	0	0	0
11-Feb-16 05:00	4,076430	3,645438	0	19,572654	6,6231375	220,30	0	0	0
11-Feb-16 06:00	2,543754	3,279119	0	19,914897	6,7337386	160,60	0	0	0
11-Feb-16 07:00	2,91366	3,9128	0	20,25714	6,8443397	233,70	0	0	0
11-Feb-16 08:00	1,4369	0,546481	0	20,599383	6,9549408	218	0	0	0
11-Feb-16 09:00	1,6654	0,180162	0	20,941626	7,0655419	308,90	0	0	0
11-Feb-16 10:00	1,3541	4,813843	0	21,283869	7,1761430	160,60	0	0	0
11-Feb-16 11:00	7,014350	4,447524	0	21,626112	7,2867441	233,70	0	0	0
11-Feb-16 12:00	7,455310	2,081205	0	21,968355	7,3973452	218	0	0	0
11-Feb-16 13:00	4,326900	0,714886	0	11,310598	7,5079463	308,90	0	0	0
11-Feb-16 14:00	3,541009	5,348567	0	11,652841	7,6185474	291,80	0	0	0
11-Feb-16 15:00	5,943100	0,982248	0	10,995084	7,7291485	308,30	0	0	0
11-Feb-16 16:00	0,985410	0,615929	0	9,337327	5,4312	266,40	0	0	0
11-Feb-16 17:00	0,833125	0,24961	0	12,67957	5,001672	72,32	0	0	0
11-Feb-16 18:00	0,680840	0,883291	0	12,021813	5,632009	276,50	0	0	0
11-Feb-16 19:00	0,528555	0,516972	0	12,364056	2,06341	211,20	0	0	0
11-Feb-16 20:00	0,376270	5,150653	0	14,706299	2,963709	158,90	0	0	0
11-Feb-16 21:00	0,652757	3,784334	0	11,048542	3,864008	168	0	0	0
11-Feb-16 22:00	0,929244	1,418015	0	17,390785	4,764307	173	0	0	0
11-Feb-16 23:00	1,205731	4,051696	0	13,733028	5,664606	178,80	0	0	0
12-Feb-16 00:00	1,482218	0,685377	0	10,075271	6,564905	159,30	0	0	0
12-Feb-16 01:00	1,758705	0,319058	0	16,417514	7,465204	158,60	0	0	0
12-Feb-16 02:00	2,035192	1,952739	0	12,759757	1,85342	193,50	0	0	0
12-Feb-16 03:00	2,311679	4,58642	0	19,102	1,532187	115,60	0	0	0
12-Feb-16 04:00	2,588166	1,220101	0	15,444243	1,210954	71,65	0	0	0
12-Feb-16 05:00	2,864653	1,853782	0	11,786486	0,889721	75,05	0	0	0
12-Feb-16 06:00	3,141140	2,487463	0	19,128729	0,995312	72,30	0	0	0
12-Feb-16 07:00	3,417627	5,121144	0	10,470972	1,100903	130,20	0	0	0
12-Feb-16 08:00	3,694114	2,754825	0	10,813215	1,206494	198,80	0	0	0
12-Feb-16 09:00	3,970601	3,388506	0	17,155458	1,312085	217,80	0	0	0
12-Feb-16 10:00	4,247088	3,022187	0	13,497701	1,417676	176,40	0	0	0
12-Feb-16 11:00	4,523575	2,655868	0	19,839944	1,523267	178,30	0	0	0
12-Feb-16 12:00	4,800062	4,289549	0	13,182187	1,628858	224,60	0	0	0
12-Feb-16 13:00	5,076549	0,92323	0	12,52443	1,734449	294,80	0	0	0
12-Feb-16 14:00	5,353036	3,556911	0	21,866673	1,84004	290,10	0	0	0
12-Feb-16 15:00	5,629523	4,190592	0	21,208916	1,945631	229,50	0	0	0
12-Feb-16 16:00	5,906010	4,824273	0	21,551159	4,983501	294,20	0	0	0
12-Feb-16 17:00	6,182497	1,457954	0	7,893402	4,883765	281,10	0	0	0
12-Feb-16 18:00	6,458984	0,091635	0	7,235645	4,784029	263,80	0	0	0
12-Feb-16 19:00	6,735471	5,725316	0	8,577888	4,684293	256	0	0	0
12-Feb-16 20:00	7,011958	3,358997	0	8,920131	4,584557	225,70	0	0	0
12-Feb-16 21:00	7,096351	1,992678	0	9,262374	4,484821	194	0	0	0
12-Feb-16 22:00	7,180744	1,626359	0	9,604617	4,385085	175,70	0	0	0
12-Feb-16 23:00	7,265137	0,26004	0	5,94686	4,285349	182,10	0	0	0
13-Feb-16 00:00	7,349530	2,893721	0	11,289103	4,185613	159,90	0	0	0
13-Feb-16 01:00	7,433923	2,527402	0	18,631346	4,085877	139	0	0	0
13-Feb-16 02:00	7,518316	2,161083	0	14,973589	2,069510	92,40	0	0	0
13-Feb-16 03:00	4,35289	5,794764	0	13,315832	2,439601	80,90	0	0	0
13-Feb-16 04:00	4,359001	3,428445	0	17,658075	2,599352	78,89	0	0	0
13-Feb-16 05:00	5,230081	3,062126	0	14,000318	6,356003	87,50	0	0	0
13-Feb-16 06:00	3,0693	1,695807	0	10,342561	6,631191	94,10	0	0	0
13-Feb-16 07:00	0,908679	1,329488	0	16,684804	3,543026	169,60	0	0	0
13-Feb-16 08:00	1,83766	1,963169	0	13,027047	3,843917	194	0	0	0
13-Feb-16 09:00	2,766645	3,59685	0	19,36929	4,144808	175,70	0	0	0
13-Feb-16 10:00	3,695620	1,230531	0	15,711533	4,445699	182,10	0	0	0
13-Feb-16 11:00	4,624610	4,864212	0	12,053776	4,74659	159,90	0	0	0
13-Feb-16 12:00	5,5536	4,497893	0	18,396019	5,047481	139	0	0	0
13-Feb-16 13:00	0,839882	4,131574	0	14,738262	5,348372	92,40	0	0	0
13-Feb-16 14:00	1,579214	1,765255	0	11,080505	5,649263	80,90	0	0	0
13-Feb-16 15:00	2,318546	1,398936	0	17,422748	5,950154	78,89	0	0	0
13-Feb-16 16:00	3,057870	2,032617	0	13,764991	6,251045	87,50	0	0	0
13-Feb-16 17:00	3,797210	0,666298	0	20,107234	6,551936	94,10	0	0	0

