

GUGUSAN KARANG DI PANTAI KECAMATAN PANJANG SEBAGAI BREAKWATER ALAMI

Dwi Jokowinarno ¹

Abstrak

Kecamatan Panjang merupakan salah satu wilayah pesisir dengan berbagai aktivitas seperti pelabuhan, permukiman, industri, perdagangan, serta aktivitas nelayan. Dengan beragamnya kegiatan yang berkembang di kawasan tersebut, maka pengembangan dan pembangunan perlu memperhatikan aspek konservasi.

Identifikasi permasalahan, antara lain: (a) Pantai Kecamatan Panjang relatif curam dibanding dengan pantai sekitar. Kondisi alam semacam ini merupakan faktor positif untuk pengembangan Pelabuhan Panjang menjadi pelabuhan internasional karena ketersediaan *keel clearance* yang cukup untuk kapal dengan *draft* besar; (b) Muara sungai mengalami penyumbatan, diakibatkan oleh tidak signifikannya debit dan kecepatan arus sungai untuk melakukan *flushing*; (c) Abrasi/erosi terjadi pada ruas garis pantai yang belum diberikan revetmen; (d) Terdapatnya lahan sebagai hasil dari kegiatan reklamasi yang kurang tepat, dilihat dari sudut sumber material; (e) Pada sekitar lokasi studi ditemukan aktivitas yang mempercepat degradasi lingkungan, antara lain pengambilan batu karang untuk bahan bangunan; (f) Dari sudut sosial budaya, daerah studi merupakan daerah yang heterogen dan kompleks.

Dari hasil analisis maka prioritas pengamanan pantai Kecamatan Panjang terdiri dari: (a) Mempertahankan keberadaan gugusan karang; (b) Pengerukan muara Sungai Way Galih Panjang; (c) Bangunan pengamanan pantai terhadap permukiman mulai dari muara Way Galih Panjang hingga areal Pelabuhan Srengsem.

Kata kunci: gugusan karang, pantai, pengamanan

Abstract

Kecamatan Panjang is one of coastal zones that has a lot of activities and facilities such as port, residency, industry, trading, and fisheries. Conservation must be apply to these environment.

Some facts can be identified as follows: (a) Kecamatan Panjang coast as a steep coast. This condition is one of positive aspect prior to support Port of Panjang as an international port. Keel clearance available for vessel with the large draft; (b) Shoaling at the estuary due to lack of charge and velocity of river current; (c) Abrasion/erosion occur facing coastline without revetment; (d) Misconduct of reclamation; (e) Inappropriate activities causing environment degradation, such as exploitation of coral reef; (f) From the social and culture point of view, study area is a complex and heterogenic.

From the analysis, some priorities of planning can be drawn, namely: (a) To conserve the coral reef; (b) To dredge Way Galih Panjang estuary; (c) To develop coastal protection along area between Way Galih Panjang estuary and Srengsem Port.

Keywords: coral reefs, coastal, protection

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung
Jl. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung
e-mail : d.jokowinarno@gmail.com ph: (0721) 7586969

1. PENDAHULUAN

2.1. Latar Belakang

Kecamatan Panjang merupakan salah satu wilayah pesisir yang padat dengan berbagai aktivitas seperti pelabuhan (ekspor-impor, pelabuhan nusantara maupun lokal), permukiman, industri, perdagangan, pariwisata serta aktivitas nelayan. Melihat beragamnya kegiatan yang berkembang di kawasan tersebut, maka pembangunan yang kurang memperhatikan aspek konservasi akan mempercepat proses degradasi lingkungan. Kerusakan di kawasan pantai akan mengakibatkan hilangnya lahan potensi dengan nilai ekonomis dan ekologi yang besar dan menurunkan kapasitas daya dukung kawasan.

Beberapa lokasi di kawasan Pantai Kecamatan Panjang saat ini belum terlindungi oleh bangunan pengaman pantai (*coastal protection*). Pengamanan yang ada telah rusak, mengalami akresi/sedimentasi pada satu sisi dan erosi/abrasi pada sisi yang lain, serta adanya pola kegiatan penduduk yang dapat mengakibatkan penurunan kualitas dan daya dukung pantai. Kegiatan penduduk tersebut antara lain penggalian batu karang untuk digunakan sebagai material bangunan, pembuangan sampah pada sungai yang pada akhirnya mengalir ke Teluk Lampung maupun menyebabkan pendangkalan dan penyumbatan muara sungai.

Untuk mengurangi kerusakan pantai yang terjadi, maka perlu dilakukan penanganan dengan memperhatikan asas-asas konservasi. Ruas pantai di Kecamatan Panjang sebagian besar terdiri dari gugusan karang. Keberadaan bentang alam ini sudah dimanfaatkan sejak jaman Belanda (Tahun 1800-an) sebagai sebuah nilai positif dengan memanfaatkan lokasi tersebut sebagai cikal bakal Pelabuhan Panjang, karena gugusan karang tersebut merupakan breakwater alami. Dengan demikian energi gelombang yang terbangkitkan oleh angin (*short waves*) maupun oleh *swell* yang jaraknya ribuan kilometer, dalam transformasinya akan direduksi oleh gugusan karang. Reduksi energi gelombang tersebut berupa penurunan tinggi gelombang, dimana energi gelombang adalah berbanding lurus dengan kuadrat dari tinggi gelombang.

2.2. Maksud Dan Tujuan

Maksud penelitian ini adalah untuk mendapatkan gambaran tentang permasalahan yang ada di Pantai Kecamatan Panjang dan potensi yang terdapat di kawasan muara/pantai tersebut sehingga keberadaan gugusan karang dapat digunakan untuk optimalisasi pengamanan pantai di Kecamatan Panjang. Sedangkan tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan sistem pengamanan Pantai Kecamatan Panjang tanpa menimbulkan permasalahan lain, serta meningkatkan aspek konservasi wilayah pesisir Kecamatan Panjang.

2.3. Lokasi Penelitian

Permasalahan yang menyangkut kerusakan pada ruas pantai tidak mengenal batas-batas yang bersifat administratif. Namun demikian, pengidentifikasian lokasi penelitian perlu juga mencantumkan wilayah administratif, dengan harapan penanganan suatu permasalahan wilayah pesisir akan lebih mudah dengan melibatkan seluruh pemangku kepentingan termasuk pemerintah. Lokasi penelitian berada di Kecamatan Panjang, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung, yang meliputi beberapa ruas pantai yang menjadi prioritas penanganan.

