



Bangunan Pengambilan Air Laut (*Sea Water Intake*) Berbasis Struktur Revetment dan Groins

Putera Agung Maha Agung¹, Dandung Novianto²

¹Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta

²Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

¹email: putera.agungmagung@sipil.pnj.ac.id*, ²email: dandung.novianto@polinema.ac.id

Abstract

An open sea water intake structure is designed without desalination treatment system at the port area. Fresh water from intake system later on is used for refrigeration system. Function of intake structure is to collect water with special characteristic issue to minimize the volume of sand sediment entered in the intake pipe. Floating and suspended sediment particles passed by the pipe filter causes negative impact and damage to the pump and or heat exchanger systems in Power Plant, so it must be cleaned periodically and requires extra costs. New design of sea water intake at study area uses revetment and groin system to retained the floating and suspended sand sediment, the structure system is able to be expected retaining all sediment particle types and cost maintenance of intake system can be reduced.

Keywords: Intake structure, intake system, revetment, groin.

Abstrak

Struktur pengambilan air laut terbuka bebas didesain dengan menggunakan sistem anti penggaraman di lokasi pelabuhan. Air laut nantinya digunakan sebagai sistem pendingin. Fungsi struktur pengambilan adalah mengumpulkan air laut dengan karakteristik khusus untuk meminimalkan sedimen pasir yang masuk ke dalam pipa pengambilan. Partikel sedimen melayang dan mengendap yang lolos pada saringan pipa mengakibatkan dampak negatif dan kerusakan pompa hisap dan atau sistem pendingin pembangkit listrik, sehingga secara periodik dan memerlukan biaya tinggi guna proses pembersihannya. Design terbaru dari bangunan pengambilan air laut ini menggunakan sistem revetment dan groins untuk menahan sedimen melayang dan mengendap, dengan demikian sistem struktur mampu menahan semua tipe partikel sedimen dan biaya perawatan sistem pengambilan dapat dikurangi.

Kata kunci: struktur pengambilan, sistem pengambilan, revetment, groin.

Diterima Redaksi : 07-06-2020 | Selesai Revisi : 30-07-2020 | Diterbitkan Online : 03-08-2020

1. Pendahuluan

Sistem pengambilan air baku (*water intake*) merupakan suatu sistem pengambilan air baku, yang bersumber dari air permukaan (air laut langsung) tanpa melalui sumur resapan. Tingkat keberhasilan dari pelaksanaan kegiatan penyediaan sarana air laut sangat ditentukan oleh output yang dihasilkan serta capaian hasil yang digambarkan melalui tingkat pemanfaatan. Pemanfaatan yang optimal akan ditentukan oleh efektivitas sistem pengambilan yang dipilih. Selain itu informasi permasalahan yang dihadapi di dalam mengelola dan atau memanfaatkan sebagai sarana air baku yang digunakan di dalam sistem pendingin pembangkit listrik (*power plant*) menjadi penting.

Studi ini diharapkan mampu memberikan saran dan bahan pertimbangan terhadap permasalahan sistem

water intake dan stasiun pompa. Studi ini terdiri dari aspek geoteknik dan geohidrolik dalam rangka menentukan sistem dan model demi mengurangi sedimen pasir pada sistem pompa isap (*suction pump*) eksisting di lokasi stasiun pemompaan yang telah dilakukan melalui pengamatan visual dan rencana investigasi dengan data – data pendukung yang ada, serta menentukan model water intake yang akan dilaksanakan, sehingga diperoleh suatu perencanaan teknis yang akurat.

2. Metode Penelitian

2.1. Bagan alir metodologi secara umum

Secara garis besar, kegiatan-kegiatan diatas dapat dikelompokkan dalam 3 (tiga) fase, yaitu:

a. Fase Pertama meliputi:

- Tahap persiapan
- Tahap pengumpulan data sekunder
- Tahap survey pendahuluan
- Tahap rapat pemilihan opsi pendahuluan

b. Fase ke dua meliputi:

- Tahap Pengumpulan Data Primer / Survey Teknis

c. Fase ke tiga meliputi:

- Tahap analisis data survey dan perencanaan teknis penanganan sistem water intake dan atau termasuk sistem pemompaan (suction pump).
- Tahap penyusunan dokumen teknis.

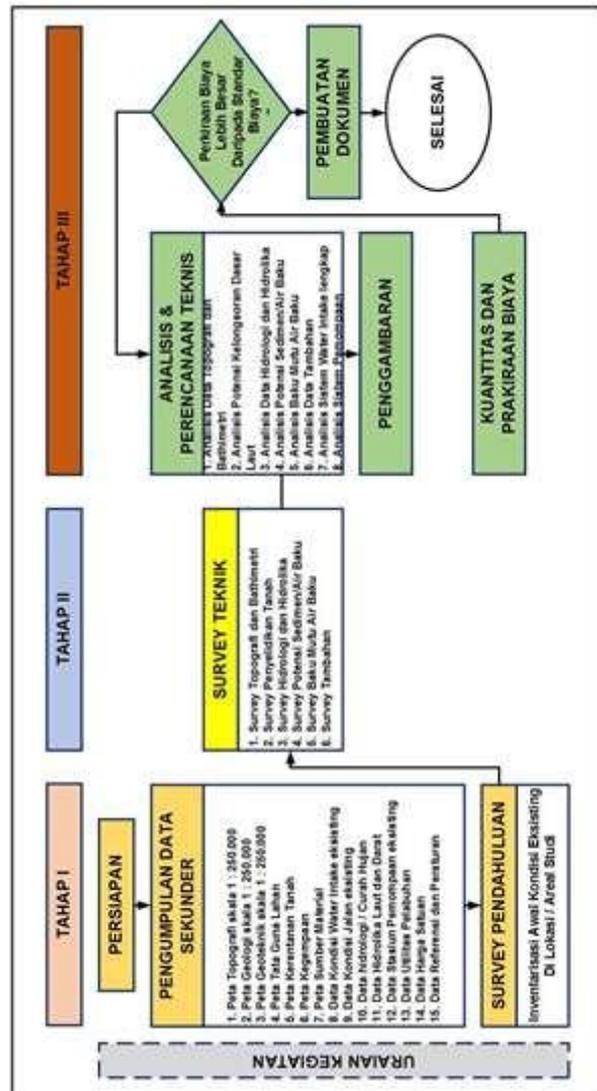
Rangkaian rencana kerja pelaksanaan terlihat pada Gambar 1. Daerah studi adalah Kecamatan Lhoknga, Daerah Istimewa Aceh Sebagaimana telah diketahui, bahwa satu di antara kecamatan yang mengalami kerusakan paling parah adalah Lhoknga. Luas areal yang terkena dampak tsunami kecamatan tersebut diperkirakan lebih 1.300 hektar dan 60% dari wilayah tersebut merupakan lahan pertanian yang produktif (Bappenas, 2005).

Masalah utama yang berhubungan dengan kualitas lahan yang terkena dampak tsunami adalah meningkatnya salinitas tanah, ketebalan sedimen, menurunnya kualitas air, dan buruknya sistem sanitasi lingkungan. Akibat gelombang tsunami yang menimpa Provinsi Aceh, banyak lahan pertanian di wilayah pesisir pantai mengalami kerusakan akibat terjadinya akumulasi sampah dan sedimen serta bahan-bahan pencemar lainnya seperti sampah-sampah rumah tangga, logam berat, dan senyawa beracun lainnya yang terbawa lewat lumpur tsunami. Sebaran sedimen bervariasi antara satu tempat dengan tempat yang lain. Ketebalan sedimen dan masalah salinitas tanah dan air dapat mempengaruhi upaya melindungi sistem water intake yang digunakan sebagai sumber air baku untuk Power Plant PT. Solusi Bangun Andalas (PT. SBA). Studi ini menitikberatkan pada pengkajian rekonstruksi sistem water intake PT. SBA di Kecamatan Lhoknga, Kabupaten Aceh Besar.

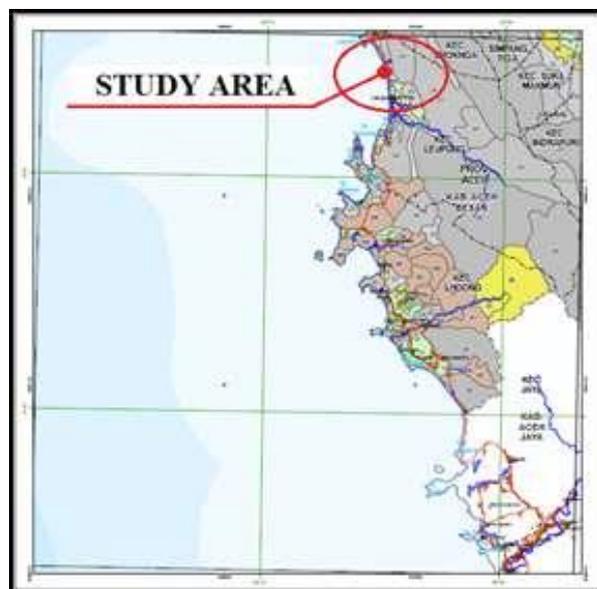
2.2. Survey pendahuluan

Survey pendahuluan dilaksanakan untuk lebih mendekati permasalahan yang dihadapi adalah mencakup beberapa tahap kegiatan, yang antara lain:

- Melakukan pengamatan visual (lokasi, ciri, jenis, penyebab terjadinya sedimen pasir), yang dinventarisir dalam standar formulir yang telah disiapkan dan ditentukan.
- Menentukan penyelidikan geomorfologi pantai; oceanografi dan lapisan tanah pantai secara visual yang diperlukan dengan arahan kebutuhan instrument penyelidikan dan atau relevansi penggunaannya