Lanjutan Lampiran 2

13-Feb-16 18:00	4,536542	0,299979	0	26,449477	6,852827	169,60	0	0	0
13-Feb-16 19:00	5,275874	3,93366	0	12,79172	7,153718	162,80	0	0	0
13-Feb-16 20:00	6,015206	3,567341	0	19,133963	7,454609	155,50	0	0	0
13-Feb-16 21:00	6,754538	3,201022	0	15,476206	1,643891	162,90	0	0	0
13-Feb-16 22:00	7,493870	3,834703	0	11,818449	1,33712	198,10	0	0	0
13-Feb-16 23:00	4,552190	3,468384	0	18,160692	3,01352	288,10	0	0	0
14-Feb-16 00:00	2,195313	3,102065	0	14,502935	4,68992	177,90	0	0	0
14-Feb-16 01:00	2,436991	3,735746	0	10,845178	2,44195	258,40	0	0	0
14-Feb-16 02:00	1,874313	0,369427	0	17,187421	0,19398	272	0	0	0
14-Feb-16 03:00	4,754111	0,003108	0	13,529664	2,853010	295,60	0	0	0
14-Feb-16 04:00	3,743296	5,636789	0	19,871907	5,51204	272,60	0	0	0
14-Feb-16 05:00	2,732481	5,27047	0	16,21415	3,773092	288,90	0	0	0
14-Feb-16 06:00	1,721666	1,904151	0	12,556393	2,034144	280	0	0	0
14-Feb-16 07:00	0,710851	1,537832	0	8,898636	0,295196	210,40	0	0	0
14-Feb-16 08:00	7,191522	1,171513	0	5,240879	4,083351	175,70	0	0	0
14-Feb-16 09:00	3,232195	1,805194	0	16,583122	7,871506	117,70	0	0	0
14-Feb-16 10:00	3,214001	1,438875	0	12,925365	6,17471	85,90	0	0	0
14-Feb-16 11:00	3,195807	1,072556	0	9,267608	4,477914	166,70	0	0	0
14-Feb-16 12:00	3,177613	1,706237	0	5,609851	2,781118	147,10	0	0	0
14-Feb-16 13:00	3,159419	1,339918	0	21,952094	1,084322	98,70	0	0	0
14-Feb-16 14:00	3,141225	1,973599	0	16,294337	5,09271	88,60	0	0	0
14-Feb-16 15:00	3,123031	2,60728	0	10,63658	4,39523	82,50	0	0	0
14-Feb-16 16:00	3,104837	5,240961	0	4,978823	3,69775	77,97	0	0	0
14-Feb-16 17:00	3,086643	0,874642	0	7,321066	3,00027	86	0	0	0
14-Feb-16 18:00	3,068449	0,508323	0	6,663309	2,30279	131,50	0	0	0
14-Feb-16 19:00	3,050255	1,142004	0	6,005552	1,60531	210,20	0	0	0
14-Feb-16 20:00	3,0321	1,775685	0	5,347795	0,90783	206,20	0	0	0
14-Feb-16 21:00	3,013867	1,409366	0	4,690038	3,97472	190,80	0	0	0
14-Feb-16 22:00	2,995673	1,043047	0	14,032281	4,65209	235,60	0	0	0
14-Feb-16 23:00	2,977479	3,676728	0	10,374524	5,32946	309,20	0	0	0
15-Feb-16 00:00	2,959285	2,310409	0	6,716767	6,00683	199,80	0	0	0
15-Feb-16 01:00	2,941091	5,94409	0	17,05901	6,6842	294,40	0	0	0
15-Feb-16 02:00	2,9229	1,577771	0	17,401253	7,36157	301,10	0	0	0
15-Feb-16 03:00	2,9047	4,211452	0	17,743496	6,973301	286	0	0	0
15-Feb-16 04:00	2,886509	2,845133	0	18,085739	6,585032	137,60	0	0	0
15-Feb-16 05:00	2,868315	0,478814	0	18,427982	6,196763	155	0	0	0
15-Feb-16 06:00	2,850121	4,112495	0	18,770225	5,808494	166,80	0	0	0
15-Feb-16 07:00	2,831927	4,746176	0	19,112468	5,420225	142,90	0	0	0
15-Feb-16 08:00	2,813733	4,379857	0	19,454711	5,031956	156,50	0	0	0
15-Feb-16 09:00	2,795539	4,013538	0	19,796954	4,643687	166,80	0	0	0
15-Feb-16 10:00	2,777345	4,647219	0	20,139197	4,255418	147,40	0	0	0
15-Feb-16 11:00	2,759151	4,2809	0	20,48144	3,867149	108	0	0	0
15-Feb-16 12:00	2,740957	3,914581	0	20,823683	3,47888	153,40	0	0	0
15-Feb-16 13:00	2,722763	3,548262	0	21,165926	3,090611	161,70	0	0	0
15-Feb-16 14:00	2,704569	3,181943	0	21,508169	2,702342	164,10	0	0	0
15-Feb-16 15:00	2,686375	3,815624	0	21,850412	2,314073	154,50	0	0	0
15-Feb-16 16:00	2,668181	3,449305	0	18,192655	1,925804	232,50	0	0	0
15-Feb-16 17:00	2,649987	1,082986	0	14,534898	1,537535	138,50	0	0	0
15-Feb-16 18:00	2,631793	3,716667	0	10,877141	1,149266	274,80	0	0	0
15-Feb-16 19:00	2,613599	4,350348	0	7,219384	0,760997	278,50	0	0	0
15-Feb-16 20:00	2,595405	4,984029	0	13,561627	0,372728	292,80	0	0	0
15-Feb-16 21:00	2,577211	1,61771	0	19,90387	0,41310	250,70	0	0	0
15-Feb-16 22:00	2,559017	4,251391	0	16,246113	0,453472	278,90	0	0	0
15-Feb-16 23:00	2,540823	5,885072	0	12,588356	4,55391	263,20	0	0	0
16-Feb-16 00:00	2,522629	2,518753	0	8,930599	3,73362	297,40	0	0	0
16-Feb-16 01:00	2,504435	2,152434	0	5,272842	2,91333	237,30	0	0	0
16-Feb-16 02:00	2,486241	4,786115	0	11,615085	2,09304	292,60	0	0	0
16-Feb-16 03:00	2,468047	2,419796	0	10,957328	1,27275	233,70	0	0	0
16-Feb-16 04:00	2,449853	0,053477	0	10,299571	0,45246	185,90	0	0	0
16-Feb-16 05:00	2,431659	2,687158	0	9,641814	6,431031	71,24	0	0	0
16-Feb-16 06:00	2,413465	5,320839	0	8,984057	6,220549	71,68	0	0	0
16-Feb-16 07:00	2,395271	5,95452	0	8,3263	6,010067	66,25	0	0	0
16-Feb-16 08:00	2,377077	5,588201	0	7,668543	5,799585	74,96	0	0	0
16-Feb-16 09:00	2,358883	1,221882	0	7,010786	5,589103	143,30	0	0	0
16-Feb-16 10:00	2,340689	1,855563	0	6,353029	5,378621	178,60	0	0	0
16-Feb-16 11:00	2,322495	1,489244	0	5,695272	5,168139	200,80	0	0	0
16-Feb-16 12:00	2,304301	1,122925	0	5,037515	4,957657	256,40	0	0	0
16-Feb-16 13:00	2,286107	3,756606	0	4,379758	4,747175	260,30	0	0	0
16-Feb-16 14:00	2,267913	2,390287	0	17,722001	4,536693	259,20	0	0	0
16-Feb-16 15:00	2,249719	2,023968	0	14,064244	4,326211	287,50	0	0	0
16-Feb-16 16:00	2,231525	0,657649	0	10,406487	4,115729	292,50	0	0	0
16-Feb-16 17:00	6,853921	4,29133	0	6,74873	3,905247	295,60	0	0	0
16-Feb-16 18:00	5,321005	3,925011	0	19,090973	3,694765	297,10	0	0	0
16-Feb-16 19:00	3,788089	0,558692	0	19,433216	3,484283	297,90	0	0	0
16-Feb-16 20:00	2,255173	2,192373	0	19,775459	3,273801	289,40	0	0	0
16-Feb-16 21:00	0,722257	4,826054	0	20,117702	3,063319	295,50	0	0	0
16-Feb-16 22:00	4,8304217	3,459735	0	20,459945	2,852837	156,30	0	0	0
16-Feb-16 23:00	2,9733012	3,093416	0	20,802188	2,642355	176,10	0	0	0
17-Feb-16 00:00	3,0839023	3,727097	0	21,144431	2,431873	169,20	0	0	0
17-Feb-16 01:00	3,1945034	3,360778	0	21,486674	2,221391	120,40	0	0	0