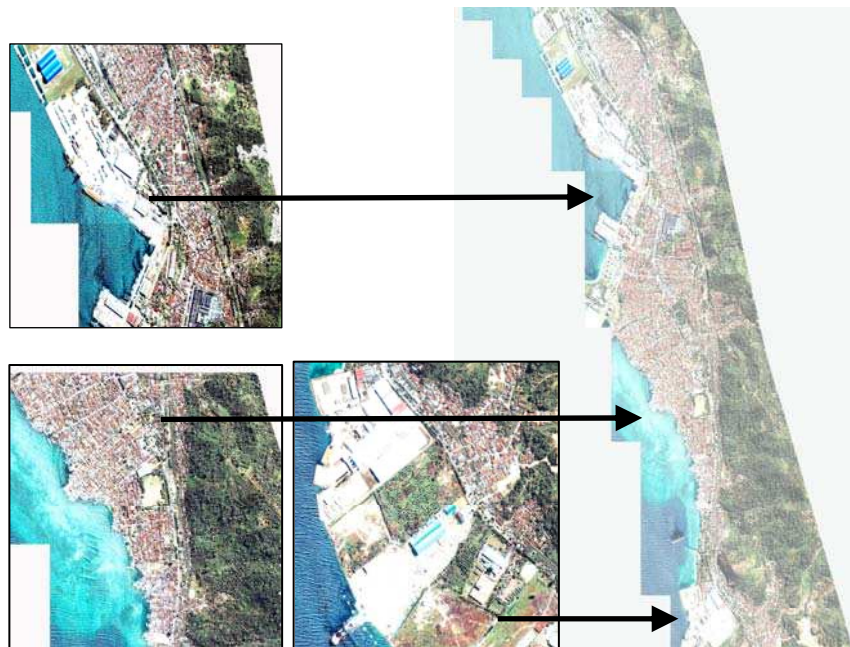
1. KONDISI WILAYAH STUDI

2.1. Letak Geografis

Titik pada pantai Kecamatan Panjang berbatasan dengan Kecamatan Katibung Kabupaten Lampung Selatan terletak pada koordinat sekitar 05°31'00" LS ; 105°21'00" BT. Sedangkan perbatasan dengan Kecamatan Teluk Betung Selatan Kota Bandar Lampung berada pada koordinat sekitar 05°28'00" LS ; 105°17'00" BT. Secara administratif batas wilayah Kecamatan Panjang adalah: (1) Sebelah Utara : Kecamatan Tanjung Karang Timur; (2) Sebelah Selatan : Teluk Lampung; (3) Sebelah Timur : Kecamatan Lampung Selatan; (4) Sebelah Barat : Teluk Betung Selatan.

2.2. Kondisi Topografi

Kecamatan Panjang mempunyai luas 22.260 km² dengan topografi wilayah bervariasi. Sebagian adalah dataran rendah pantai dan sebagian perbukitan sampai pergunungan. Wilayah Kecamatan Panjang terletak pada ketinggian (0-165)m dpl. Areal yang mempunyai topografi berupa dataran rendah rata-rata berjarak sekitar 1,5km dari garis pantai untuk selanjutnya berupa perbukitan dan kembali lagi berupa daerah dataran di balik bukit. Topografi yang demikian ini diduga ada kaitannya dengan keberadaan sesar atau patahan yang berada di Panjang yang ditandai dengan adanya perbukitan yang memanjang dari Tarahan, Panjang, Garuntang, Bukit Camang, Bukit Randu, hingga Kedaton. Sampai saat ini, Potensi sumber daya alam yang dimiliki Kecamatan Panjang sebagian besar berupa industri jasa, kegiatan perikanan dan perindustrian. Kondisi topografi berdasarkan Rupa Bumi Wilayah Panjang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rupa Bumi Wilayah Panjang

2.3. Kependudukan dan Sosial Budaya

Pemerintah Kecamatan Panjang terbentuk sejak tahun 1976, berdasarkan UU No. 14 tahun 1994. Jumlah penduduk terus meningkat, dimana pada tahun 2004 sebesar 61.459 jiwa, yang terdiri dari 32.017 (52,09%) perempuan dan 29.352 (47,01%) laki-laki. Kepadatan

penduduk mencapai 276 jiwa per km². Organisasi pemerintahan cukup lengkap hingga sampai ke tingkat RT (Rukun Tetangga). Pada organ yang lebih kecil, terbentuk pula Pokmas (Kelompok Masyarakat), namun belum merata. Kelurahan Panjang Utara merupakan Kelurahan dengan jumlah penduduk terbanyak. Lokasi antara Way Galih hingga ke Pelabuhan Srengsem merupakan areal permukiman padat.

2.4. Inventarisasi Permasalahan

Dari survai yang dilakukan dapat diidentifikasi beberapa permasalahan antara lain: (a) Pantai Kecamatan Panjang relatif curam dibanding dengan pantai sekitar. Pantai ini terbentuk oleh suplai sedimen sungai yang relatif sedikit, dan dasar pantai merupakan batu karang. Kondisi alam ini merupakan faktor positif untuk pengembangan pelabuhan karena ketersediaan *keel clearance* yang cukup, bahkan untuk kapal yang mempunyai *draft* besar; (b) Muara sungai mengalami penyumbatan, yang diduga diakibatkan tidak signifikannya debit dan kecepatan arus sungai untuk melakukan *flushing* terhadap sedimen; (c) Abrasi/erosi terjadi pada ruas garis pantai yang belum diberikan revetmen; (d) Terdapatnya lahan sebagai hasil dari kegiatan reklamasi yang kurang tepat, dilihat dari sudut sumber material. Hal ini terlihat dari beberapa lahan reklamasi berupa material dari bukit maupun batu karang; (e) Pada sekitar lokasi studi ditemukan aktivitas yang mempercepat degradasi lingkungan, antara lain pengambilan batu karang untuk bahan bangunan; (f) Diidentifikasi pula bahwa dari sudut sosial budaya, daerah studi merupakan daerah yang heterogen dan kompleks.



Gambar 2. Sedimentasi di muara Way Panjang



Gambar 3. Batu karang digunakan untuk bahan bangunan

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis dilakukan terhadap data yang dihasilkan dari kegiatan survai dan investigasi. Data yang dianalisis tersebut meliputi: (1) Data topografi/bathimetri; (2) Data geoteknik / mekanika tanah; (3) Data hidro-oseanografi / hidrometri; (4) Data sosial ekonomi, yang dilakukan dengan memperhatikan beberapa analisis umum zonasi pada wilayah studi, antara lain: analisis permukiman penduduk, kawasan strategis, daerah aliran sungai, dan gugusan karang terendam.