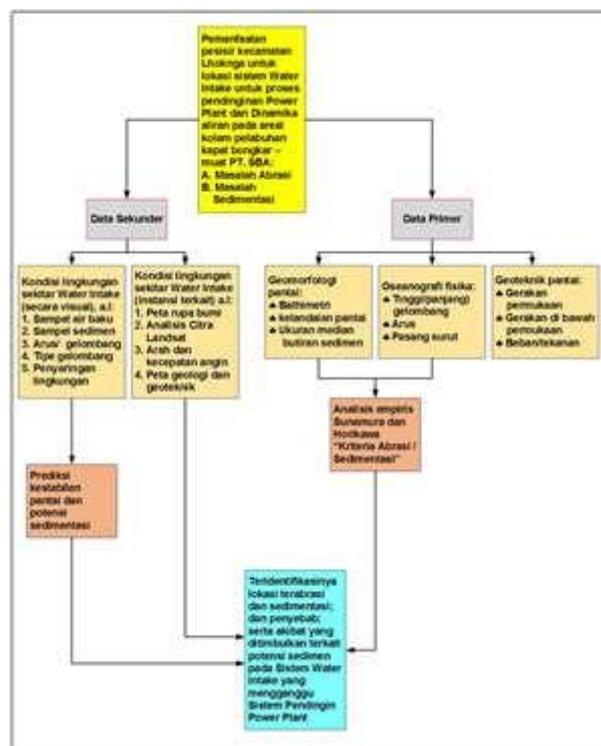


Gambar 1. Bagan alir metodologi



Gambar 2. Lokasi studi di Lhoknga, Kabupaten Aceh Besar

terhadap adanya abrasi dan sedimen pasir pada lokasi sistem water intake eksisting yang mengakibatkan terganggunya proses pendinginan pada power plant. Bagan alir survey ini mengacu Gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Survey pendahuluan (metode visual dan dokumentasi) yang telah selesai dilaksanakan, dimana menunjukkan adanya potensi abrasi dan sedimentasi yang masif

2.2. Survey rinci (*detail engineering design*)

2.2.1. Survey perairan dan kolam pelabuhan

Survei adalah kegiatan terpenting dalam menghasilkan informasi hidrografi, seperti penentuan posisi laut dan penggunaan sistem referensi, pengukuran kedalaman, pengukuran arus, pengukuran sedimen, pengamatan pasang, pengukuran detail situasi dan garis pantai [4]. Data-data yang diperoleh dari aktivitas-aktivitas tersebut diatas dapat disajikan sebagai informasi dalam bentuk peta dan non-peta serta disusun dalam bentuk basis data kelautan. Hidrografi analisis adalah berhubungan dengan sifat dan pengukuran badan air, misalnya: kedalaman; arus (Totell and Awosika, 1996).

Survey detail / lapangan berdasarkan [12], meliputi; tahap persiapan, pengambilan data primer dan validasi data sekunder, analisis dan pengolahan data, serta penyusunan laporan akhir. Survey detail / lapangan ini berlokasi di sepanjang pantai kecamatan Lhoknga, khususnya zona PT. SBA, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Daerah Istimewa Aceh. Alat yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian ini adalah : Perahu, GPS Garmin -12, kompas geologi, tiang skala, stop watch, grab sampler, layang-layang arus, fish finder-garmin

250 DX, kantong sampel, sieve net, timbangan elektrik, busur derajat, kamera foto, alat tulis menulis, seperangkat komputer dengan software ; MS Excel, MS Word, Arc.View GIS 3.2. Surfer 7.0. Adapun bahan yang digunakan antara lain : air laut, sampel sedimen, kertas grafik semilog, peta rupa bumi indonesia (rbi) lembar 2110-44 (Sinjai tahun 1991 dan hasil analisis citra landsat-7 tm tahun 2002), data arah dan kecepatan angin 6 tahun (1998-2003) dari unit badan meteorologi dan geofisika (BMG) Kota Jantho yang merupakan ibukota Kabupaten Aceh Besar. Data perairan ini selanjutnya digunakan untuk perencanaan rekonstruksi sistem water intake perusahaan.

2.2.2. Tahap studi literatur

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah studi pustaka, observasi awal untuk mengetahui kondisi lapangan, pengumpulan data-data sekunder dan persiapan instrumen penelitian.

2.2.3. Tahap penentuan stasiun pengamatan.

Stasiun pengamatan ditentukan dengan mempertimbangkan keterwakilan wilayah studi berdasarkan hasil survey awal. Dengan panjang pantai ± 8 km ditentukan 14 lokasi pengamatan dengan jarak antar stasiun $\pm 0,5$ km. Pada masing-masing stasiun dilakukan pengukuran tinggi, periode dan arah gelombang. Arah dan kecepatan arus serta pengambilan sampel sedimen dasar perairan. Pengumpulan data sekunder. Pengumpulan data sekunder berupa peta rupa bumi lembar Lhoknga dan dan citra Landsat-7 ETM untuk memperoleh informasi bentang alam dan pemanfaatan lahan sehingga diperoleh peta dasar lokasi dan nilai Fetch length. Arah dan kecepatan angin dari BMG stasiun Kota Jantho untuk prediksi ombak, serta informasi mengenai dinamika pantai dan pesisir Kecamatan Lhoknga dari Pemerintah Daerah Aceh Besar dan masyarakat yang bertempat tinggal di wilayah ini.

2.3. Tahap pengambilan data lapangan.

Pengambilan data meliputi pengukuran gelombang, pasang surut, arus, kedalaman, dan pengambilan sampel sedimen dasar.

2.3.1. Pengukuran gelombang

Pengukuran tinggi, periode dan arah gelombang dilakukan dengan menggunakan tiang skala, stopwatch, kompas dan alat tulis menulis. Pengukuran tinggi gelombang dilakukan dengan cara membaca pergerakan naik (puncak) dan turun (lembah) permukaan air laut pada tiang berskala yang ditancapkan di mintakat sebelum gelombang pecah sebanyak 51 pengulangan. Dari perbedaan pembacaan puncak dan lembah gelombang yang terukur, maka serangkaian tinggi gelombang dapat dihitung. Pengukuran perioda gelombang dilakukan dengan menggunakan stopwatch dengan cara menghitung banyaknya waktu yang diperlukan pada posisi puncak

dan lembah gelombang bagi sejumlah gelombang datang. Arah datang gelombang ditentukan dengan membidik gelombang yang datang secara tegak lurus 2.

2.3.2. Pengukuran pasang surut

Pengambilan data pasang surut di lakukan untuk memperoleh data perubahan elevasi muka air dengan menempatkan rambu pasut pada tempat yang aman, mudah dibaca dan tidak bergerak-gerak akibat arus atau gelombang. Pemasangan nol rambu terletak di bawah permukaan laut pada saat air rendah saat surut besar dan bacaan skala masih terbaca pada saat terjadi air tinggi saat pasang besar, Pada penelitian ini tiang skala di tempatkan di daerah Passahakue, penempatan ini ditentukan dengan mempertimbangkan informasi

dari penduduk setempat. Pengamatan dilakukan dengan pembacaan secara langsung ketinggian air pada tiang skala dan dicatat secara kontinyu setiap 1 jam selama 15 hari (piantan).

2.3.3. Pengukuran arus

Pengukuran arus dilakukan dengan menggunakan layang-layang arus, dengan bahan dasar seng dan bola pelampung yang diikatan pada tali sepanjang lima meter. Pengamatan dilakukan dengan melepas layang-layang arus hingga jarak yang telah ditentukan dan mengukur selang waktu yang dibutuhkan hingga mencapai jarak yang telah ditentukan tersebut. Pengukuran arah pergerakan arus dilakukan dengan membidik searah penjalaran arus dengan menggunakan kompas. Sebagai data pendukung, pengukuran arus dilakukan pula pada daerah di luar titik stasiun. Pengamatan dilakukan menggunakan currentmeter pada kedalaman 3 hingga 10 meter sesuai dengan kebutuhan, selama minimal 15 hari dan mencakup saat pasang bulan purnama pada interval waktu minimal 1 jam, dengan ketelitian 0,1 knot dan 10°.

2.3.4. Pengukuran kedalaman

Untuk pengambilan data kedalaman dilakukan pemeruman dengan alat transportasi menggunakan perahu dengan metode zig-zag. Pengukuran kedalaman perairan menggunakan fish finder, posisi ditentukan dengan GPS. Kedalaman dicatat adalah angka *display* setelah dikurangi dengan kedalaman sensor. Waktu pengambilan data senantiasa dicatat.

2.3.5. Pengambilan sampel sedimen dasar

Pengambilan sampel sedimen dilakukan menggunakan grab sampler yang dilakukan pada setiap stasiun pengamatan yang selanjutnya dimasukkan ke dalam kantong sampel analisis di laboratorium menurut Skala Wentworth (Tabel 1) dengan menggunakan kompas.

2.4 Pengolahan data

Seluruh data (primer dan sekunder) yang diperoleh diorganisasi dan diolah berdasarkan metode analisis yang telah ditetapkan, untuk selanjutnya akan dibuat sebagai bahan analisis selanjutnya [5].