Lanjutan Lampiran 2

17-Feb-16 02:00	3,3051045	5,994459	0	21,828917	2,010909	82,10	0	0	0
17-Feb-16 03:00	3,4157056	5,62814	0	10,17116	1,800427	83,50	0	0	0
17-Feb-16 04:00	3,5263067	1,261821	0	6,513403	1,589945	72,95	0	0	0
17-Feb-16 05:00	3,6369078	1,895502	0	7,855646	1,379463	74,86	0	0	0
17-Feb-16 06:00	3,7475089	1,529183	0	9,197889	1,168981	76,69	0	0	0
17-Feb-16 07:00	3,8581100	1,162864	0	5,540132	0,958499	69,44	0	0	0
17-Feb-16 08:00	3,9687111	1,796545	0	8,882375	0,748017	123	0	0	0
17-Feb-16 09:00	4,0793122	3,430226	0	12,224618	0,537535	282,40	0	0	0
17-Feb-16 10:00	4,1899133	4,063907	0	15,566861	0,327053	279,70	0	0	0
17-Feb-16 11:00	4,3005144	4,697588	0	18,909104	4,558	254,30	0	0	0
17-Feb-16 12:00	4,4111155	1,331269	0	7,251347	4,9843	215,10	0	0	0
17-Feb-16 13:00	4,5217166	0,96495	0	10,59359	4,641194	292,10	0	0	0
17-Feb-16 14:00	4,6323177	0,598631	0	13,935833	4,905412	219	0	0	0
17-Feb-16 15:00	4,7429188	0,232312	0	17,278076	5,16963	301,10	0	0	0
17-Feb-16 16:00	4,8535199	3,865993	0	20,620319	5,433848	257	0	0	0
17-Feb-16 17:00	4,9641210	0,499674	0	18,962562	5,698066	175,40	0	0	0
17-Feb-16 18:00	5,0747221	0,133355	0	17,304805	5,962284	187,80	0	0	0
17-Feb-16 19:00	5,1853232	2,767036	0	15,647048	6,226502	172,80	0	0	0
17-Feb-16 20:00	5,2959243	2,400717	0	13,989291	6,49072	160,30	0	0	0
17-Feb-16 21:00	5,4065254	5,034398	0	12,331534	6,754938	119,30	0	0	0
17-Feb-16 22:00	5,5171265	0,668079	0	10,673777	7,019156	124,70	0	0	0
17-Feb-16 23:00	5,6277276	3,30176	0	9,01602	7,283374	130,90	0	0	0
18-Feb-16 00:00	5,7383287	4,935441	0	7,358263	7,547592	80,60	0	0	0
18-Feb-16 01:00	5,8489298	2,569122	0	5,700506	3,9753211	79,31	0	0	0
18-Feb-16 02:00	5,9595309	0,202803	0	4,042749	3,64336	97,20	0	0	0
18-Feb-16 03:00	6,0701320	0,836484	0	9,384992	3,925113	181,70	0	0	0
18-Feb-16 04:00	6,1807331	0,470165	0	14,727235	3,43219	197,10	0	0	0
18-Feb-16 05:00	6,2913342	0,103846	0	20,069478	4,55821	188,90	0	0	0
18-Feb-16 06:00	6,4019353	1,737527	0	11,411721	5,74242	196,50	0	0	0
18-Feb-16 07:00	6,5125364	0,371208	0	17,753964	5,94312	213,70	0	0	0
18-Feb-16 08:00	6,6231375	0,004889	0	14,096207	6,14382	220,70	0	0	0
18-Feb-16 09:00	6,7337386	4,63857	0	10,43845	6,34452	227,10	0	0	0
18-Feb-16 10:00	6,8443397	4,272251	0	6,780693	6,54522	241,80	0	0	0
18-Feb-16 11:00	6,9549408	4,905932	0	10,122936	6,74592	265,20	0	0	0
18-Feb-16 12:00	7,0655419	4,539613	0	4,465179	6,94662	240,10	0	0	0
18-Feb-16 13:00	7,1761430	0,173294	0	5,807422	5,14732	294,20	0	0	0
18-Feb-16 14:00	7,2867441	1,806975	0	7,149665	4,34802	303,70	0	0	0
18-Feb-16 15:00	7,3973452	5,440656	0	8,491908	4,54872	305,20	0	0	0
18-Feb-16 16:00	7,5079463	5,074337	0	9,834151	3,74942	291,30	0	0	0
18-Feb-16 17:00	7,6185474	0,708018	0	11,176394	1,95012	319,70	0	0	0
18-Feb-16 18:00	7,7291485	3,341699	0	12,518637	1,84321	316,40	0	0	0
18-Feb-16 19:00	5,4312	5,97538	0	13,86088	1,5540	308,30	0	0	0
18-Feb-16 20:00	5,001672	3,609061	0	15,203123	1,26479	266,80	0	0	0
18-Feb-16 21:00	5,632009	1,242742	0	16,545366	0,9756	142,60	0	0	0
18-Feb-16 22:00	2,06341	3,876423	0	17,887609	2,64119	102,30	0	0	0
18-Feb-16 23:00	2,963709	4,510104	0	19,229852	2,91420	165,30	0	0	0
19-Feb-16 00:00	3,864008	2,143785	0	20,572095	3,54017	172,40	0	0	0
19-Feb-16 01:00	4,764307	0,777466	0	21,914338	5,75503	189,70	0	0	0
19-Feb-16 02:00	5,664606	0,411147	0	8,256581	7,96989	168,60	0	0	0
19-Feb-16 03:00	6,564905	5,044828	0	4,598824	2,18475	163,40	0	0	0
19-Feb-16 04:00	7,465204	5,678509	0	10,941067	2,39961	194,10	0	0	0
19-Feb-16 05:00	1,85342	2,31219	0	17,28331	4,61447	197,70	0	0	0
19-Feb-16 06:00	1,532187	4,945871	0	13,625553	6,82933	192,20	0	0	0
19-Feb-16 07:00	1,210954	1,579552	0	12,967796	3,04419	197,20	0	0	0
19-Feb-16 08:00	0,889721	1,213233	0	12,310039	3,25905	239,80	0	0	0
19-Feb-16 09:00	0,995312	1,846914	0	11,652282	3,47391	179,30	0	0	0
19-Feb-16 10:00	1,100903	1,480595	0	10,994525	5,68877	269,40	0	0	0
19-Feb-16 11:00	1,206494	1,114276	0	10,336768	2,90363	255	0	0	0
19-Feb-16 12:00	1,312085	0,747957	0	9,679011	3,11849	298,90	0	0	0
19-Feb-16 13:00	1,417676	3,381638	0	9,021254	3,33335	232,90	0	0	0
19-Feb-16 14:00	1,523267	3,015319	0	8,363497	4,54821	175,10	0	0	0
19-Feb-16 15:00	1,628858	2,649	0	7,70574	6,76307	300,80	0	0	0
19-Feb-16 16:00	1,734449	1,282681	0	7,047983	3,97793	292,60	0	0	0
19-Feb-16 17:00	1,84004	3,916362	0	6,390226	1,19279	266	0	0	0
19-Feb-16 18:00	1,945631	5,550043	0	5,732469	1,59235	289,50	0	0	0
19-Feb-16 19:00	4,983501	0,183724	0	5,074712	4,37749	295,60	0	0	0
19-Feb-16 20:00	4,883765	0,817405	0	4,416955	7,16263	287,60	0	0	0
19-Feb-16 21:00	4,784029	4,451086	0	15,759198	5,94777	278,60	0	0	0
19-Feb-16 22:00	4,684293	5,084767	0	15,101441	2,73291	162,40	0	0	0
19-Feb-16 23:00	4,584557	0,718448	0	14,443684	5,51805	139	0	0	0
20-Feb-16 00:00	4,484821	2,352129	0	13,785927	1,30319	73,19	0	0	0
20-Feb-16 01:00	4,385085	0,98581	0	13,12817	1,08833	83,30	0	0	0
20-Feb-16 02:00	4,285349	5,619491	0	12,470413	3,87347	87,70	0	0	0
20-Feb-16 03:00	4,185613	5,253172	0	11,812656	6,65861	83	0	0	0
20-Feb-16 04:00	4,085877	2,886853	0	11,154899	2,44375	83,40	0	0	0
20-Feb-16 05:00	2,069510	3,520534	0	10,497142	2,22889	55,54	0	0	0
20-Feb-16 06:00	2,439601	3,154215	0	9,839385	5,01403	45,16	0	0	0
20-Feb-16 07:00	2,599352	3,787896	0	9,181628	7,79917	266,30	0	0	0
20-Feb-16 08:00	6,356003	3,421577	0	8,523871	4,58431	250,40	0	0	0