3.1. Analisis Umum Zonasi

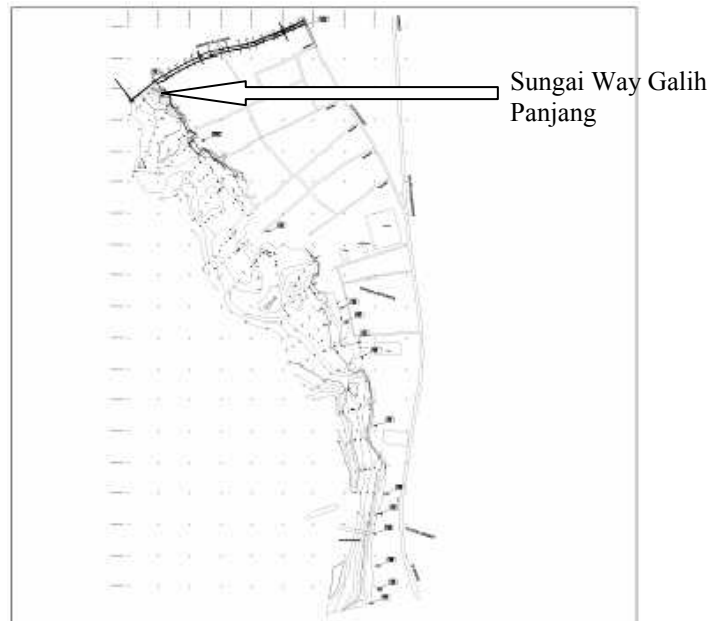
(1) *Analisis permukiman penduduk*; Lokasi yang terletak antara Muara Way Galih Panjang dengan Pelabuhan Srengsem merupakan salah satu permukiman padat di Provinsi Lampung yang cenderung kumuh. Kekumuhan disebabkan karena belum adanya perencanaan wilayah yang komprehensif; dan pertumbuhan dan perkembangan wilayah yang tidak terkendali. Dengan adanya kondisi eksisting ini maka dalam upaya pengamanan pantai harus diupayakan mempunyai dampak positif terhadap penataan wilayah. (2) *Analisis kawasan strategis*; Yang merupakan kawasan strategis di sini adalah adanya pelabuhan ekspor impor, terutama milik PT Pelindo II Cabang Panjang, serta prasarana vital milik Pertamina. Seperti diketahui, prasarana tangki BBM Pertamina ini merupakan prasarana untuk suplai BBM Provinsi Lampung. Dengan demikian kegiatan pengamanan pantai ini harus diupayakan untuk melakukan pengamanan obyek vital dan strategis yang ada.

(3) *Analisis daerah muara sungai*; Muara Sungai Way Galih Panjang merupakan salah satu kondisi eksisting yang mengalami degradasi lingkungan. Hal ini ditandai oleh dua hal: pertama, kapasitas tampung muara sungai sebagai saluran drainase sudah tidak mampu lagi untuk mengalirkan air limpasan permukaan. Kedua, muara sungai mengalami pendangkalan dan banyaknya sampah dari domestik maupun industri. Dengan kondisi eksisting ini, maka kegiatan pengamanan pantai harus memperhatikan pengamanan yang ada di muara sungai. (4) *Analisis gugusan karang terendam*; Gugusan karang terendam ini merupakan bangunan pemecah gelombang yang alami (*submerged breakwater*). Dengan adanya gugusan karang terendam ini maka gelombang maksimum yang sampai di tepi pantai tidak akan melebihi dari 0,78 dari kedalaman air ($H_{max}/h = 0,78$). Keberadaan pelabuhan ekspor impor yang mempunyai kolam pelabuhan yang terlindung oleh gugusan karang terendam merupakan keadaan yang menguntungkan, dan kondisi eksisting ini pulalah yang menyebabkan pelabuhan tersebut sudah ada sejak pendudukan Belanda, dengan panjang dermaga pada mulanya hanya sekitar 100 meter. Kegiatan pengamanan Pantai Kecamatan Panjang, disamping memperoleh keuntungan dari alam juga perlu upaya sosialisasi arti penting dari gugusan karang terendam.

3.2. Analisis Data Hasil Survai

3.2.1. Analisis Topografi dan Bathymetri

Maksud dari survai topografi dan bathymetri adalah untuk melakukan identifikasi keberadaan gugusan karang dan pemetaan daerah yang direkomendasikan sebagai lokasi bangunan pengamanan pantai serta bangunan pelengkap lainnya. Hasil pengukuran topografi dan bathymetri wilayah studi disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta topografi dan bathymetri wilayah studi