Tabel 1. Skala Wenworth

Nilai Diameter (ϕ)	Diameter partikel (mm)	Kelas Wentworth	Nama Batuan
-6	64	Berangkal	Konglomerat
-2	4	Kerakal	
-1	2	Butiran	Batuan Butiran
0	1	Sangat Kasar	Batu pasir
1	0.5	Kasar	
2	0.25	Menengah	
3	0.125	Halus	
4	0.0625	Sangat Halus	Batu lanau
8	0.0039	Lantau	
		Lempung	Batu lempung

2.4.1. Tinggi, periode dan panjang gelombang

Data yang diperoleh di lapangan digunakan untuk menghitung tinggi gelombang rata-rata, tinggi gelombang signifikan, periode rata-rata dan panjang gelombang, yaitu:

Tinggi gelombang signifikan:

$$H_s = \frac{3}{N} \sum_{i=1}^{N/3} H_i \quad (1)$$

Periode gelombang :

$$L = 1,56 \cdot T^2 \quad (2)$$

Panjang gelombang :

$$T = \frac{L}{U} \quad (3)$$

Keterangan :

H_s : Tinggi gelombang Signifikan (m)

T : Periode Gelombang (det)

L : Panjang gelombang (m)

T : Lama pengamatan serangkaian gelombang (det)

N : Jumlah pengamatan gelombang

Peramalan gelombang dilakukan dengan menggunakan metode Wilson seperti berikut:

Tinggi gelombang signifikan (H 1/3):

$$\frac{g H_s}{U^2} = 0,3 \left[1 - \left\{ 1 + 0,004 \left(\frac{g F}{U^2} \right)^{1/2} \right\}^{-2} \right] \quad (4)$$

Periode gelombang signifikan (T 1/3) :

$$\frac{g T_s}{2 \pi u} = 1,37 \left[1 - \left\{ 1 + 0,008 \left(\frac{g F}{U^2} \right)^{1/3} \right\}^{-5} \right] \quad (5)$$

Keterangan :

H_s = Tinggi gelombang signifikan (m)

T_s = Periode gelombang signifikan (det)

U = Faktor tegangan angin (m/det)

F = Fetch efektif (m)
 g = Gravitasi bumi (m/det²) = 9,8 m/det²
 $\pi = 3.14$

Panjang fetch (fetch length) (FL):

$$FL = \frac{\sum X_i \cdot \cos \theta_i}{\sum \cos \theta_i} \quad (6)$$

Keterangan :

X_i = Jarak sebenarnya

θ_i = Sudut yang dibentuk objek terhadap sumbu utara

2.4.2. Pasang surut

Pasang surut laut (*ocean tide*) adalah fenomena naik dan turunnya permukaan air laut secara periodik yang disebabkan oleh pengaruh gravitasi benda-benda langit terutama bulan dan matahari. Pengaruh gravitasi benda-benda langit terhadap bumi tidak hanya menyebabkan pasang laut, tetapi juga mengakibatkan perubahan bentuk bumi (*bodily tides*) dan atmosfer (*atmospheric tides*). Istilah pasang surut yang merupakan gerak naik dan turun muka laut dengan periode rata-rata sekitar 12.4 jam atau 24.8 jam. Fenomena lain yang berhubungan dengan pasang surut adalah arus pasang, yaitu gerak badan air menuju dan meninggalkan pantai saat air pasang dan surut [16]. Waktu pengambilan data saat studi adalah 29 hari dengan interval pengamatan maksimal selama 30 menit.

Fenomena periodik pasang surut dapat diprediksi menggunakan teori keseimbangan yang dikembangkan oleh Newton. Menurut Newton, gaya tarik menarik yang bekerja antara dua benda berbanding langsung dengan perkalian massa kedua benda dan berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya. Maka gaya tarik oleh bulan dan matahari yang bekerja pada tempat yang berbeda letaknya di bumi akan berbeda pula pengaruhnya. Faktor inilah yang menjadi sebab timbulnya pasang surut. Fenomena pembangkitan pasang surut menyebabkan perbedaan tinggi permukaan air laut pada kondisi kedudukan-kedudukan tertentu dari bumi, bulan dan matahari. Saat spring, yaitu saat kedudukan matahari segaris dengan sumbu bumi-bulan, maka terjadi pasang maksimum pada titik di permukaan bumi yang berada di sumbu kedudukan relatif bumi, bulan dan matahari. Saat tersebut terjadi ketika bulan baru dan bulan purnama. Fenomena pasang surut pada kedudukan demikian disebut dengan *spring tide* atau pasang perbani.

Saat neap, yaitu saat kedudukan matahari tegak lurus dengan sumbu bumi-bulan, terjadi pasang minimum pada titik di permukaan bumi yang tegak lurus sumbu bumi-bulan. Saat tersebut terjadi di perempat bulan awal dan perempat bulan akhir. Fenomena pasang surut pada kedudukan demikian disebut dengan *neap tide* atau pasang mati. Selain itu, tunggang pasang surut juga harus diukur

(jarak vertikal kedudukan permukaan air tertinggi dan terendah) saat spring lebih besar dibanding saat neap.

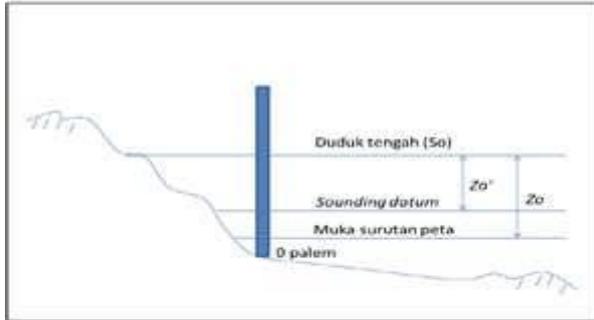
Tujuan dari pengamatan pasang surut adalah untuk mencatat gerakan vertikal permukaan air laut secara periodik untuk menentukan referensi kedalaman seperti muka rata-rata air laut (MSL) atau muka surutan (*chart datum*). Data pasang surut yang diamati juga digunakan sebagai koreksi hasil pengukuran kedalaman pada peta bathimetri. Pengukuran pasang – surut ini untuk menentukan elevasi ketinggian pipa pada Water Intake, dimana ketinggian muka air laut tetap mampu melayani debit (*discharge*) yang dibutuhkan. Untuk keperluan pemetaan bathimetri yang menyangkut suatu wilayah yang cukup luas, penentuan *chart datum* tidaklah cukup hanya didasarkan pada suatu stasiun pengamatan pasang surut saja. Hal tersebut terkait dengan sifat pasang surut di suatu perairan tidak akan sama dengan sifat pasang surut di tempat lain. Sehingga *chart datum* di suatu tempat tidak dapat diterapkan untuk tempat lain yang jaraknya cukup jauh.

Data pasang surut (*pasut*) adalah data hasil pasang surut (*pasut*) yang diolah dan divalidasi dengan menggunakan Metode Admiralty [8] untuk mendapatkan nilai konstanta harmonik pasang surutnya (S_0 , AK1, AS2, AM2, AO1, N2, M4, dan MS4). Komponen harmonik pasang surut ini dipakai untuk penentuan MSL, Tipe pasang Surut, Tunggang air pasang surut terdiri atas:

MSL. Nilai MSL diperoleh dari hasil nilai konstanta S_0 melalui perhitungan Metode Admiralty. Untuk mendapatkan nilai pasang surut yang valid, dilakukan pengamatan pasang surut pada umumnya 15-29 hari dimana pada selang waktu tersebut mencakup hari dimana survei tersebut dilakukan. Secara umum nilai *chart datum* ditentukan dengan persamaan berikut:

$$CD = MSL - \text{Konstanta utama} \quad (7)$$

MSL adalah permukaan yang didefinisikan sebagai hasil rata-rata tinggi permukaan laut setiap saat. Sedangkan muka surutan peta atau *chart datum* adalah suatu bidang permukaan pada suatu daerah perairan yang didefinisikan terletak di bawah permukaan air laut terendah yang mungkin terjadi di daerah yang bersangkutan, atau dengan kata lain permukaan air laut tidak pernah menyentuh muka surutan peta. *Chart datum* ditentukan setelah mengetahui data-data yang diamati pada saat pengamatan pasang surut muka air laut. Muka surutan harus ditetapkan sedemikian rupa agar air rendah yang mungkin terjadi tidak lebih rendah dari muka surutannya. Sedangkan menurut de Jong dkk, *sounding datum* adalah datum yang dipilih selama survei berlangsung dengan menggunakan rata-rata nilai air terendah atau diambil menggunakan nilai terendah seketika itu juga. Hal ini dipilih sewenang-wenang agar dapat memfasilitasi saat survei pemeruman, dan mungkin atau tidak mungkin tetap dianggap sebagai *chart datum* (Gambar 4).



Gambar 4. Kedudukan muka surutan peta dan sounding datum [11]

Muka surutan peta sering disebut sebagai bidang nol pada peta bathimetri, sedangkan sounding datum merupakan surutan peta terendah selama dilakukan pekerjaan sounding (pemeruman)[11]. Kedudukan muka surutan peta ditunjukkan oleh jarak surutan peta (Z_0) yang dihitung dari duduk tengah (S_0) sampai bidang tertentu. Untuk pekerjaan yang sifatnya teknis, dimana pada daerah yang dilakukan survei belum diketahui muka surutan peta, maka sebagai pengganti muka surutan peta digunakan sounding datum. Datum yang telah diperoleh merupakan acuan pengukuran ketinggian pipa pada Water Intake.