Lanjutan Lampiran 2

20-Feb-16 09:00	6,631191	3,055258	0	7,866114	4,36945	244,30	0	0	0
20-Feb-16 10:00	3,543026	3,688939	0	7,208357	4,15459	299,70	0	0	0
20-Feb-16 11:00	3,843917	1,32262	0	6,5506	4,93973	194,30	0	0	0
20-Feb-16 12:00	1,874412	3,956301	0	5,892843	1,72487	205,70	0	0	0
20-Feb-16 13:00	1,946611	5,589982	0	16,235086	5,51001	246,20	0	0	0
20-Feb-16 14:00	4,736059	5,223663	0	16,577329	5,29515	234,20	0	0	0
20-Feb-16 15:00	7,796702	1,857344	0	16,919572	6,08029	269,50	0	0	0
20-Feb-16 16:00	7,1254	1,491025	0	17,261815	2,86543	278,40	0	0	0
20-Feb-16 17:00	6,054733	1,124706	0	17,604058	5,65057	295,20	0	0	0
20-Feb-16 18:00	6,975341	5,758387	0	17,946301	6,43571	78,64	0	0	0
20-Feb-16 19:00	5,438711	2,392068	0	18,288544	1,22085	81,80	0	0	0
20-Feb-16 20:00	5,723	2,025749	0	18,630787	4,00599	70,77	0	0	0
20-Feb-16 21:00	5,84798	2,65943	0	18,97303	6,79113	249	0	0	0
20-Feb-16 22:00	4,704	2,293111	0	19,315273	7,57627	241,70	0	0	0
20-Feb-16 23:00	2,94747	2,926792	0	19,657516	2,36141	285	0	0	0
21-Feb-16 00:00	1,337732	0,560473	0	19,999759	5,14655	283	0	0	0
21-Feb-16 01:00	1,734201	0,194154	0	20,342002	7,93169	273,90	0	0	0
21-Feb-16 02:00	2,002722	0,827835	0	20,684245	0,71683	308,30	0	0	0
21-Feb-16 03:00	1,143858	3,461516	0	21,026488	3,50197	236,90	0	0	0
21-Feb-16 04:00	0,785563	4,095197	0	21,368731	6,28711	293,50	0	0	0
21-Feb-16 05:00	1,338697	4,728878	0	21,710974	1,07225	284,40	0	0	0
21-Feb-16 06:00	1,125686	1,362559	0	11,053217	1,85739	286,40	0	0	0
21-Feb-16 07:00	1,377712	3,99624	0	14,39546	4,64253	241,70	0	0	0
21-Feb-16 08:00	0,943875	3,629921	0	17,737703	7,42767	209,90	0	0	0
21-Feb-16 09:00	0,6992206	0,263602	0	17,079946	0,21281	182,80	0	0	0
21-Feb-16 10:00	1,64296	1,897283	0	13,422189	2,99795	110,10	0	0	0
21-Feb-16 11:00	3,853891	4,530964	0	19,764432	5,78309	62,99	0	0	0
21-Feb-16 12:00	4,343719	0,164645	0	6,106675	1,56823	65,55	0	0	0
21-Feb-16 13:00	3,859543	0,798326	0	17,448918	2,35337	67,92	0	0	0
21-Feb-16 14:00	3,558843	2,432007	0	4,791161	3,13851	67,03	0	0	0
21-Feb-16 15:00	3,542301	5,065688	0	7,133404	3,92365	74,20	0	0	0
21-Feb-16 16:00	3,81311	5,699369	0	9,475647	4,70879	74,85	0	0	0
21-Feb-16 17:00	4,13495	5,33305	0	11,81789	5,49393	90,40	0	0	0
21-Feb-16 18:00	4,987635	5,966731	0	14,160133	6,27907	82,30	0	0	0
21-Feb-16 19:00	1,345221	5,600412	0	16,502376	7,06421	76,47	0	0	0
21-Feb-16 20:00	1,523432	2,234093	0	18,844619	7,84935	177,70	0	0	0
21-Feb-16 21:00	2,113529	0,867774	0	21,186862	4,63449	314,60	0	0	0
21-Feb-16 22:00	4,565001	3,501455	0	19,529105	4,41963	255,60	0	0	0
21-Feb-16 23:00	0,8631432	3,135136	0	15,871348	0,20477	272,70	0	0	0
22-Feb-16 00:00	2,3541101	3,768813	0	12,213591	0,98991	312,70	0	0	0
22-Feb-16 01:00	2,4875531	1,402498	0	18,555834	1,77505	179,40	0	0	0
22-Feb-16 02:00	2,7653552	4,036179	0	14,898077	2,56019	187,80	0	0	0
22-Feb-16 03:00	1,9637732	4,66986	0	10,24032	3,34533	241,60	0	0	0
22-Feb-16 04:00	6,774300	4,303541	0	10,582563	1,13047	325	0	0	0
22-Feb-16 05:00	5,0643	1,937222	0	10,924806	4,91561	289,40	0	0	0
22-Feb-16 06:00	5,35213	4,570903	0	11,267049	1,70075	249,90	0	0	0
22-Feb-16 07:00	3,964393	5,204584	0	11,609292	6,48589	193,50	0	0	0
22-Feb-16 08:00	5,281173	5,838265	0	11,951535	1,27103	203,30	0	0	0
22-Feb-16 09:00	5,400312	2,471946	0	12,293778	1,05617	172,30	0	0	0
22-Feb-16 10:00	5,952004	5,105627	0	12,636021	1,84131	185,90	0	0	0
22-Feb-16 11:00	6,533636	0,739308	0	12,978264	1,62645	113,80	0	0	0
22-Feb-16 12:00	4,57253	0,372989	0	13,320507	0,41159	76,01	0	0	0
22-Feb-16 13:00	3,023101	3,00667	0	13,66275	2,19673	80,90	0	0	0
22-Feb-16 14:00	2,436611	5,640351	0	14,004993	2,98187	84,80	0	0	0
22-Feb-16 15:00	1,86493	1,274032	0	14,347236	2,76701	90,80	0	0	0
22-Feb-16 16:00	1,55323	1,907713	0	14,689479	3,55215	157,80	0	0	0
22-Feb-16 17:00	1,676854	1,541394	0	15,031722	4,33729	196,20	0	0	0
22-Feb-16 18:00	1,8731098	1,175075	0	15,373965	2,12243	204,50	0	0	0
22-Feb-16 19:00	0,2560012	1,808756	0	15,716208	5,90757	199,40	0	0	0
22-Feb-16 20:00	0,432113	1,442437	0	16,058451	2,69271	255	0	0	0
22-Feb-16 21:00	2,564966	4,076118	0	16,400694	7,47785	268,40	0	0	0
22-Feb-16 22:00	2,8763114	3,709799	0	16,742937	2,26299	272,30	0	0	0
22-Feb-16 23:00	1,8763288	3,34348	0	17,08518	2,04813	242,70	0	0	0
23-Feb-16 00:00	4,77531	1,977161	0	17,427423	2,83327	284,40	0	0	0
23-Feb-16 01:00	4,203987	4,610842	0	17,769666	3,61841	295,30	0	0	0
23-Feb-16 02:00	3,981105	0,244523	0	18,111909	1,40355	186	0	0	0
23-Feb-16 03:00	3,841098	0,878204	0	18,454152	3,18869	179,10	0	0	0
23-Feb-16 04:00	3,351643	2,511885	0	18,796395	3,97383	201,40	0	0	0
23-Feb-16 05:00	3,026431	5,145566	0	19,138638	3,75897	183,80	0	0	0
23-Feb-16 06:00	3,04587	1,779247	0	19,480881	4,54411	176,20	0	0	0
23-Feb-16 07:00	3,065512	0,412928	0	19,823124	5,32925	228,60	0	0	0
23-Feb-16 08:00	4,504083	3,046609	0	20,165367	3,11439	218,60	0	0	0
23-Feb-16 09:00	5,511965	5,68029	0	20,50761	6,89953	292,10	0	0	0
23-Feb-16 10:00	5,128711	2,313971	0	20,849853	3,68467	280,60	0	0	0
23-Feb-16 11:00	4,058693	0,947652	0	21,192096	5,46981	301	0	0	0
23-Feb-16 12:00	4,53140	3,581333	0	21,534339	5,25495	286,40	0	0	0
23-Feb-16 13:00	6,972301	3,215014	0	21,876582	4,04009	307,10	0	0	0
23-Feb-16 14:00	4,076430	3,848695	0	13,218825	4,82523	286,10	0	0	0
23-Feb-16 15:00	2,543754	1,482376	0	19,561068	4,61037	297,60	0	0	0