3.2.2. Analisis Geotektik

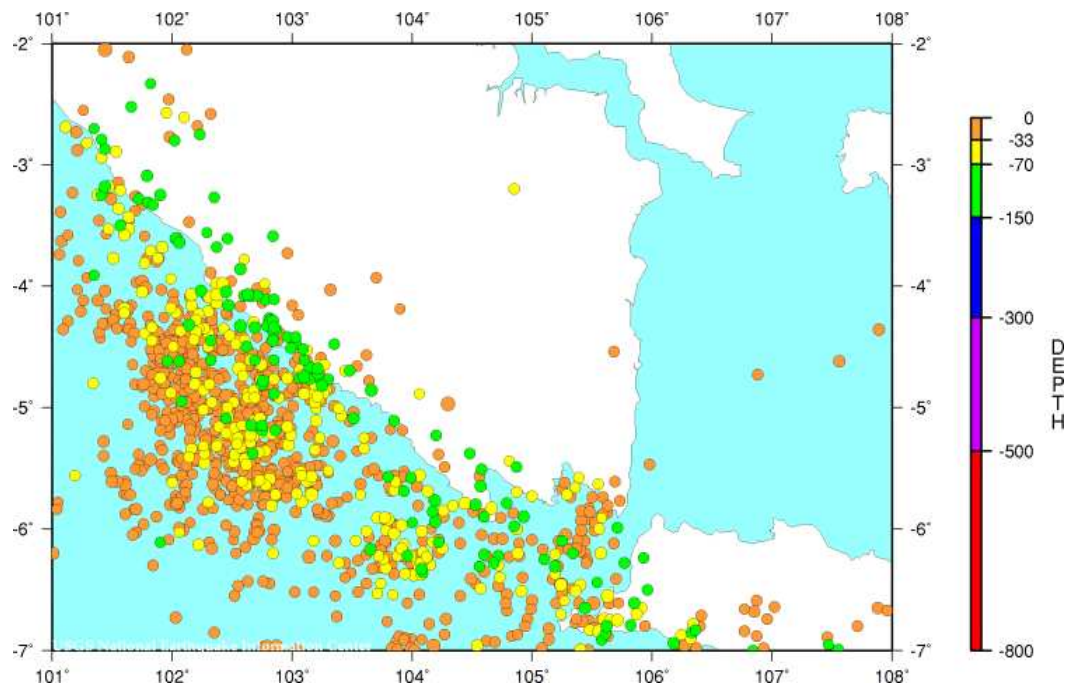
a) Analisis Data Gempa

Di daerah Panjang terdapat batuan gunung api kuarter, batuan sedimen, batu gamping, batu pasir, basalt, Formasi Surung Batang (tuf, batu lempung, breksi dan tuf pasiran) yang berumur Miosen Awal, dan batuan pejal. Pensesaran banyak terdapat di sekitar Teluk Lampung (Mangga, 1994 dalam Suharno, 2007). Daerah Lampung dan sekitarnya merupakan jalur patahan yang sangat kompleks sehingga daerah ini sering terjadi gempa. Gempa yang banyak terjadi rata-rata berada di laut sebelah barat Bengkulu dan Lampung, tetapi ada juga yang di darat. Gempa-gempa besar di daerah Lampung (darat) terletak di sekitar Lampung bagian barat seperti gempa pada tahun 1933 dan 1994 yang berskala lebih dari 6 Skala Richter. Data gempa dapat dilihat pada Gambar 5.

b) Daya Dukung Tanah

Dari kegiatan survai dan investigasi tanah dapat dikemukakan hasil sebagai berikut: Perlawanan Penetrasi Konus pada kedalaman sekitar (1,40-2,00)m mencapai 65 kg/cm^2 dan pada kedalaman berikutnya mengalami penurunan. Hal ini mengindikasikan adanya daya dukung tanah yang relatif besar pada kedalaman tersebut yang dimungkinkan karena adanya lapisan batuan karang. Pada kedalaman 13,60 meter Perlawanan Penetrasi Konus telah mencapai 195 kg/cm^2 . Hal ini mengindikasikan bahwa pada kedalaman tersebut daya dukung tanah sudah relatif besar. Sedangkan dari *hand boring* dan pengujian laboratorium didapatkan bahwa pada kedalaman 0 hingga 1,5 meter, jenis tanah merupakan tanah endapan yang mempunyai daya dukung tanah relatif kecil.

Pengambilan sampel tanah dengan menggunakan bor tangan (*hand bore*) dilaksanakan sampai kedalaman 1.6 m. Sampel tidak terganggu (*undisturbed sample*) untuk pengujian laboratorium diambil berdasarkan hasil di laboratorium, susunan lapisan tanah di daerah Karang Maritim dari 0.0 meter sampai kedalaman 0,20 meter merupakan lapisan humus, 0.2 meter sampai 0.8 meter merupakan lapisan pasir halus warna coklat, 0.8 meter sampai 1.2 meter merupakan lapisan pasir halus warna abu-abu.



Gambar 5. Data sebaran gempa yang terjadi pada tahun 1990-2004 (warna menunjukkan kedalaman hiposenter gempa)

3.2.3. Analisis Hidro-Oceanografi

a) Analisis Data Pasang Surut

1). *Analisis data sekunder pasang surut terukur*: Pasang-surut adalah fenomena naik-turunnya muka air laut yang diakibatkan oleh gaya tarik-menarik antara Bumi dengan benda-benda di angkasa terutama Bulan dan Matahari. Walau Bulan mempunyai massa yang relatif kecil dibanding Matahari, namun karena letaknya yang relatif dekat dengan Bumi, maka pengaruh Bulan adalah lebih besar dibanding Matahari. Data sekunder pasang-surut, berupa data 15 menitan yang diukur mulai 10 Mei – 11 Juni 2001.

Tipe pasang-surut di kawasan pantai Teluk Lampung adalah tipe semi diurnal campuran. Semi diurnal mengandung pengertian bahwa pada kawasan tersebut mengalami dua kali pasang dan dua kali surut setiap harinya. Dalam satu hari, pasang pertama akan berbeda dengan pasang kedua. Demikian pula halnya dengan surut pertama akan berbeda dengan surut kedua. Hal ini biasa disebut sebagai ketidaksamaan harian (*daily inequality*).

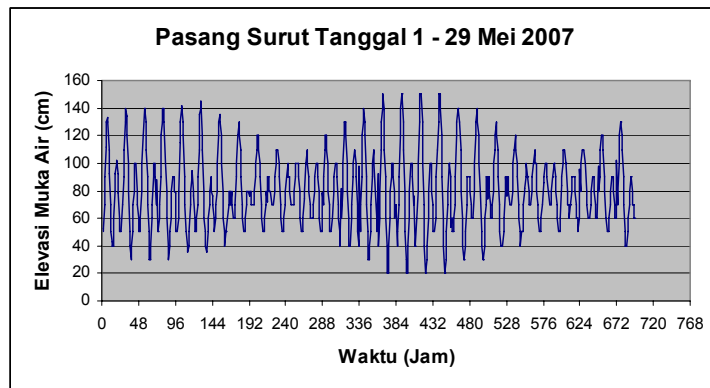
Dalam satu bulan terjadi dua kali pasang tinggi (*spring tide*) dan dua kali pasang rendah (*neap tide*). Pada saat pasang tinggi maka akan terjadi pasang yang sangat tinggi dan surut yang sangat rendah. Sedangkan pada saat pasang rendah akan terjadi pasang dan surut yang sangat kecil. Saat terjadinya *spring tide* adalah ketika bulan mati ataupun bulan purnama.

Pasang surut di Kawasan Pantai Teluk Lampung mempunyai kisaran (*tidal range*) sebesar 143,8 cm (= 167,8 cm – 24,00 cm), atau mempunyai amplitudo sebesar 76,9 cm. Besaran *tidal range* ini disamping berperan dalam menentukan elevasi tertinggi dan terendah

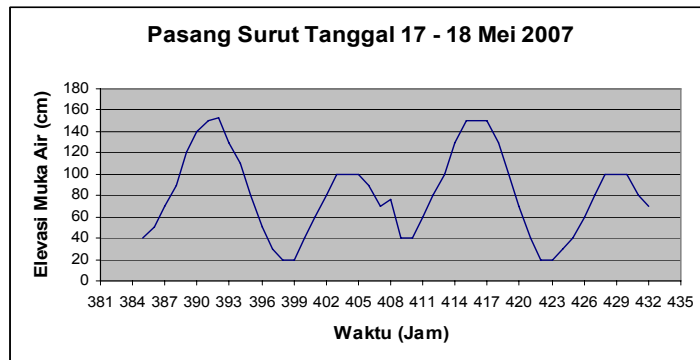
muka air laut juga akan menentukan batas atas dan batas bawah dari stabilitas bangunan sebagai akibat dari gelombang rayapan (*run up*) dan gelombang seret (*run down*).