- Tipe pasang surut. Penentuan tipe pasut diperoleh dengan menggunakan bilangan Formzhal.
- Tunggang air pasut. Jika tipe pasang surut Semidiurnal maka untuk mencari tunggang air digunakan formula [8]:

$$\text{HAT} = \text{LAT} + 2(\text{AK1} + \text{AO1} + \text{AS2} + \text{AM2}) \quad (8)$$

$$\text{MHHWS} = \text{LAT} + 2(\text{AS2} + \text{AM2}) + \text{AK1} + \text{AO1} \quad (9)$$

$$\text{MHHWN} = \text{LAT} + 2\text{AM2} + \text{AK1} + \text{AO1} \quad (10)$$

$$\text{MSL} = S_0 \quad (11)$$

$$\text{MLLWN} = \text{LAT} + 2\text{AS2} + \text{AK1} + \text{AO1} \quad (12)$$

$$\text{MLLWS} = \text{LAT} + \text{AK1} + \text{AO1} \quad (13)$$

$$\text{LAT} = \text{MSL} - \text{AK1} - \text{AO1} - \text{AS2} - \text{AM2} \quad (14)$$

Tipe pasang surut Diurnal, maka untuk mencari tunggang air digunakan:

$$\text{HAT} = \text{LAT} + 2(\text{AK1} + \text{AO1} + \text{AS2} + \text{AM2}) \quad (15)$$

$$\text{MHHWS} = \text{LAT} + 2(\text{AK1} + \text{AO1}) + \text{AS2} + \text{AM2} \quad (16)$$

$$\text{MHHWN} = \text{LAT} + 2\text{AK1} + \text{AS2} + \text{AM2} \quad (17)$$

$$\text{MSL} = S_0 \quad (18)$$

$$\text{MLLWN} = \text{LAT} + 2\text{AO1} + \text{AS2} + \text{AM2} \quad (19)$$

$$\text{MLLWS} = \text{LAT} + \text{AS2} + \text{AM2} \quad (20)$$

$$\text{LAT} = \text{MSL} - \text{AK1} - \text{AO1} - \text{AS2} - \text{AM2} \quad (21)$$

Data pasut digunakan untuk menentukan ketinggian pipa water intake terhadap dasar laut (seabed), selain kemampuan daya hisap (*suction*) pompa yang terletak di stasiun/rumah pompa. Dengan demikian, debit (*discharge*) yang dibutuhkan untuk sistem pendingin pada power plant tetap tercukupi dan tetap stabil.

Keterangan :

HAT = Air tinggi tertinggi

MHHWS = Air tinggi rata-rata pasang purnama

MHHWN = Air tinggi rata-rata pasang perbani

MSL = Rata-rata tinggi muka air laut

MLLWN = Air rendah rata-rata surut pasang perbani

MLLWS = Air rendah rata-rata surut pasang purnama

LAT = Air rendah terendah

2.4.3. Arus laut

Kecepatan arus laut diukur menggunakan persamaan:

$$v = \frac{S}{t} \quad (21)$$

Keterangan:

V = Kecepatan arus (m/det)

S = Jarak / panjang tali (m)

t = Waktu tempuh (det)

Dari hasil pengukuran arah dan kecepatan arus kemudian dituangkan dalam peta arus pasang dan surut pada daerah tersebut dengan memplot di peta sesuai dengan posisi, arah dan kecepatan dari hasil pengukuran. Arus laut digunakan untuk menentukan arah pergerakan aliran akibat arus laut yang membawa sedimen yang melayang dan mengendap di sekitar pipa inlet Water Intake. Prediksi arus susur pantai diperoleh dengan menggunakan persamaan Longuet-Higgins seperti berikut:

$$v_b = \frac{5\pi s \gamma}{16C_f} (g \cdot hb)^{1/2} \sin \alpha_b \quad (23)$$

Keterangan :

hb = Kedalaman ombak pecah =

Vb = Prediksi arus susur pantai

γ = 0,78

C_f = Koefisien gesekan

$$C_f = \left[1,74 + 2 \log \left(\frac{hb}{k} \right) \right]^2 \quad (24)$$

α_b = Sudut datang ombak saat pecah

k = 10^{-3} m,

s = Kelandaian pantai ($\tan \theta$)

2.4.4. Kedalaman perairan

$$\Delta d = d_t - (h_t - \text{MSL}) \quad (25)$$

Keterangan :

Δd = Kedalaman suatu titik pada dasar perairan

d_t = Kedalaman suatu titik pada dasar laut pada pukul t

h_t = Ketinggian permukaan air pasut pada pukul t

MSL = Duduk tengah muka air (*mean sea level*)

Data kedalaman yang diperoleh selanjutnya dikoreksi dengan muka rata-rata air laut dari hasil analisis pasang surut menggunakan formula di atas, posisi dan data kedalaman perairan terkoreksi kemudian digambarkan ke dalam bentuk kontur yang menghubungkan titik-titik pada kedalaman yang sama (*iso depth*) dengan menggunakan bantuan program Software Surfer 7.0 dan Arc View Gis 32, untuk menampilkannya.

2.4.5. Kelandaian pantai

Kelandaian pantai ditentukan dengan membandingkan kedalaman perairan dengan jarak kedalaman tersebut dari garis pantai. Kelandaian pantai diperhitungkan

juga untuk menentukan ketinggian pipa inlet pada water intake.

Data diperoleh dari gambar kontur kedalaman. Rumus yang digunakan adalah:

$$\tan \beta = \frac{y}{x} \quad (26)$$

Keterangan :

Tan β = Kelandaian pantai

y = Kedalaman perairan (m)

x = Jarak kedalaman dari garis pantai (m)

Persentase kelerengan pantai, diperoleh dengan formula:

$$\text{Kelerengan (\%)} = \text{ArcTg } \frac{\beta}{45} \cdot 100\% \quad (27)$$

2.4.6. Ukuran butir sedimen

Menentukan persentase partikel pasir, lanau dan lempung dengan menggunakan standar skala wentworth kemudian dikumulatifkan dan diplot ke dalam grafik semilog, sehingga diperoleh besar ukuran butir sedimen pada kuartir 25% (Q_1), kuartir 50% (Q_2) atau median dan Kuartir 75% (Q_3). Kelas tekstur sedimen ditentukan dengan menggunakan segitiga Sephard. Nilai sortasi (S_o) ditentukan dengan rumus:

$$S_o = \left(\frac{Q_3}{Q_1} \right)^{1/2} \quad (28)$$

Keterangan :

S_o = Nilai sortasi

Q_1 = Kwartir pertama

Q_3 = Kwartir Ketiga

2.4.7. Penentuan Abrasi – Sedimentasi Pantai

Data parameter yang didapatkan dari data hasil pengukuran, selanjutnya dilakukan perhitungan faktor penentu abrasi dan sedimentasi pantai. Abrasi dan sedimentasi merupakan faktor penting terhadap jumlah sedimen (baik yang melayang maupun yang mengendap) yang masuk melalui pipa inlet pada water intake. Faktor tersebut diukur dengan rumus yang dikembangkan oleh Sunamura dan Horikawa [7].

$$C_s = \frac{H_s/L}{(\tan \beta)^{-0.27} (d/L)^{0.67}} \quad (29)$$

Keterangan :

C_s = Faktor penentu abrasi dan sedimentasi pantai

H_s = Tinggi gelombang signifikan (m)

L = Panjang gelombang (m)

Tan β = Kelandaian pantai

d = Ukuran median butiran sedimen

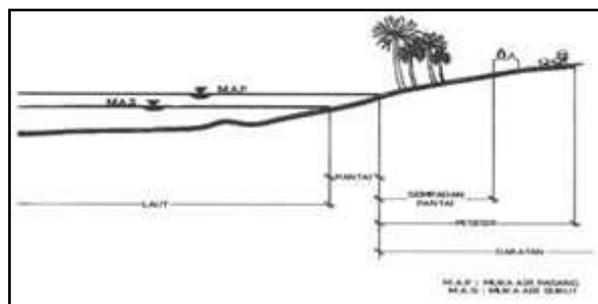
Kriteria penentuan abrasi dan sedimentasi di pantai (khususnya Kecamatan Lhoknga, Aceh Besar, adalah:

- Jika $C_s > 9$, berarti pantai mengalami abrasi (rekresi)
- Jika $3,5 < C_s < 9$, maka pantai seimbang (tidak mengalami abrasi - sedimentasi)
- Jika $C_s < 3,5$, berarti pantai mengalami sedimentasi (akresi)

2.5 Desain bangunan pengaman water intake
Parameter-parameter penting di dalam desain dimensi bangunan water intake adalah sebagai berikut:

2.5.1 Letak struktur pada garis pantai

Garis pantai adalah garis batas pertemuan antara daratan dan air laut, dimana posisinya tidak tetap dan berpindah dan sesuai dengan pasang surut air laut dan erosi pantai yang terjadi.



Gambar 5. Batasan pantai [16]

2.5.2. Angin

Data angin yang digunakan untuk peramalan gelombang adalah data di permukaan laut pada lokasi pembangkitan. Data tersebut dapat diperoleh dari pengukuran langsung diatas permukaan laut atau pengukuran di darat di dekat lokasi peramalan yang kemudian di konversi menjadi data angin di laut. Kecepatan angin di ukur dengan anemometer, dan biasanya dinyatakan dalam knot. Untuk keperluan peramalan gelombang biasanya dipergunakan kecepatan angin pada ketinggian 10 m. Apabila kecepatan tidak diukur pada ketinggian tersebut maka kecepatan angin perlu dikoreksi dengan rumus [16].

$$U_{(10)} = U_{(y)} \left(\frac{10}{y} \right)^{1/7} \quad (30)$$

Dengan:

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

y = Elevasi terhadap permukaan air.