Lanjutan Lampiran 2

23-Feb-16 16:00	2,91366	5,116057	0	15,903311	2,39551	309,10	0	0	0
23-Feb-16 17:00	1,4369	2,749738	0	12,245554	4,18065	320,60	0	0	0
23-Feb-16 18:00	1,6654	4,383419	0	18,587797	4,96579	332,10	0	0	0
23-Feb-16 19:00	1,3541	2,0171	0	14,93004	4,75093	343,60	0	0	0
23-Feb-16 20:00	7,014350	0,650781	0	11,272283	5,53607	355,10	0	0	0
23-Feb-16 21:00	7,455310	0,284462	0	17,614526	2,32121	366,60	0	0	0
23-Feb-16 22:00	4,326900	0,918143	0	9,956769	2,10635	378,10	0	0	0
23-Feb-16 23:00	3,541009	0,551824	0	9,299012	6,89149	348,80	0	0	0
24-Feb-16 00:00	5,943100	0,185505	0	8,641255	6,67663	12,11	0	0	0
24-Feb-16 01:00	0,985410	0,819186	0	7,983498	6,46177	34,51	0	0	0
24-Feb-16 02:00	0,833125	0,452867	0	7,325741	5,24691	68,50	0	0	0
24-Feb-16 03:00	0,680840	5,086548	0	6,667984	1,03205	78,91	0	0	0
24-Feb-16 04:00	0,528555	5,720229	0	6,010227	1,81719	101,30	0	0	0
24-Feb-16 05:00	0,376270	1,35391	0	5,35247	2,60233	123,84	0	0	0
24-Feb-16 06:00	0,652757	1,987591	0	4,694713	5,38747	146,26	0	0	0
24-Feb-16 07:00	0,929244	1,621272	0	4,036956	5,17261	168,79	0	0	0
24-Feb-16 08:00	1,205731	1,254953	0	17,379199	4,95775	191,41	0	0	0
24-Feb-16 09:00	1,482218	1,888634	0	13,721442	3,74289	213,92	0	0	0
24-Feb-16 10:00	1,758705	1,522315	0	11,063685	6,52803	236,57	0	0	0
24-Feb-16 11:00	2,035192	1,155996	0	11,405928	2,31317	258,76	0	0	0
24-Feb-16 12:00	2,311679	1,789677	0	11,748171	7,09831	281,41	0	0	0
24-Feb-16 13:00	2,588166	1,423358	0	12,090414	0,88345	303,76	0	0	0
24-Feb-16 14:00	2,864653	1,057039	0	12,432657	0,66859	326,27	0	0	0
24-Feb-16 15:00	3,141140	1,69072	0	12,7749	0,45373	348,78	0	0	0
24-Feb-16 16:00	3,417627	0,324401	0	13,117143	1,23887	146,87	0	0	0
24-Feb-16 17:00	3,694114	4,958082	0	13,459386	2,02401	168,21	0	0	0
24-Feb-16 18:00	3,970601	4,591763	0	13,801629	2,80915	189,55	0	0	0
24-Feb-16 19:00	4,247088	3,225444	0	14,143872	6,59429	210,89	0	0	0
24-Feb-16 20:00	4,523575	3,859125	0	14,486115	4,37943	232,23	0	0	0
24-Feb-16 21:00	4,800062	3,492806	0	14,828358	4,16457	253,57	0	0	0
24-Feb-16 22:00	5,076549	3,126487	0	15,170601	3,94971	274,91	0	0	0
24-Feb-16 23:00	5,353036	5,760168	0	15,512844	6,73485	296,25	0	0	0
25-Feb-16 00:00	5,629523	5,393849	0	15,855087	7,51999	317,59	0	0	0
25-Feb-16 01:00	5,906010	2,02753	0	16,19733	4,30513	259,50	0	0	0
25-Feb-16 02:00	6,182497	2,661211	0	16,539573	2,09027	287,50	0	0	0
25-Feb-16 03:00	6,458984	0,294892	0	16,881816	5,87541	292,50	0	0	0
25-Feb-16 04:00	6,735471	0,928573	0	17,224059	0,66055	295,60	0	0	0
25-Feb-16 05:00	7,011958	0,562254	0	17,566302	1,44569	297,10	0	0	0
25-Feb-16 06:00	7,096351	4,195935	0	17,908545	2,23083	297,90	0	0	0
25-Feb-16 07:00	7,180744	4,829616	0	18,250788	7,01597	289,40	0	0	0
25-Feb-16 08:00	7,265137	4,463297	0	18,593031	3,80111	259,40	0	0	0
25-Feb-16 09:00	7,349530	2,096978	0	18,935274	5,58625	156,30	0	0	0
25-Feb-16 10:00	7,433923	2,730659	0	19,277517	4,37139	176,10	0	0	0
25-Feb-16 11:00	7,518316	3,36434	0	19,61976	6,15653	195,90	0	0	0
25-Feb-16 12:00	4,35289	0,998021	0	19,962003	6,94167	215,70	0	0	0
25-Feb-16 13:00	4,359001	0,631702	0	20,304246	3,72681	235,50	0	0	0
25-Feb-16 14:00	5,230081	3,265383	0	20,646489	3,51195	255,30	0	0	0
25-Feb-16 15:00	3,0693	3,899064	0	20,988732	5,29709	275,10	0	0	0
25-Feb-16 16:00	0,908679	3,532745	0	21,330975	4,08223	294,90	0	0	0
25-Feb-16 17:00	1,83766	3,166426	0	6,673218	0,86737	314,70	0	0	0
25-Feb-16 18:00	2,766645	3,800107	0	6,015461	1,65251	334,50	0	0	0
25-Feb-16 19:00	3,695620	3,433788	0	5,357704	2,43765	354,30	0	0	0
25-Feb-16 20:00	4,624610	3,067469	0	4,699947	3,22279	180,10	0	0	0
25-Feb-16 21:00	5,5536	3,70115	0	7,04219	4,00793	155,30	0	0	0
25-Feb-16 22:00	0,839882	3,334831	0	7,384433	4,79307	145,60	0	0	0
25-Feb-16 23:00	1,579214	3,968512	0	4,726676	1,57821	135,90	0	0	0
26-Feb-16 00:00	2,318546	1,602193	0	9,068919	5,36335	126,20	0	0	0
26-Feb-16 01:00	3,057870	1,235874	0	7,411162	7,14849	116,50	0	0	0
26-Feb-16 02:00	3,797210	1,869555	0	13,753405	7,93363	106,80	0	0	0
26-Feb-16 03:00	4,536542	1,503236	0	10,095648	1,71877	97,10	0	0	0
26-Feb-16 04:00	5,275874	2,136917	0	6,437891	2,50391	87,40	0	0	0
26-Feb-16 05:00	6,015206	4,770598	0	8,780134	4,28905	77,70	0	0	0
26-Feb-16 06:00	6,754538	0,404279	0	11,122377	4,07419	68	0	0	0
26-Feb-16 07:00	7,493870	0,03796	0	13,46462	4,85933	238,10	0	0	0
26-Feb-16 08:00	4,552190	0,671641	0	15,806863	3,64447	286,90	0	0	0
26-Feb-16 09:00	2,195313	5,305322	0	18,149106	3,42961	266,10	0	0	0
26-Feb-16 10:00	2,436991	3,939003	0	20,491349	4,21475	245,30	0	0	0
26-Feb-16 11:00	1,874313	0,572684	0	20,833592	1,99989	224,50	0	0	0
26-Feb-16 12:00	4,754111	3,206365	0	7,175835	1,78503	203,70	0	0	0
26-Feb-16 13:00	3,743296	5,840046	0	9,518078	3,57017	182,90	0	0	0
26-Feb-16 14:00	2,732481	5,473727	0	15,860321	2,35531	162,10	0	0	0
26-Feb-16 15:00	1,721666	1,107408	0	15,202564	2,14045	141,30	0	0	0
26-Feb-16 16:00	0,710851	3,741089	0	14,544807	2,92559	120,50	0	0	0
26-Feb-16 17:00	7,191522	3,37477	0	13,88705	0,71073	99,70	0	0	0
26-Feb-16 18:00	3,232195	2,008451	0	13,229293	1,49587	78,90	0	0	0
26-Feb-16 19:00	3,214001	1,642132	0	12,571536	5,28101	58,10	0	0	0
26-Feb-16 20:00	3,195807	4,275813	0	11,913779	2,06615	297,40	0	0	0
26-Feb-16 21:00	3,177613	4,909494	0	11,256022	7,85129	292,80	0	0	0