2). *Analisis Data Primer Pasang Surut*: Untuk mendapatkan data primer pasang surut dilakukan pengukuran pasang surut pada Tanggal 1 Mei 2007 hingga 29 Mei 2007. Pengukuran dilakukan jam-jaman, dengan lokasi di bekas dermaga Srengsem, Panjang. Pengukuran ini disamping dimaksudkan untuk mendapatkan komponen pasang-surut, juga dimaksudkan untuk penentuan berbagai elevasi muka air laut dan elevasi *Bench Mark*.

Dari Pengukuran ini diperoleh hasil bahwa HHWL terjadi pada tanggal 17 Mei 2007 Pukul 08.00 yaitu pada elevasi 153 cm pada rambu, sedangkan LLWL terjadi pada tanggal 17 Mei 2007 Pukul 15.00 yaitu pada elevasi 20 cm pada rambu. Dengan demikian beda pasang surut adalah $(150-20)$ cm = 133 cm.



Gambar 6. Grafik Pasang Surut Tanggal (1 – 29) Mei 2007.



Gambar 7. Grafik Pasang Surut Tanggal (17 – 18) Mei 2007.

Pada tanggal 18 Mei 2007 terdapat serangan gelombang *swell* terhadap pantai-pantai di Indonesia bagian barat dan selatan. Pada saat tersebut bersamaan dengan tanggal muda menurut penanggalan bulan, sedemikian rupa sehingga pasang yang terjadi sangatlah tinggi dan surut yang terjadi sangatlah rendah. Namun demikian perlu dikemukakan di sini bahwa antara *swell* dan gelombang pasang surut adalah dua hal yang berbeda. Yang perlu mendapat perhatian adalah dalam melakukan rancangan bangunan pantai bahwa kejadian gelombang pasang saat *spring tide* bisa saja terjadi bersamaan dengan serangan *swell*.

Terdapat perbedaan antara rentang pasang surut antara pengukuran yang dihasilkan dari data sekunder dan data primer. Dari data sekunder didapatkan rentang pasang surut sebesar 143,8 cm, sedangkan dari data primer didapatkan rentang pasang surut sebesar

133 cm. Jadi terdapat perbedaan sebesar 10,8 cm. Beda pasang surut yang lebih besarlah yang digunakan sebagai kondisi batas.

b) Analisis data gelombang

1). *Data gelombang terukur*: Data gelombang yang diperoleh pada penelitian ini adalah data yang tercatat di laut dalam yang terletak di Selat Sunda yang dicatat secara terus-menerus dan dianalisis setiap 6 jam selama kurun waktu 5 tahun. Tinggi gelombang signifikan (H_s) diperoleh dengan cara merata-ratakan sepertiga tinggi gelombang tertinggi selama pencatatan. Sedangkan perhitungan tinggi gelombang dihitung menggunakan Metode Weibull dan Fisher Tippet Tipe I. Menurut Jokowinarno, D. (2007) didapatkan bahwa H_s pada kala ulang 10 tahun dengan Metode Weibull = 5,82 meter sedangkan dengan Metode Fisher Pippet Tipe 1 = 5,24 meter.

2). *Refraksi dan pendangkalan* : Dengan analisis regresi terhadap 7304 data H_s dan periode (T), didapatkan hubungan sebagai berikut: $T = 8,077 e^{0,100062 H}$. Sehingga $H_s = 5,82$ m akan mempunyai periode $T = 14,51$ detik. Sesuai dengan hukum kekekalan energi, pada proses refraksi dan pendangkalan maka gelombang tersebut akan mengalami pembelokan arah dan penurunan tinggi gelombang dan akan pecah pada kedalaman tertentu. Pembelokan arah gelombang adalah sedemikian rupa sehingga gelombang yang mendekati ke garis pantai akan cenderung tegak lurus terhadap garis pantai.

c) Data gelombang konversi dari data angin

Data paling akurat adalah yang berasal dari pengukuran langsung di lapangan. Namun demikian perlu dibandingkan antara data gelombang terukur dengan data gelombang terhitung. Gelombang yang dibangkitkan oleh angin merupakan tipe gelombang pendek (*short waves*). Bretschneider pada tahun 1952 (*Shore Protection Manual*, 1984) melakukan revisi terhadap metode yang dikembangkan oleh Sverdrup dan Munk. Metode ini selanjutnya disebut S.M.B. Latar belakang pemikirannya adalah bahwa tinggi dan periode gelombang merupakan fungsi kecepatan angin, panjang *fetch*, dan kedalaman air. Dalam metode S.M.B. parameter-parameter tak berdimensi yang digunakan adalah :

$$H^* = G_h \sqrt{U^2}; T^* = G_t \sqrt{U}; F^* = G_f/U; t^* = g t/U; d^* = g d/U^2 \tag{1}$$

Keterangan: H_s = tinggi gelombang signifikan; T_s = periode gelombang signifikan; F = panjang *fetch*; t = Durasi badai (lama angin berhembus); U = kecepatan angin yang berhembus 10 meter di atas permukaan air.

Formula Bretschneider untuk air dalam dan angin berhembus cukup lama, seperti yang tercantum dalam *Shore Protection Manual* (1984) adalah sebagai berikut :

$$H^* = 0,283 \tanh(0,0125 F^{*0,42}) \tag{2}$$

$$T^* = 1,2 \cdot 2\pi \tanh(0,077 F^{*0,25}) \tag{3}$$

Sedangkan formula untuk air dangkal dengan *fetch* yang sangat lebar adalah :

$$H^* = 0,283 \tanh(0,53 d^{*0,75}) \tag{4}$$

$$T^* = 1,2 \cdot 2\pi \tanh(0,833 F^{*0,375}) \tag{5}$$

Fetch (panjang seret gelombang) adalah areal perairan yang dibutuhkan untuk memungkinkan dibangkitkannya gelombang. Panjang *fetch* biasanya diukur dari garis pantai yang satu ke garis pantai berikutnya. Dengan demikian, panjang *fetch* bisa dalam ukuran meter hingga ribuan kilometer.

Kedalaman air merupakan rerata dari kedalaman areal yang memungkinkan terbangkitnya gelombang. Di laut lepas biasanya mempunyai kedalaman yang lebih besar dibanding daerah pantai. Sehingga kedalaman yang dimaksud adalah rerata dari kedalaman di laut dalam. Hal ini terkait pula dengan *out put* dari metode S.M.B. yang berupa T_s (periode gelombang signifikan) dan H_s (tinggi gelombang signifikan) di laut dalam. Sedangkan

jika hendak didapatkan tinggi dan periode gelombang di dekat pantai maka diperlukan hitungan refraksi, defraksi serta *shoalling* (pendangkalan).