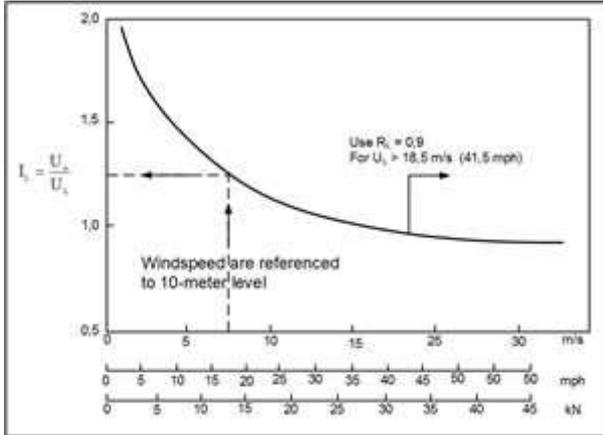
Jika data angin yang dimiliki adalah data angin pengukuran di darat, perlu dilakukan koreksi untuk mendapatkan nilai kecepatan di laut. Faktor koreksi dilambangkan dengan R_L , yang nilainya disajikan dalam Gambar 6. Apabila data kecepatan angin di suatu perairan memerlukan penyesuaian atau koreksi terhadap elevasi, koreksi stabilitas dan efek lokasi, maka dapat digunakan persamaan:

$$U = R_T \cdot R_L \cdot U_{10} \quad (31)$$

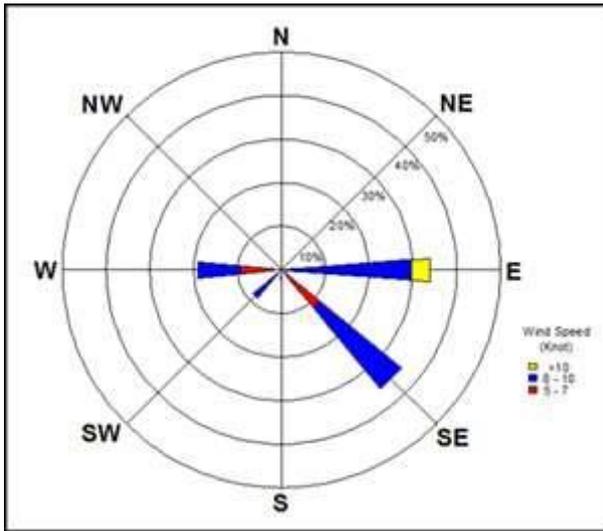
Rumus-rumus dan grafik-grafik pembangkitan gelombang mengandung variabel U_A , yaitu faktor tegangan angin (*wind-stress factor*) yang dapat dihitung dari kecepatan angin, yaitu:

$$U_A = 0,71 \cdot U^{1,23} \quad (32)$$

Arah angin dinyatakan dengan menggunakan *Wind Rose*, sebagai contoh diperlihatkan dalam Gambar 7.



Gambar 6. Hubungan antara kecepatan angin di laut dan darat [16]



Gambar 7. Wind Rose (contoh)

2.5.3. Fetch

Sebagaimana telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, Fetch adalah panjang daerah dimana angin berhembus dengan kecepatan dan arah yang konstan. Di dalam peninjauan pembangkitan gelombang di laut, fetch dibatasi oleh daratan yang mengelilingi.

$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \tag{33}$$

Dengan:

- F_{eff} = Fetch rerata efektif.
- X_i = Panjang segmen fetch yang diukur dari titik observasi gelombang ke ujung akhir fetch.
- α = Deviasi pada kedua sisi dari arah angin, dengan menggunakan penambahan 6° sampai sudut sebesar 42° pada kedua sisi dari arah angin.

2.5.4. Gelombang

Gelombang adalah salah satu bentuk energi yang dapat membentuk pantai, menimbulkan arus dan transportasi sedimen dalam arah tegak lurus dan sepanjang pantai, serta menyebabkan gaya-gaya yang bekerja pada bangunan pantai [16].

Dalam menentukan tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s), digunakan analisis spektrum gelombang JONSWAP [13] yang diturunkan berdasarkan kondisi FDS (*Fully Developed Sea*).

$$H_s = \frac{0,0016 \cdot \sqrt{\frac{g F_{eff}}{U_A^2}} \cdot U_A^2}{g} \tag{34}$$

$$T_s = \frac{0,2857 \cdot \left(\frac{g F_{eff}}{U_A^2}\right)^{\frac{1}{3}} U_A^2}{g} \tag{35}$$

Dengan:

- g = Percepatan gravitasi bumi (9,81 m/dt²)
- F_{eff} = Panjang fetch efektif (m)
- U_A = Kecepatan angin terkoreksi (m/dt)

Untuk menentukan kala ulang pada gelombang rencana dipergunakan analisis harga-harga ekstrim tinggi gelombang, biasanya diambil satu gelombang tertinggi setiap tahunnya.

$$\bar{H} = \frac{\sum H_s}{\sum N} \tag{36}$$

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{\sum (H_s - \bar{H}_s)^2}{N - 1}} \tag{37}$$

$$H_{25} = \bar{H}_s + \frac{\sigma_H}{\sigma_n} (Y_t - Y_n) \tag{38}$$

$$T_{25} = 0,33 \cdot \sqrt{\frac{H_{25}}{0,0056}} \tag{39}$$

Menentukan panjang dan cepat rambat gelombang di laut dalam memakai persamaan:

$$C_0 = \frac{g T}{2\pi} = 1,56 T \tag{40}$$

$$L_0 = \frac{g T^2}{2\pi} = 1,56 T^2 \tag{41}$$

Tinggi gelombang rencana:

$$H_0 = K_s \cdot K_r \cdot H_{25} \tag{42}$$

Dengan :

- H_0 = Tinggi gelombang rencana.
- K_s = Koefisien pendangkalan (*shoaling*).
- K_r = Koefisien refraksi.
- H_{25} = Tinggi gelombang laut dalam.

Jika gelombang menjalar dari tempat yang dalam menuju ke tempat 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:

$$\frac{H_b}{H'_0} = \frac{1}{3,33 \left(\frac{H'_0}{L_0}\right)^{\frac{1}{3}}} \tag{43}$$

Kedalaman air di mana gelombang pecah diberikan oleh rumus berikut:

$$\frac{d_b}{H_b} = \frac{1}{b - \left(a \cdot \frac{H_b}{g T^2} \right)} \quad (44)$$

Dimana a dan b merupakan fungsi kemiringan pantai (m) dan diberikan oleh persamaan berikut:

$$a = 43.75 (1 - e^{-19.5m}) \quad (45)$$

$$b = \frac{1.56}{(1 + e^{-19.5m})}$$

Dengan:

- H_b = Tinggi gelombang pecah.
- H'_0 = Tinggi gelombang laut dalam ekuivalen.
- L_0 = Panjang gelombang di laut dalam
- d_b = Kedalaman air pada saat gelombang pecah.
- m = Kemiringan dasar laut
- g = Percepatan gravitasi

Pada waktu gelombang menghantam suatu bangunan, gelombang tersebut akan naik (*run up*) pada permukaan bangunan.

$$I_r = \frac{\tan \theta}{\sqrt{\frac{H}{L_0}}} \quad (46)$$

Dengan:

- I_r = Bilangan Iribaren.
- θ = Sudut kemiringan sisi bangunan.
- H = Tinggi gelombang di lokasi bangunan.
- L_0 = Panjang gelombang di laut dalam.

2.5.5. Dimensi bangunan

Elevasi puncak bangunan pengaman pantai dihitung dengan persamaan:

$$El_{\text{revetment}} = DWL + R_u + F_b \quad (47)$$

Di dalam perencanaan struktur pelindung pantai sisi miring, ditentukan berat butir batu pelindung struktur revetment dan groins dengan persamaan:

$$W = \frac{\gamma_r \cdot H^3}{KD (S_r - 1)^3 \cot \theta} \quad (48)$$

Tebal lapis pengaman dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$T = n \cdot K\Delta \left(\frac{w}{\gamma_r} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (49)$$

Lebar puncak tergantung limpasan yang diijinkan. Untuk bangunan tanpa terjadi limpasan, lebar puncak bisa lebih kecil. Lebar puncak revetment dan groins dapat dihitung dengan persamaan:

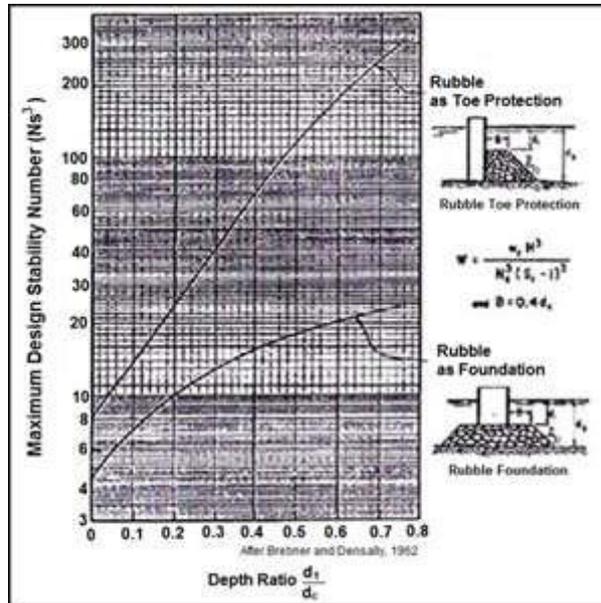
$$B = n \cdot K\Delta \left(\frac{w}{\gamma_r} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (50)$$