Lanjutan Lampiran 2

26-Feb-16 22:00	3,159419	0,543175	0	10,598265	1,63643	207,40	0	0	0
26-Feb-16 23:00	3,141225	2,176856	0	9,940508	1,42157	199,50	0	0	0
27-Feb-16 00:00	3,123031	4,810537	0	9,282751	5,20671	191,60	0	0	0
27-Feb-16 01:00	3,104837	1,444218	0	8,624994	5,99185	183,70	0	0	0
27-Feb-16 02:00	3,086643	1,077899	0	7,967237	6,77699	175,80	0	0	0
27-Feb-16 03:00	3,068449	2,71158	0	7,30948	1,56213	167,90	0	0	0
27-Feb-16 04:00	3,050255	5,345261	0	6,651723	1,34727	160,00	0	0	0
27-Feb-16 05:00	3,0321	5,978942	0	5,993966	4,13241	152,10	0	0	0
27-Feb-16 06:00	3,013867	0,612623	0	5,336209	1,91755	144,20	0	0	0
27-Feb-16 07:00	2,995673	3,246304	0	4,678452	3,70269	136,30	0	0	0
27-Feb-16 08:00	2,977479	5,879985	0	4,020695	3,48783	128,40	0	0	0
27-Feb-16 09:00	2,959285	0,513666	0	10,362938	3,27297	120,50	0	0	0
27-Feb-16 10:00	2,941091	1,147347	0	10,705181	5,05811	112,60	0	0	0
27-Feb-16 11:00	2,9229	0,870128	0	13,047424	7,84325	104,70	0	0	0
27-Feb-16 12:00	2,9047	4,414709	0	19,389667	4,62839	253,30	0	0	0
27-Feb-16 13:00	2,886509	3,04839	0	5,73191	1,41353	60,97	0	0	0
27-Feb-16 14:00	2,868315	1,682071	0	12,074153	6,19867	70,84	0	0	0
27-Feb-16 15:00	2,850121	1,315752	0	8,416396	6,98381	246,60	0	0	0
27-Feb-16 16:00	2,831927	1,949433	0	4,758639	7,76895	258,80	0	0	0
27-Feb-16 17:00	2,813733	1,583114	0	5,100882	1,55409	271,00	0	0	0
27-Feb-16 18:00	2,795539	1,216795	0	7,443125	4,33923	283,20	0	0	0
27-Feb-16 19:00	2,777345	1,850476	0	13,785368	4,12437	295,40	0	0	0
27-Feb-16 20:00	2,759151	1,484157	0	10,127611	0,90951	307,60	0	0	0
27-Feb-16 21:00	2,740957	1,117838	0	16,469854	2,69465	319,80	0	0	0
27-Feb-16 22:00	2,722763	1,751519	0	12,812097	2,47979	332,00	0	0	0
27-Feb-16 23:00	2,704569	1,3852	0	19,15434	3,26493	344,20	0	0	0
28-Feb-16 00:00	2,686375	1,018881	0	15,496583	2,05007	87,70	0	0	0
28-Feb-16 01:00	2,668181	1,652562	0	11,838826	4,83521	103,90	0	0	0
28-Feb-16 02:00	2,649987	3,286243	0	8,181069	1,62035	120,10	0	0	0
28-Feb-16 03:00	2,631793	5,919924	0	14,523312	6,40549	136,30	0	0	0
28-Feb-16 04:00	2,613599	2,553605	0	20,865555	7,19063	152,50	0	0	0
28-Feb-16 05:00	2,595405	1,187286	0	7,207798	7,97577	168,70	0	0	0
28-Feb-16 06:00	2,577211	3,820967	0	7,550041	7,76091	184,90	0	0	0
28-Feb-16 07:00	2,559017	1,454648	0	7,892284	2,54605	201,10	0	0	0
28-Feb-16 08:00	2,540823	1,088329	0	8,234527	3,33119	217,30	0	0	0
28-Feb-16 09:00	2,522629	1,72201	0	8,57677	3,11633	233,50	0	0	0
28-Feb-16 10:00	2,504435	4,355691	0	8,919013	1,90147	249,70	0	0	0
28-Feb-16 11:00	2,486241	1,989372	0	9,261256	2,68661	265,90	0	0	0
28-Feb-16 12:00	2,468047	1,623053	0	9,603499	4,47175	282,10	0	0	0
28-Feb-16 13:00	2,449853	2,256734	0	9,945742	4,25689	298,30	0	0	0
28-Feb-16 14:00	2,431659	4,890415	0	10,287985	1,04203	314,50	0	0	0
28-Feb-16 15:00	2,413465	1,524096	0	10,630228	5,82717	330,70	0	0	0
28-Feb-16 16:00	2,395271	1,157777	0	10,972471	5,61231	252,60	0	0	0
28-Feb-16 17:00	2,377077	1,791458	0	11,314714	7,39745	292,60	0	0	0
28-Feb-16 18:00	2,358883	1,425139	0	11,656957	3,18259	196,80	0	0	0
28-Feb-16 19:00	2,340689	1,05882	0	11,9992	3,96773	169,50	0	0	0
28-Feb-16 20:00	2,322495	0,692501	0	12,341443	1,75287	142,20	0	0	0
28-Feb-16 21:00	2,304301	0,326182	0	12,683686	4,53801	114,90	0	0	0
28-Feb-16 22:00	2,286107	5,959863	0	13,025929	4,32315	87,60	0	0	0
28-Feb-16 23:00	2,267913	5,593544	0	13,368172	4,10829	60,30	0	0	0
29-Feb-16 00:00	2,249719	2,227225	0	13,710415	2,89343	190,20	0	0	0
29-Feb-16 01:00	2,231525	2,860906	0	14,052658	4,67857	216,60	0	0	0
29-Feb-16 02:00	6,853921	2,494587	0	14,394901	1,46371	243,00	0	0	0
29-Feb-16 03:00	5,321005	4,128268	0	14,737144	5,24885	269,40	0	0	0
29-Feb-16 04:00	3,788089	0,761949	0	15,079387	1,03399	295,80	0	0	0
29-Feb-16 05:00	2,255173	0,39563	0	15,42163	6,81913	322,20	0	0	0
29-Feb-16 06:00	0,722257	0,029311	0	15,763873	1,60427	348,60	0	0	0
29-Feb-16 07:00	4,8304217	0,662992	0	16,106116	4,38941	176	0	0	0
29-Feb-16 08:00	2,9733012	4,296673	0	16,448359	1,17455	169,10	0	0	0
29-Feb-16 09:00	3,0839023	4,930354	0	16,790602	3,95969	162	0	0	0
29-Feb-16 10:00	3,1945034	3,564035	0	17,132845	5,74483	223,80	0	0	0
29-Feb-16 11:00	3,3051045	2,197716	0	17,475088	5,52997	269,90	0	0	0
29-Feb-16 12:00	3,4157056	5,831397	0	17,817331	2,31511	316	0	0	0
29-Feb-16 13:00	3,5263067	0,465078	0	18,159574	2,10025	216,70	0	0	0
29-Feb-16 14:00	3,6369078	0,098759	0	18,501817	3,88539	289,19	0	0	0
29-Feb-16 15:00	3,7475089	0,73244	0	18,84406	4,67053	296,55	0	0	0
29-Feb-16 16:00	3,8581100	3,366121	0	19,186303	1,45567	283,46	0	0	0
29-Feb-16 17:00	3,9687111	5,999802	0	19,528546	1,24081	295,26	0	0	0
29-Feb-16 18:00	4,0793122	3,633483	0	19,870789	2,02595	282,95	0	0	0
29-Feb-16 19:00	4,1899133	3,267164	0	20,213032	5,81109	212,97	0	0	0
29-Feb-16 20:00	4,3005144	3,900845	0	20,555275	3,59623	309,06	0	0	0
29-Feb-16 21:00	4,4111155	1,534526	0	20,897518	3,38137	272,95	0	0	0
29-Feb-16 22:00	4,5217166	1,168207	0	21,239761	7,16651	313,06	0	0	0
29-Feb-16 23:00	4,6323177	1,801888	0	9,582004	4,95165	212,60	0	0	0