Arah Tenggara merupakan arah dominan berhembusnya angin. Hal ini terkait pula dengan orientasi Teluk Lampung yang menghadap ke arah Tenggara. Dengan kata lain, jika arah angin terbesar adalah dari Barat Laut misalnya, maka untuk pembangkitan gelombang di Kawasan Pantai Teluk Lampung tidak akan berpengaruh banyak. Misal digunakan angin dengan kecepatan 15 m/det. Maka dengan metode S.M.B. didapatkan tinggi gelombang signifikan di laut dalam sebesar 3,9 meter.

3.2.4. Analisis Hidrologi

Analisis data hidrologi ditujukan untuk mendapatkan besaran debit banjir. Way Galih Panjang merupakan tipe sungai *ephemeral* yang mengalir hanya pada saat hujan saja, karena muka air tanahnya selalu berada di bawah dasar sungai. Disamping itu berkaitan dengan pendangkalan sungai telah mengakibatkan kapasitas tampung sungai yang merupakan saluran drainase utama ke laut menjadi berkurang.

a) Karakteristik Sungai

Sungai-sungai di wilayah Kota Bandar Lampung merupakan jenis sungai yang bercabang. Ruas-ruas sungai/anak sungai yang menyusun alur aliran yang terbesar dan terpanjang diklasifikasikan sebagai saluran drainase primer. Sedangkan anak/cabang sungai yang bermuara ke alur tersebut disebut sebagai saluran drainase sekunder, dan seterusnya sebagai saluran drainase tersier dan drainase kuarter. Way Galih Panjang yang berada di sebelah timur Way Lunik menerima limpasan dari wilayah sempit di bagian timur kota, yaitu melalui dua anak sungai Way Galih Panjang Kanan dan Way Galih Panjang Kiri. Bagian hulu Way Galih Panjang berada pada satuan morfologi perbukitan dengan kemiringan dasar sungai curam.

b) Analisis Hidrologi

Data hujan yang digunakan dalam analisis merupakan hasil pencatatan beberapa stasiun hujan yang ada di Kota Bandar Lampung. Kondisi jaringan pencatat hujan dalam keadaan baik, bisa dimanfaatkan sesuai dengan peruntukan dan tingkat keakuratan data hujan yang dicatat pada masing-masing stasiun hujan mewakili daerah sekitarnya.

Hasil pengukuran dari masing-masing stasiun hujan merupakan data hujan lokal (*point rainfall*), sedangkan untuk keperluan analisis diperlukan data hujan Daerah Aliran Sungai (*areal rainfall*). Pada prinsipnya ada tiga cara yang digunakan untuk memperhitungkan data hujan rata-rata DAS (*areal rainfall*) dari *point rainfall*, yaitu cara rata-rata aljabar (*arithmetic mean method*), poligon thiessen (*thiessen polygon method*) dan metode Isohyet. Dalam studi ini, analisis curah hujan rata-rata diperoleh dengan cara poligon Thiessen.

1). *Curah hujan rencana*: Besarnya curah hujan rencana diperkirakan dengan menggunakan analisis frekuensi. Metode perhitungan hujan rencana dipilih berdasar metode yang sesuai dengan cara pengujian statistik, yaitu uji kemencengan kurtosis (Ck), kemencengan *skewnes* (Cs) dan koefisien variasi (Cv). Curah hujan rencana diperhitungkan untuk periode ulang (Tr) = 2; 5; 10; 20; 25 dan 50 tahun. Nilai hujan rencana untuk kala ulang 2; 5; 10; 20; 25; dan 50 tahun sungai Way Galih Panjang adalah 79,927 mm; 106,185 mm; 125,961 mm; 143,913 mm; 153,826 mm; dan 176,753 mm.

2). *Intensitas Curah Hujan*: Intensitas curah hujan adalah laju rata-rata dari curah hujan selama waktu tertentu (waktu konsentrasi) dengan periode ulang (Tr) tertentu. Hubungan

antara intensitas dan waktu konsentrasi dapat dinyatakan dengan grafik Lengkung Intensitas yang digambarkan untuk berbagai periode ulang yang diinginkan.

$$I = R_{24} / 24 * [24/t]^{2/3} \tag{6}$$

Tabel 1. Hujan Rerata Maksimum pada Stasiun CH di Kota Bandarlampung

| No | Tahun | Stasiun | | | | | Maksimum | |
|----|-------|---------|--------|--------|--------|--------|------------|---------|
| | | PH.001 | PH.002 | PH.003 | PH.004 | PH.005 | Hujan (mm) | Tanggal |
| 1 | 1986 | 26.2 | 30.3 | 27.9 | 26.4 | 33 | 33 | 27 Des |
| 2 | 1987 | 25 | 48 | 48 | 21.4 | 46 | 48 | 01-Jan |
| 3 | 1988 | 44.2 | 57.2 | 35.6 | 16.9 | 42.2 | 57.2 | 02-Mar |
| 4 | 1989 | 57.7 | 34 | 30.2 | 19.6 | 72.7 | 72.7 | 08-Apr |
| 5 | 1990 | 41.6 | 45.4 | 18 | 9.4 | 56.4 | 56.4 | 13-Feb |
| 6 | 1991 | 48.8 | 22.4 | 33.9 | 36.2 | 29.4 | 48.8 | 15-Jan |
| 7 | 1992 | 65 | 35.3 | 20.8 | 22.8 | 51.9 | 65 | 02-Jan |
| 8 | 1993 | 29.2 | 20.36 | 29.2 | 31.1 | 28.36 | 29.2 | 01-Feb |
| 9 | 1994 | 56 | 19.6 | 37.9 | 26 | 27 | 56 | 09-Jan |
| 10 | 1995 | 18.1 | 34.68 | 18.82 | 32.84 | 44.78 | 44.78 | 10-Jan |
| 11 | 1996 | 73.4 | 70.54 | 31.3 | 31.82 | 31.82 | 73.4 | 23-Feb |
| 12 | 1997 | 29.4 | 10 | 16.28 | 7.4 | 39.16 | 39.16 | 31-Jan |
| 13 | 1998 | 27 | 29 | 26.4 | 32.4 | 23.6 | 32.4 | 11-Apr |
| 14 | 1999 | 16.2 | 23.8 | 18.9 | 41.54 | 45.02 | 45.02 | 18-Feb |
| 15 | 2000 | 13.8 | 24.6 | 8.6 | 12.5 | 37.8 | 37.8 | 03-Feb |

Dari perhitungan diperoleh nilai Intensitas curah hujan (mm/hari) untuk kala ulang 2; 5; 10; 20; 25; dan 50 tahun secara berurutan adalah 46,42; 61,67; 73,16; 83,58; 89,34; dan 192,66. Waktu Konsentrasi Sungai Way Galih Panjang diperoleh sebesar 0,461 jam.