Tumpukan batu juga digunakan sebagai pondasi dan pelindung kaki (*toe protection*) bangunan pantai. Berat butir batu untuk pondasi dan pelindung kaki bangunan diberikan oleh persamaan berikut:

$$W = \frac{\gamma_r \cdot H^3}{N_s^3 (S_r - 1)^3} \quad (51)$$

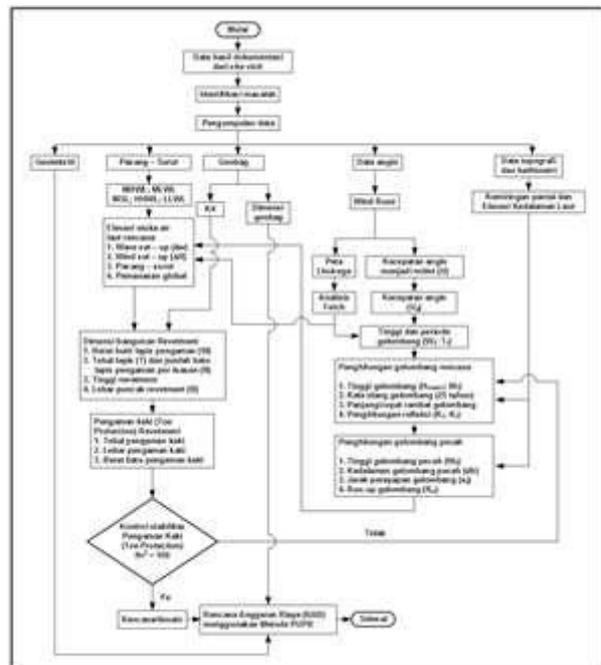
Dengan:

- W = Berat butir batu pelindung
- γ_r = Berat jenis batu
- H = Tinggi gelombang rencana
- q = Sudut kemiringan sisi pemecah gelombang
- n = Jumlah lapis batu dalam lapis pelindung ($n = 2$)
- $K\Delta$ = Koefisien lapis
- N_s^3 = Angka stabilitas rencana minimum, bisa ditentukan dengan menggunakan Gambar 8.



Gambar 8. Angka stabilitas untuk pondasi dan pelindung kaki (N_s^3) [16]

Skema perencanaan pendimensian revetment dan groins disajikan pada Gambar 9 berikut ini.

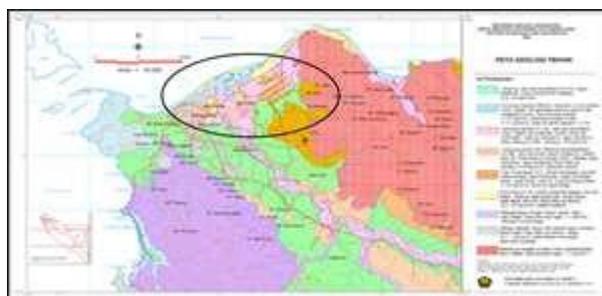


Gambar 9. Skema perencanaan

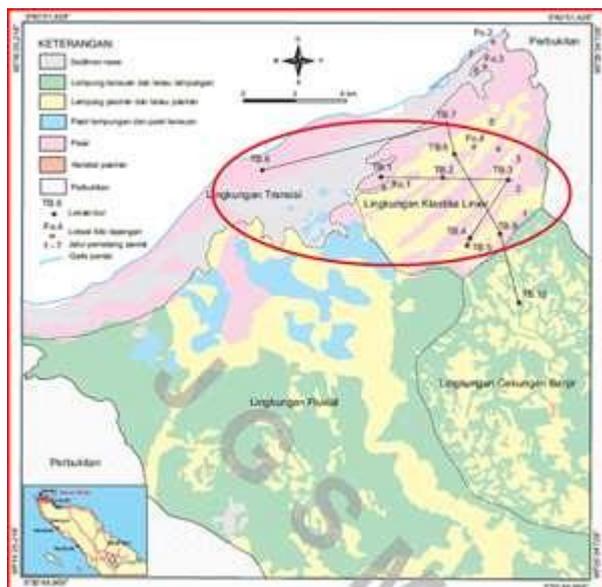
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kondisi geologi dan geoteknik daerah pantai

Berdasarkan Gambar 10. Litologi aluvium yang tak terbedakan tersusun oleh kerakal pasiran, pasir, pasir lempungan dan pasir lanauan, lempung pasiran dan lanau pasiran, lempung lanauan dan lanau lempungan, dan sedimen rawa. Sementara itu, karakter bentang alam dan pola sebaran fasies pengendapannya, cekungan kuartar di daerah endapan dapat dibedakan menjadi cekungan banjir (*floodbasin*), sistem sungai (*fluvial systems*), transisi dan klastika linear (*linear clastic*). Litologi ini diduga merupakan hasil pencampuran endapan alur sungai yang dipengaruhi gelombang dan arus pasang surut. Di permukaan bentang alamnya terbentuk oleh fasies pasir pantai, dan lempung lanauan hingga lanau lempungan sebagai endapan rawa; dan lempung, serta lumpur merupakan endapan laut dekat pantai. Pencampuran berbagai fasies endapan, yang prosesnya berlangsung di dalam lingkungan rawa bakau terletak dalam lingkungan transisi yang dipengaruhi pasang surut (Gambar 11).



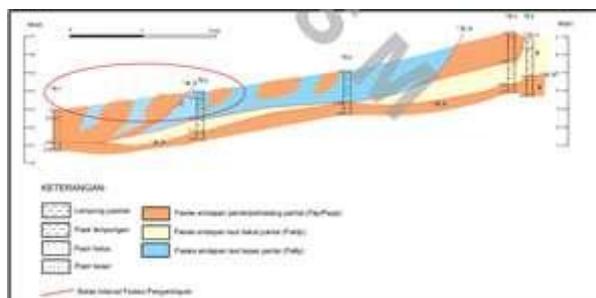
Gambar 10. Peta geologi teknik Aceh Besar, daerah Lhoknga (Kantor Bapeda Banda Aceh, 2017)



Gambar 11. Peta geoteknik Aceh Besar, daerah Lhoknga [2]

Fisiografi Aceh Besar dan sekitarnya, tertata sebagai wilayah dataran aluvium bergelombang hingga dataran rendah pantai yang membentang dengan arah hampir

barat laut-tenggara dan semakin ke selatan makin tinggi. Iwaco (1993) dalam [9] menyebut wilayah tersebut sebagai Cekungan Krueng Aceh atau Lembah Krueng Aceh [6]. Di sebelah barat dibatasi oleh Sesar Sumatra yang disebut Sesar Aceh [3] atau termasuk Segmen Sesar Krueng Aceh [15], diperlihatkan Gambar 12; 13 dan 14.



Gambar 12. Penampang potongan daerah Aceh Besar, Lhoknga [2]



Gambar 13. Gempa bumi dan patahan sesar (*fault*) daerah Aceh Besar, daerah Lhoknga [17]



Gambar 14. Lokasi patahan sesar (*fault*) daerah Aceh Besar, Lhoknga

3.2 Kondisi endapan daerah pantai

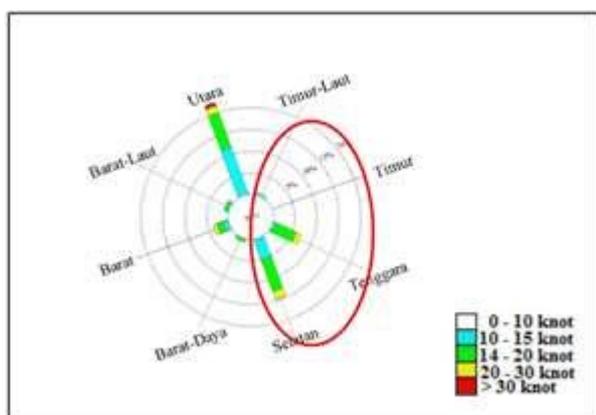
Dari hasil pengamatan, kondisi endapan pantai dapat diplotkan di dalam tabel skala Wentworth diperlihatkan dalam Gambar 15. Hal ini menunjukkan ukuran diameter sedimen yang akan masuk pipa intake.

Skala Wentworth			
Nilai Diameter (μ)	Diameter partikel (mm)	Kelas Wentworth	Nama Batuan
-6	64	Berkas	Konglomerat
-2	4	Kerakal	
-1	2	Batu	Batu-batuan
0	1	Sangat Kasar	Batu pasir
1	0,5	Kasar	
2	0,25	Menengah	
4	0,125	Halus	
6	0,0625	Sangat Halus	Batu lempung
8	0,03125	Lempung	
10	0,015625	Lempung	Batu lempung

Gambar 15. Kondisi endapan pantai daerah Lhoknga

3.3 Kondisi angin

Arah angin paling besar ke arah utara > 30 knot, sedangkan ke arah pelabuhan atau dermaga mencapai 20 hingga 30 knot. Lingkaran merah menunjukkan lokasi revetment dan groins di daerah studi.



Gambar 16. Hasil plot data angin (Wind Rose) saat studi desain di lokasi Lhoknga, Aceh Besar dari beberapa data sekunder

3.4 Pola arus laut dan potensi abrasi

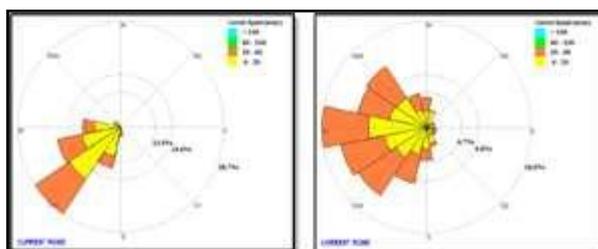
Hasil studi menunjukkan bahwa lokasi revetment dan groins berpotensi untuk abrasi, pola arus lebih dominan ke arah struktur revetment dan groins. Hal sangat beralasan bahwa potensi sedimen di daerah pipa intake sangat besar, sehingga diperlukan sistem pelindung dari aliran transportasi sedimen ke arah pipa intake.