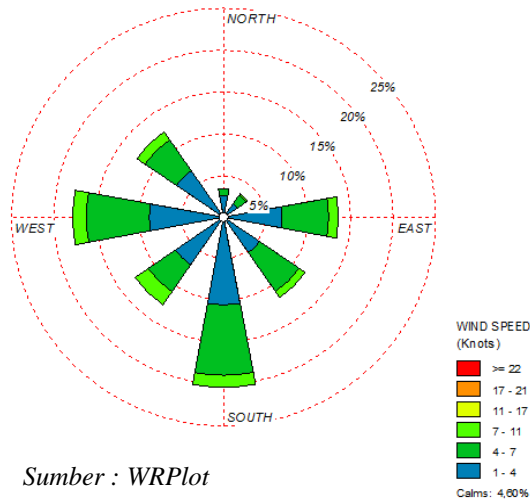
Sumber: BMKG Kolaka

Lampran 3. Fungsi d/L untuk pertambahan nilai d/L_0

$\frac{d}{L_0}$	$\frac{d}{L}$	$\frac{2\pi d}{L}$	$\tanh \frac{2\pi d}{L}$	$\sinh \frac{2\pi d}{L}$	$\cosh \frac{2\pi d}{L}$	K_s	K	$\frac{4\pi d}{L}$	$\sinh \frac{4\pi d}{L}$	$\cosh \frac{4\pi d}{L}$	n
0.0900	0.13220	0.8306	0.6808	0.9295	1.3653	0.942	0.7325	1.6612	2.5379	2.728	0.8273
0.0910	0.13308	0.8362	0.6838	0.9371	1.3705	0.941	0.7297	1.6724	2.5685	2.756	0.8256
0.0920	0.13397	0.8417	0.6867	0.9447	1.3757	0.940	0.7269	1.6835	2.5993	2.785	0.8238
0.0930	0.13485	0.8473	0.6897	0.9524	1.3809	0.939	0.7241	1.6946	2.6304	2.814	0.8221
0.0940	0.13573	0.8528	0.6925	0.9600	1.3862	0.938	0.7214	1.7057	2.6617	2.843	0.8204
0.0950	0.13661	0.8584	0.6954	0.9677	1.3916	0.937	0.7186	1.7167	2.6932	2.873	0.8187
0.0960	0.13749	0.8639	0.6982	0.9754	1.3969	0.936	0.7159	1.7277	2.7251	2.903	0.8170
0.0970	0.13836	0.8694	0.7011	0.9831	1.4023	0.935	0.7131	1.7387	2.7572	2.933	0.8153
0.0980	0.13924	0.8749	0.7038	0.9908	1.4077	0.934	0.7104	1.7497	2.7896	2.963	0.8136
0.0990	0.14011	0.8803	0.7066	0.9985	1.4132	0.934	0.7076	1.7607	2.8222	2.994	0.8119
0.1000	0.14098	0.8858	0.7093	1.0063	1.4187	0.933	0.7049	1.7716	2.8551	3.025	0.8102
0.1010	0.14185	0.8913	0.7120	1.0140	1.4242	0.932	0.7022	1.7825	2.8884	3.057	0.8086
0.1020	0.14272	0.8967	0.7147	1.0218	1.4297	0.931	0.6994	1.7934	2.9219	3.088	0.8069
0.1030	0.14358	0.9022	0.7174	1.0296	1.4353	0.930	0.6967	1.8043	2.9557	3.120	0.8052
0.1040	0.14445	0.9076	0.7200	1.0374	1.4409	0.930	0.6940	1.8152	2.9897	3.153	0.8036
0.1050	0.14531	0.9130	0.7226	1.0453	1.4466	0.929	0.6913	1.8260	3.0241	3.185	0.8019
0.1060	0.14617	0.9184	0.7252	1.0531	1.4523	0.928	0.6886	1.8369	3.0588	3.218	0.8003
0.1070	0.14704	0.9239	0.7277	1.0610	1.4580	0.928	0.6859	1.8477	3.0938	3.251	0.7986
0.1080	0.14790	0.9293	0.7302	1.0689	1.4637	0.927	0.6832	1.8585	3.1291	3.285	0.7970
0.1090	0.14875	0.9346	0.7328	1.0768	1.4695	0.926	0.6805	1.8693	3.1648	3.319	0.7953
0.1100	0.14961	0.9400	0.7352	1.0847	1.4753	0.926	0.6778	1.8801	3.2007	3.353	0.7937
0.1110	0.15047	0.9454	0.7377	1.0927	1.4812	0.925	0.6751	1.8908	3.2370	3.388	0.7921
0.1120	0.15132	0.9508	0.7401	1.1007	1.4871	0.924	0.6725	1.9016	3.2736	3.423	0.7904
0.1130	0.15218	0.9562	0.7426	1.1087	1.4930	0.924	0.6698	1.9123	3.3105	3.458	0.7888
0.1140	0.15303	0.9615	0.7450	1.1167	1.4990	0.923	0.6671	1.9230	3.3478	3.494	0.7872