3). *Perhitungan Debit Rencana* : Besarnya aliran permukaan atau Debit Banjir Rencana (DBR) pada lokasi genangan di daerah perkotaan dihitung dengan metode rasional, karena merupakan daerah perkotaan yang padat dan mempunyai luasan yang relatif kecil. Parameter yang digunakan dalam metode rasional ini adalah nilai koefisien limpasan, intensitas curah hujan dan luas areal DPS. Rumus tersebut adalah sebagai berikut :

$$Q = \frac{C.I.A}{3,6} \tag{7}$$

Besaran debit rencana Sungai Way Galih Panjang untuk kala ulang 2; 5; 10; 20; 25 dan 50 tahun secara berurutan adalah 63,993 m³/det; 83,858 m³/det; 99,475 m³/det; 113,652 m³/det; 121,481 m³/det; dan 139,587 m³/det. Debit banjir Way Galih Panjang untuk kala ulang 2 tahunan adalah sebesar 63,121 m³/det. Jika, debit banjir mengalir dengan kecepatan 1,75 m/det, maka dibutuhkan luas tampang saluran drainase sekitar 36 m². Kapasitas pengaliran saluran drainase eksisting kurang dari 36 m², sehingga sering terjadi *overtopping* lewat tanggul / tebing sungai.

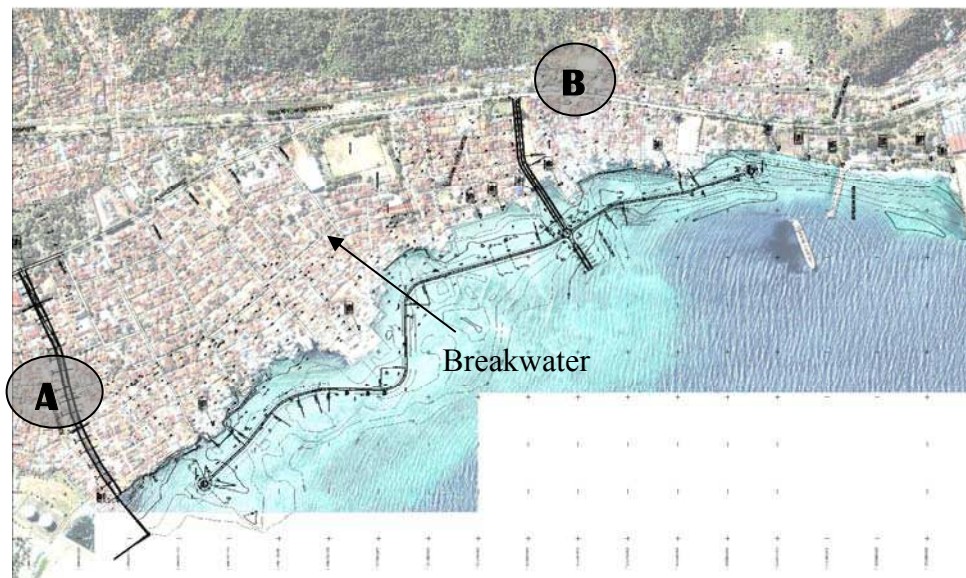
3.3. Gugusan Karang dan Desain Pengamanan Pantai

3.3.1. Konsep Pengamanan Pantai

Dari analisis data disarikan bahwa pengamanan pantai yang paling optimal adalah: (1) Konservasi gugusan karang (2) Pembuatan bangunan pelindung pantai untuk melindungi permukiman penduduk mulai dari sekitar muara Way Galih Panjang hingga sekitar Pelabuhan Srengsem; (3) Pengerukan muara Sungai Way Galih Panjang.

Lokasi tersebut di atas dipilih sebagai lokasi studi pengamanan pantai dengan beberapa alasan, yaitu: (1) Daerah di belakang ruas pantai antara muara Way Galih Panjang dengan Pelabuhan Srengsem merupakan daerah permukiman dengan tingkat kepadatan yang sangat tinggi, sehingga nilai perbandingan antara *benefit* dan *cost* (BCR) jika

diimplementasikan bangunan pengaman pantai akan tinggi. Kondisi eksisting inilah yang membedakan dengan daerah di sekitar yang berupa lokasi pelabuhan samudera dan beberapa industri milik swasta. Perusahaan-perusahaan tersebut diharapkan akan melakukan pengamanan pantai secara swadaya; (2) Ruas pantai di depan areal permukiman tersebut merupakan gugusan karang, sehingga akan memberikan keuntungan secara teknis jika perencanaan dan perancangan ini diimplementasikan. Keuntungan dari adanya gugusan karang adalah bahwa gelombang yang datang dari laut dalam akan pecah jika menghantam gugusan karang ini, sehingga energi yang menghantam pada bangunan pemecah gelombang pengaman pantai juga akan berkurang. Berkurangnya energi gelombang akan memberikan manfaat berupa pengurangan dimensi dari lapis luar (*armour layer*) dan elevasi puncak bangunan pemecah gelombang (*breakwater*). Jenis gelombang yang bisa diredam adalah tipe gelombang pendek (*waves* dan *swell*), dan tidak untuk tipe gelombang panjang (tsunami); (3) Disamping berfungsi sebagai pengaman pantai, memungkinkan pula keuntungan tambahan dalam upaya menunjang penataan kawasan. Gambaran pengamanan pantai Kecamatan Panjang seperti yang disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Lokasi rekomendasi pengamanan pantai

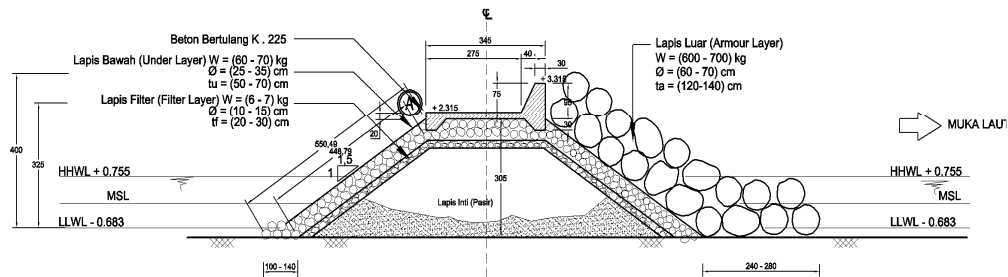
Poin A merupakan lokasi di sekitar muara Way Galih Panjang, sedangkan Poin B adalah lokasi di sekitar Pelabuhan Srengsem. Pada daerah antara Poin A dan Poin B tersebut merupakan permukiman padat yang perlu untuk dibuatkan bangunan pengaman pantai.