Gambar 17. Arah arus dan abrasi di lokasi revetment dan groins, Lhoknga, Aceh Besar

3.5 Pola pasang surut

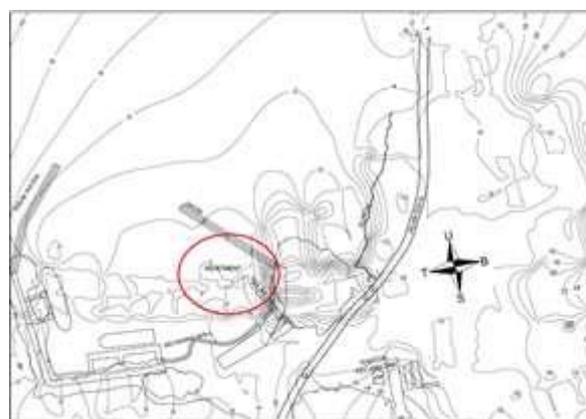
Pola pasang surut dari beberapa data sekunder diperlihatkan dalam Gambar 18.



Gambar 18. Pola pasang surut di lokasi revetment dan groins, Lhoknga, Aceh Besar

3.6 Desain lokasi revetment

Bangunan revetment adalah suatu jenis bangunan pengaman pantai yang mana merupakan salah satu solusi untuk menanggulangi erosi dan sedimen di pantai. Revetment biasanya dibangun pada garis pantai atau di daratan yang digunakan untuk melindungi pantai langsung dari serangan gelombang dan aktivitas aliran sedimen. Guna mengantisipasi erosi yang semakin parah perencanaan revetment diharapkan mampu menahan dan menyerap tekanan gelombang yang terjadi, sehingga dapat menanggulangi masalah sedimen di lokasi intake (Gambar 19).



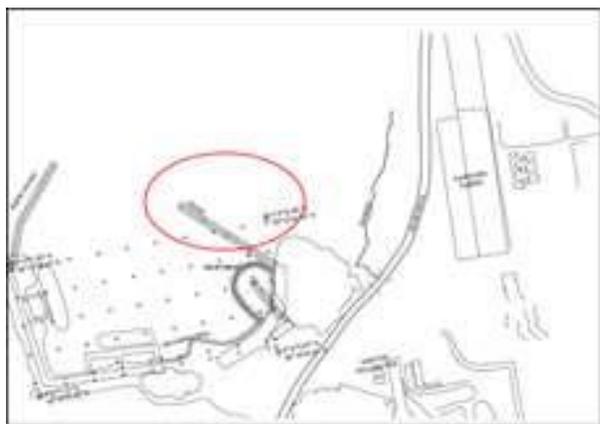
Gambar 18. Posisi rencana revetment

3.7 Desain lokasi groins

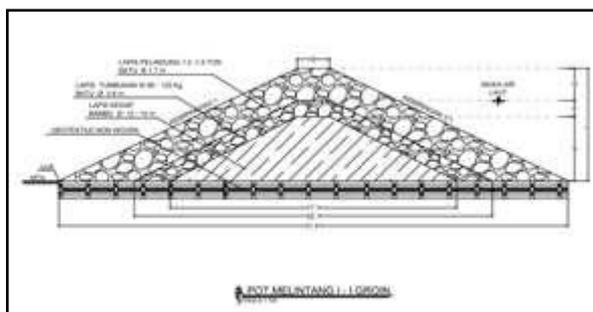
Berdasarkan arah alur arus laut, maka pemasangan groins dilakukan untuk menginterupsi aliran arus ke arah intake, sehingga pasir terperangkap pada "up-current side", sedangkan pada "down-current side" terjadi erosi, karena pergerakan arus pantai yang berlanjut. Hal ini dimaksudkan agar perubahan garis pantai tidak terlalu signifikan sebagaimana diperlihatkan Gambar 19 dan 20.

3.6 Hasil desain dimensi revetment

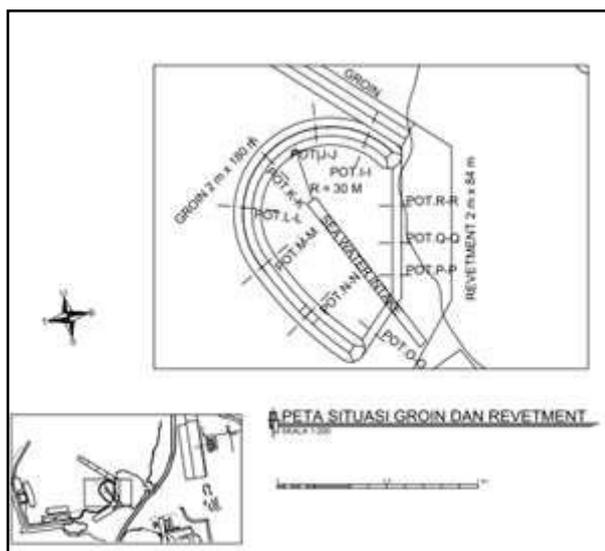
Desain dimensi revetment diperlihatkan dalam Gambar 21. Revetment dibuat dengan menggunakan jari-jari yang bervariasi untuk menghindari potensi arus laut yang akan membawa sedimen ke pipa intake. Selain berfungsi sebagai pelindung, revetment ini juga berguna sebagai filter air laut sebelum masuk ke pipa.



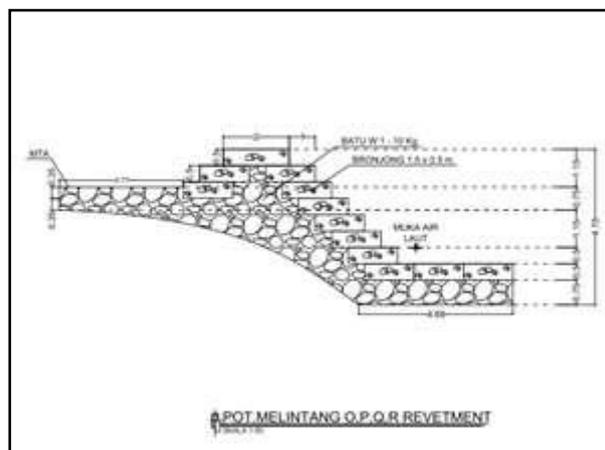
Gambar 19. Posisi rencana revetment



Gambar 21. Penampang potongan rencana groins



Gambar 20. Rencana detail revetment dan groins (tampak atas)



Gambar 21. Penampang potongan revetment

3.7 Hasil desain dimensi groins

Bentuk dan desain dimensi groins dibuat sedemikian sehingga mampu menahan potensi arus sedimen dari arah sungai pembuangan power plant dan sekaligus berfungsi sebagai pemecah gelombang laut, sehingga potensi abrasi; tekanan sedimen menjadi berkurang; dan sedimen menjadi menjauhi daerah water intake.

4. Kesimpulan

Struktur Water Intake menggunakan air laut memiliki keuntungan besar untuk sistem pendingin, yaitu penyediaan air dalam volume besar secara terus menerus dan tidak terbatas. Namun, pada kenyataannya laut adalah elemen yang dinamis dan bahwa ia selalu berada dalam keadaan perubahan yang berkesinambungan baik dalam perubahan tingkat permukaan serta dasar laut, kekuatan gelombang dan arus yang berubah mungkin merusak struktur dan mempengaruhi perairan laut dalam, sehingga mempengaruhi kualitas air baku. Selanjutnya, terdapat masalah tambahan yaitu bahwa air laut sangat korosif dan organisme laut dapat mengintensifkan tindakan korosif ini, selain mencakup keseluruhan peralatan sistem dan bahkan mengelola untuk memblokir pengaruh sedimen pasir secara sepenuhnya. Untuk melaksanakan desain struktur koleksi perlu diperhitungkan banyak aspek yang mengkondisikan desain dimensi dan arah struktur secara global.

Proyek Sea Water Intake (SWI) adalah bertujuan untuk meningkatkan efektivitas pengaliran pada pipa Intake dengan meminimalkan potensi sedimen yang terangkut dalam air, baik sedimen layang dan atau sedimen yang mengendap. Sistem yang sudah ada masih perlu dikaji ulang karena memiliki potensi sedimen terangkut $\geq 20\%$. Secara umum, rekayasa bangunan area water intake sebenarnya meliputi: pembuatan dinding penahan; groins; revetment; breakwater; perkuatan seabed di bawah pipa hisap (suction pipe); pengalihan (*diversion channel*) sungai atau drainase aliran pembuangan; bangunan-bangunan pelengkap lainnya. Namun, dengan sistem revetment dan groins ini diharapkan struktur water intake akan mampu mengurangi potensi sedimen hingga di bawah 20%.

Penting, seperti halnya proyek rekayasa, untuk memahami karakteristik yang diperlukan untuk instalasi daripadanya. Air baku yang diperoleh harus bebas dari sedimen (yang melayang/berat sekalipun). Di dalam merancang perlu mempertimbangkan beberapa parameter penting yang akan mempengaruhi kinerja pipa Intake. Parameter desain utama untuk revetment dan groins merupakan hal penting untuk dianalisis secara seksama, antara lain adalah:

A. Arah arus masuk

Konversi dari aliran vertikal ke aliran horizontal harus mampu mengurangi jumlah sedimen pasir yang ikut dalam aliran (kondisi eksisting adalah > 30% volume debit pada sistem pengisapan langsung). Kualitas air baku harus menghindari menghindari endapan bahan limbah organik atau anorganik yang dapat masuk ke dalam sistem Water Intake air baku yang berasal dari laut.