0.1150	0.15388	0.9669	0.7473	1.1247	1.5050	0.923	0.6645	1.9337	3.3854	3.530	0.7856
0.1160	0.15473	0.9722	0.7497	1.1328	1.5110	0.922	0.6618	1.9444	3.4233	3.566	0.7840
0.1170	0.15558	0.9776	0.7520	1.1409	1.5171	0.922	0.6592	1.9551	3.4616	3.603	0.7824
0.1180	0.15643	0.9829	0.7543	1.1490	1.5232	0.921	0.6565	1.9658	3.5003	3.640	0.7808
0.1190	0.15728	0.9882	0.7566	1.1571	1.5294	0.921	0.6539	1.9765	3.5393	3.678	0.7792

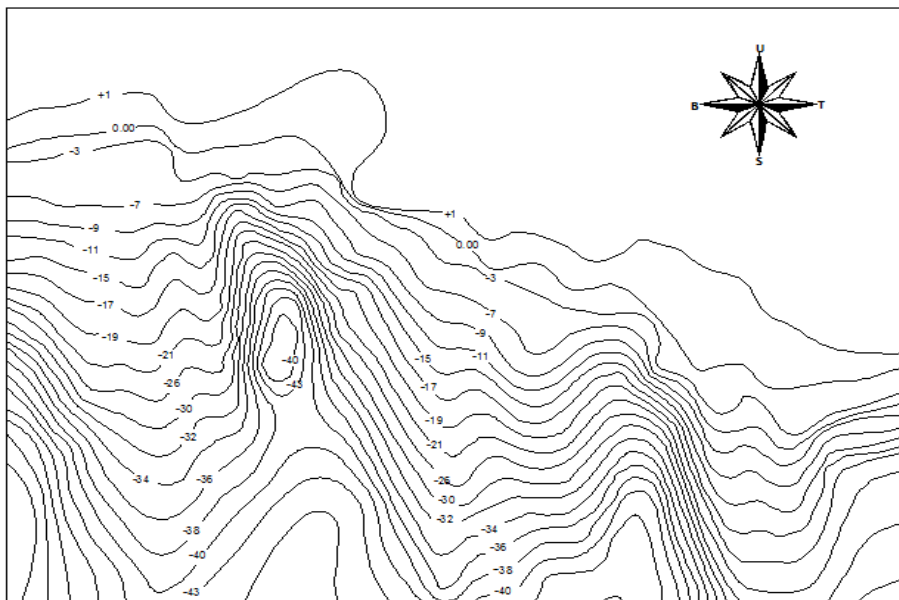
Sumber: Teknik Pantai, Bambang Triadmodjo (2011)

Lampiran 4. Gambar Mawar Angin (*windrose*)



Sumber : WRPlot

Lampiran 5. Peta Bathimetri



Sumber : Dinas Perhubungan Kolaka Utara

DOKUMENTASI



Kerusakan Bangunan Pelindung Gelombang



Pengikisan yang disebabkan karena tingginya gelombang



Hasil Kerusakan Daerah Pesisir Pantai akibat abrasi



Kerusakan Bangunan Pelindung Akibat Abrasi yang Terjadi



Bekas Kerusakan yang Disebabkan Oleh Abrasi yang Terjadi



Pengikisan yang disebabkan karena tingginya gelombang

DAFTAR PUSTAKA

- Triadmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Penerbit Beta Offset. Yogyakarta.
- Danial, M.M. 2008. *Rekayasa Pantai*. Alfabeta, Bandung, 320 hlm.
- Diposaptono, S., Budiman dan A. Firdaus. 2009. *Menyiasati Perubahan Iklim di Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. Buku Ilmiah Populer, Bogor, hlm. 50-133.
- Habibie, M. N., A. Sasmito., dan R. Kurniawan. *Kajian Potensi Energi Angin di Wilayah Sulawesi dan Maluku*. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika.*, 12(2): 181-187.
- Hidayat, N. 2005. *Kajian Hidro-Oseanografi Untuk Deteksi Proses-Proses Fisik Di Pantai*. *Jurnal SMARTek.*, 3(2): 73-85.
- Husain, S., Juswan dan Hamzah. 2011. *Analisa Perbandingan Umur Struktur Offshore Sistem EBF dan Sistem CBF Tipe Jacket*.
- Hutabarat, S. dan S.M. Evans. 1985. *Angin sebagai Pembangkit Gelombang Gelombang*.
- Anon., 2016. *Draf Laporan Akhir DED Penanganan Pantai Kendal*, Bandung: PT. Mitraplant Enviratama.
- Msiren, H. M. L., 2015. *Evaluasi Perencanaan tembok Laut Pertamina Unit Pengolahan VI Balongan Indramayu*, Tesis, Yogyakarta: UGM.
- Utomo, B. B. & Wibowo, D. P., 2008. *Perencanaan Bangunan Pelindung Pantai Tambak Mulyo*, Semarang: UNDIP.
- Yuwono, N., 1982. *Teknik Pantai Volume 1*, Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS.
- Yuwono, N., 2007. *Materi Kuliah Teknik Pantai*, Yogyakarta:s.n.
- SPM. 1984. *Pedoman Umum Pekerjaan Bangunan Laut*. Bandung.