3.3.2. Struktur Breakwater

Dari analisis diperoleh bahwa breakwater direkomendasikan menggunakan tipe unit lepas (*rubble mound*). Beberapa hal yang berkaitan dengan geometri adalah sebagai berikut: (1) lebar puncak minimum; (2) ketebalan, terutama dari lapis luar; (3) jumlah batu dalam suatu luas permukaan; (4) elevasi dasar dari lapis luar.

Selanjutnya uraian untuk masing-masing yang berkaitan dengan geometri adalah sebagai berikut: (a) *Batu sebagai lapis luar*; Berbagai metode digunakan untuk memprediksi ukuran batu berdasar atas besarnya serangan gelombang. Pada penelitian ini digunakan Formula Hudson yang digunakan pada SPM (1984) dan Formula Van der Meer (1988a). Dengan serangan gelombang 1,5 meter dan kemiringan lereng 1,5 serta K_D

= 2, dibutuhkan diameter nominal 0,78 meter atau berat batu sebesar 748 kg; (b) *Lapisan bawah dan filter*; Massa untuk lapis filter 1 = 1/10 massa lapis luar = 74,8 kg sebanyak dua lapis. Sedangkan lapis filter yang kedua digunakan massa batu sebesar 1/10 dari lapis filter pertama, atau sebesar 7,48 kg sebanyak dua lapis. Dibawah lapis filter kedua berupa pasir sebagai inti (*core*); (c) *Breakwater bagian kepala*; Direkomendasikan bahwa dimensi lapis luar sama dengan yang digunakan pada badan breakwater, namun demikian kemiringan lerang dibuat lebih landai menjadi 1 : 2,5. Alternatif yang lain adalah dengan membuat kelandaian yang sama, namun demikian digunakan dimensi unit lepas yang lebih besar; (d) *Lebar puncak*; Lebar puncak minimal sebesar 4 x 90 cm = 360 cm, dan digunakan lebar sebesar 3,45 meter sebagai lebar rancangan. Lebar puncak ini adalah cukup untuk 1 lajur kendaraan roda empat. Namun demikian, perlu ditekankan di sini, bahwa fungsi dari breakwater ini bukanlah untuk lalu lintas kendaraan umum. Kendaraan roda empat yang diperkenankan adalah untuk keperluan operasi dan pemeliharaan breakwater. Penampang melintang breakwater secara umum disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Penampang Melintang Breakwater

3. KESIMPULAN

1. Lokasi yang terletak antara sekitar muara Sungai Way Galih Panjang dengan sekitar Pelabuhan Srengsem sepanjang kurang lebih 1,3 km merupakan lokasi yang memerlukan pengaman pantai untuk melindungi permukiman padat penduduk dari bencana dan dalam upaya memperbaiki kualitas lingkungan permukiman.
2. Bangunan pemecah gelombang dari unit lepas (*rubble mound breakwater*) dipilih sebagai bangunan pengaman pantai Kecamatan Panjang, dengan perletakan as breakwater pada jarak kurang lebih 50 meter dari permukiman tepi pantai yang merupakan gugusan karang yang harus dikonservasi.
3. Elevasi puncak bangunan breakwater terletak pada elevasi LLWL + 4.038 m atau MSL + 3.3549 m.
4. Lapis luar terbuat dari batu pecah dengan W = (600-700) kg, diameter (60-70) cm, sebanyak dua lapis dengan ta = (120-140) cm; Lapis bawah terbuat dari batu pecah bergradasi dengan W = (60-70) kg, diameter (25-35) cm, tu = (50 - 70) cm; Lapis filter terbuat dari batu pecah dengan W = (6-7) kg, diameter = (10-15) cm, tf = (20-30) cm.
5. Puncak breakwater memiliki lebar = 345 centimeter dengan lapis keras berupa beton bertulang mutu K 225, cukup untuk satu lajur kendaraan bermotor roda empat. Kendaraan bermotor roda empat khusus untuk O & P (operasi dan pemeliharaan) breakwater dan melakukan manuver di bundaran (*roundabout*).
6. Pengerukan muara Sungai Way Galih Panjang sepanjang sekitar 1,1 km (mulai dari samping Puskesmas Panjang ke arah hilir) dilakukan untuk mengurangi pendangkalan alur sungai dan penumpukan sampah yang mengakibatkan

penyumbatan muara. Pengerukan dilakukan hingga pada level LLWL + 0.00 m atau pada MSL – 0.6831 m, sebanyak kurang lebih 4.307 m³ material galian.

DAFTAR PUSTAKA

- Coastal Engineering Manual Volume I & II, 2002, Waterways Experiment Station, Corps Of Engineers, Departement of The American Army, USA.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2004, *Bangunan Pengaman Pantai dan Pengendalian Muara di Indonesia*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, Badan Penelitian dan Pengembangan, Jakarta.
- Dinas Tata Kota, Pemerintah Kota Bandar Lampung, 2001, *Penyusunan Tata Ruang Kawasan Pantai Teluk Betung Bandar Lampung*
- Djaya Rachman, 1989, *Cara Menghitung Pasang Surut Laut dengan Metode Admiralty, Penelitian dan Pengembangan Oceanologi*, Asean- Australia.
- Jokowinaro, D., 2007, *Penentuan Elevasi Permukaan Lahan Reklamasi di Teluk Lampung*, Rekayasa Vol 11 No.2 Agustus 2007
- Otto S.R., Ongkosongo, Suyarso, 1989, *Coopetive Programs an Marine Science Project I : Tides and Tidal Phenomena*. Penelitian dan Pengembangan Oceanologi, Asean-Australia.
- Pariwono, John L., 1989, *Kondisi Pasang Surut di Indonesia, Penelitian dan Pengembangan Oceanologi*, Asean- Australia.
- Pemerintah Daerah Propinsi Lampung, 1999, *Atlas Sumberdaya Wilayah Pesisir Lampung*
- Pemerintah Daerah Propinsi Lampung, BAPPEDA. 2000. *Rencana Tata Ruang Wilayah Propinsi Lampung*. Bandar Lampung.
- Shore Protection Manual volume I & II, 1984, *Waterways Experiment Station CorPs Of Engineers*, Departement Of the American Army, USA.
- Suroso., 1989, *Cara memperoleh konstanta Pasang Surut, Penelitian dan Pengembangan Oceanologi*, Asean- Australia.
- Triatmojo, B., 1999, *Teknik Pantai*, beta offset
- Van der Mer, J., Ligteringen, 1998, *Breakwater Design*, Lecture Note IHE Delft, The Netherlands.
- Yuwono, Nur, 1997, *Pengelolaan Daerah Pantai (Coastal Zone Management)*, Pusat Antar Universitas Ilmu Teknik Universitas Gajah Mada Yogyakarta, Yogyakarta.
- , 1995, *Program Admiralty*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.