B. Kecepatan penghisapan

Kecepatan isap adalah kecepatan masuknya air laut ke sistem melalui jendela atau saringan. Sistem penghisapan merupakan fungsi volume aliran dari Water Intake dan bagian dari jendela/saringan Intake. Jika kecepatan hisap rendah, dampak ekstraksi air diminimalkan, itu artinya bahwa ikan dan organisme lain dapat masuk ke dalam pipa saluran masuk (inlet) dan dari sana masuk ke instalasi sistem pendingin. Berbagai kecepatan rendah juga mengurangi masuknya unsur-unsur yang tersuspensi di dalam air, seperti pasir, sedimen, dll. Kondisi kecepatan hisap, bersama dengan kapasitas aliran (parameter tetap) ukuran jendela/saringan, dan sesuai dengan ukuran struktur daerah Intake. Lebih jauh lagi, kecepatan yang berlebihan dapat berarti bahwa sejumlah besar pasir dan pasir yang menggantung di dasar laut bisa tersedot, menyebabkan masalah di stasiun pompa dan instalasi, meskipun faktor ini juga sangat dikondisikan pada jarak pipa Intake terhadap dasar laut (*seabed*) dimana terletak jendela/saringan Intake. Lebih lanjut, secara logis, pada kecepatan yang lebih besar, akan diperoleh dampak kerugian yang lebih besar dari pemuatan hidrolik di jalur masuk (*inlet*).

C. Jarak jendela/saringan pipa Intake dari dasar laut

Karena proses pengisapan air, jendela/saringan harus berada pada jarak yang cukup dari dasar laut untuk menghindari masuknya sedimen yang tersuspensi. Oleh karena itu, disarankan untuk melakukan model hidrodinamis untuk memverifikasi kemungkinan pengisapan material, melakukan desain dengan kecepatan yang menjamin bahwa masuknya sedimen tidak terjadi. Selanjutnya, jarak yang cukup dari jaminan dasar laut bahwa tidak akan ada akumulasi bahan di pipa Intake yang bisa mencapai jendela/saringan.

D. Kedalaman jendela/saringan

Jarak terbesar yang mungkin dicari antara intake dan permukaan air untuk berbagai variasi alasan: untuk mencapai Water Intake, tanpa partikel mengambang dan untuk menghindari masuknya sestonic spesies (misalnya, ubur-ubur) yang terletak dekat dengan permukaan air. Selanjutnya dengan menjauhkan Water Intake dari permukaan, jumlah cahaya berkurang, dan karenanya pasti organisme tidak akan bisa hidup di permukaan struktur. Dalam hal pendinginan sistem, pada kedalaman yang lebih besar, menurunkan suhu air. Pengaruh gelombang terhadap Water Intake juga

akan berkurang sesuai dengan kedalaman Intake yang lebih besar. Satu-satunya kelemahan dalam menempatkan pipa intake di kedalaman adalah biaya dari itu, hal tersebut mengisyaratkan pemasangan pipa saluran masuk yang lebih lama, dengan biaya tambahan terkait konstruksi dan operasi (pemompaan).

E. Iklim maritim

Seperti halnya proyek desain teknik maritim lainnya, efek gelombang/ombak adalah suatu variabel yang sangat penting yang mengkondisikan dimensi daripada struktur water intake. Secara logis, kekuatan gelombang secara signifikan memerlukan struktur yang lebih kuat untuk menjamin stabilitasnya. Periode ketinggian maksimum gelombang/ombak yang digunakan, mengingat bahwa itu adalah struktur Water Intake selalu terkena efek laut sepanjang masa manfaatnya. Untuk perhitungan aksi gelombang di posisi water intake, perlu untuk melakukan studi perambatan gelombang dari kedalaman yang tidak terbatas. Pengaruh arus laut harus pula dipertimbangkan.

F. Stabilitas geoteknik

Studi terperinci harus dilakukan untuk menjamin stabilitas geoteknik struktur melawan terbalik, geser dan tenggelam, pengkondisian geometri dan berat struktur. Perlawanan gaya pada sistem Water Intake akibat gelombang/ombak. Pengetahuan tentang karakteristik geoteknis dari dasar laut yang mendasari di mana posisi Water Intake diletakkan menjadi sangat penting.

G. Dimensi struktur

Struktur harus dimodelkan untuk menetapkan dimensi struktural, sehingga ia mampu mendukung gaya yang dihasilkan oleh perlawanan gaya yang dihitung. Dalam kasus struktur baja atau paduan beton-baja, harus kuat, dan direkomendasikan dianalisis dengan model elemen hingga, sehingga bias ditentukan jumlah minimum tulangannya. Hal ini dikarenakan bahwa struktur beton harus memiliki bobot yang signifikan, dan sesuai prinsip analisis pelat dinding dan pelat dasar memiliki ketebalan yang signifikan.

H. Parameter kendali lainnya

Selain itu, ada langkah-langkah tambahan untuk meningkatkan desain, seperti penggunaan cat anti mikro organisma, penambahan hipoklorit dan anti udara terkompresi. Jika langkah-langkah ini tidak dilakukan, fouling deposit dapat dihasilkan, bahkan mungkin merusak jendela/saringan, menghalangi masuknya akibat organisma air laut. Dengan demikian, langkah-langkah untuk menjamin berfungsinya keduanya sangat penting. Penambahan hipoklorit, apakah secara kontinu atau impuls, membunuh sekitarnya Cat memiliki masa manfaat kurang dari satu tahun, dan sesuai dengan masa pelayanannya. Oleh karena itu menghambat pergerakan deposit akibat

tenggelamnya sistem Water Intake sampai awal instalasi dan sesuai dengan pemanfaatan sistem hipoklorit dan / atau aditif lainnya. organisme hidup dan menghambat yang sama menempel pada dinding struktur, dengan cara yang sama sebagai anti udara terkompresi. Udara yang terkompresi bisa mengakibatkan kerusakan pipa Intake.

Ucapan Terimakasih

Sebagai tim studi perencanaan water intake di daerah Lhoknga, kami sebagai penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Solusi Bangun Indonesia; PT. Solusi Bagun Andalas; dan Semen Indonesia Group yang telah memberi kesempatan dan membantu dalam banyak hal untuk kegiatan studi ini.

Daftar Rujukan

- [1] ArcView GIS® 3.3, developed by Environmental Systems Research Institute®, Inc. (ESRI®).
- [2] Buku Data: *Status Lingkungan Hidup Daerah Propinsi Daerah Aceh. 2014*, Bappeda Propinsi Aceh.
- [3] Barber, A.J., Crow, M.J., and Milsom, J.S. 2005. *Sumatera: Geology, Resources and Tectonic Evolution*. Geological Society, London, Memoirs.
- [4] Djunarsjah E Poerbandono. 2005. *Survei Hidrografi*. Penerbit Refika Aditama. Bandung.
- [5] Englishman River Water Intake, 2014. *Water Intake, Treatment Plant, and Supply Mains*. Final Predesign Report, CH2MHILL, Kingsway Burnaby, BC.
- [6] Farr J.L., Djaeni A. 1975. *A Reconnaissance Hydrogeological Study of the Krueng Aceh Basin, North Sumatra*. Report No. 1909 (GSI) / No. WD/OS/75/8 (IGS): 13 pp., Geological Survey of Indonesia (GSI), Engineering Geology. Hydrogeology Sub-Directorate, Bandung, in cooperation with the Engineering Geology Unit of the U.K. Institute of Geological Sciences (IGS), London.
- [7] Horikawa, Kiyoshi, Maruo, Hajime. 1987. *Nonlinear Water Waves*. IUTAM Symposium, Tokyo/Japan, August 25–28.
- [8] Ongkosongo, O. S. R. 1989. *Penerapan Pengetahuan dan Data Pasang-Surut Dalam Pasang-Surut*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi-LIPI. Jakarta : 241-254.
- [9] Ploethner, D. 1983. *Meulaboh Area, North Sumatra. Instructions, Suggestions, Reports Elaborated During Phase II of the Project (1981–1982), Vol. 3: 24–40*, German Hydrogeological Advisory Group CTA 40, BGR and Directorate of Environmental Geology (DEG), Bandung.
- [10] Surfer software. 2017. Golden Software, LLC.
- [11] Soeprapto. 2001. *Survei Hidrografi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 202 hlm.
- [12] SNI 7646:2010. *Survei hidrografi menggunakan singlebeam echo sounder*. Badan Standardisasi Nasional (BSN)
- [13] Shore Protection Manual. 1984. Vol. I (Chapters 1 Through 5), Dept. Of the Army Waterways Experiment Station, Corps of Engineers.
- [14] Tortell P, Larry Awosika. 1996. *Oceanographic Survey Techniques and Living Resources Assessment Methods*. Manuals and Guides No. 32. UNESCO.
- [15] Tjia, H.D., 1977. *Changes of sea level in the southern part of the south China Sea during Quaternary times*. United Kingdom, ESCAP, CCOP, Tech. Pub., no. 5, 11-36.
- [16] Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta
- [17] Y Setiawan, B., Sugiarto, dan G.S. Nugraha. 2012. *Kajian Awal Respon Dinamik Tanah Lunak Kota Banda Aceh Terhadap Gelombang Seismik*. Laporan Hasil Penelitian Dosen Muda. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.