

MENGENAL PANTAI



Sekitar 72 persen permukaan bumi ditutupi oleh air, sedangkan sisanya ditutupi daratan. Di antara laut dan darat terbentang suatu wilayah perantara yang disebut dengan pantai. Pantai adalah suatu wilayah yang berada di antara lautan dan daratan yang masih terpengaruh pasang surut air laut. Sebagai wilayah peralihan yang dinamis, pantai memiliki keunikan ekosistem dengan beragam potensi sumber daya dan permasalahan di dalamnya.

Pada tanggal 10 Agustus 2018, Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman meluncurkan Rujukan Nasional Data Kewilayahan yang diperoleh berdasarkan penghitungan data atas kerjasama Badan Informasi Geospasial dan Pusat Hidrografi dan Oseanografi - TNI AL. Salah satu isi data menyebutkan bahwa panjang garis pantai Indonesia adalah 108.000 kilometer yang menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara dengan garis pantai terpanjang di dunia.



Indonesia juga merupakan salah satu negara dengan jumlah pulau terbanyak di dunia. Berdasarkan hasil survei validasi dan verifikasi pulau yang dilakukan oleh Badan Informasi Geospasial bersama kementerian/lembaga lain yang terkait sampai dengan Agustus 2019 diperoleh data 16.671 titik pulau yang telah bernama dan berkoordinat, dan telah diajukan ke *United Nations Group of Experts on Geographical Names* (UNGEGN). Jumlah pulau tersebut berkaitan erat dengan panjang garis pantai Indonesia.

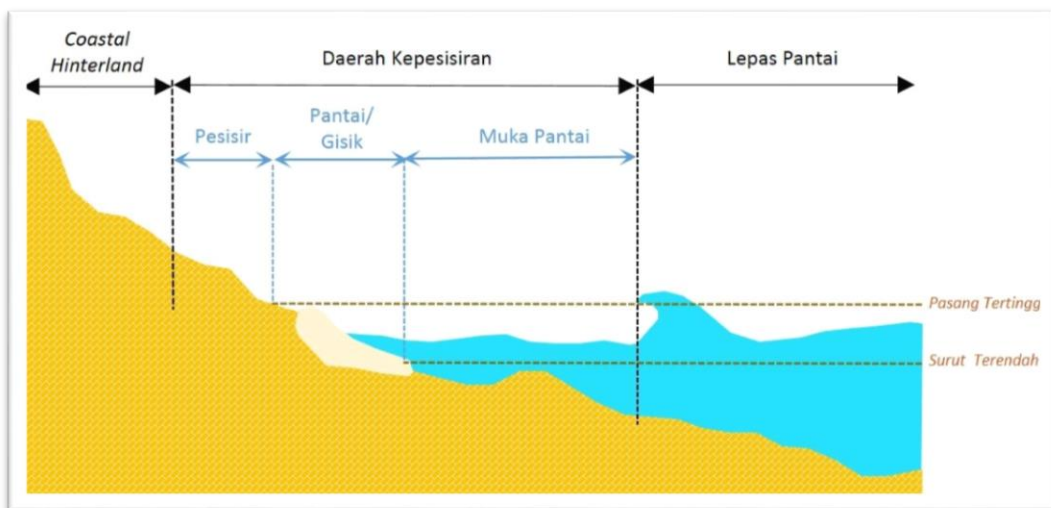


Gambar 1 Jumlah pulau, panjang garis pantai, dan luas perairan Indonesia

Terdapat beberapa istilah yang digunakan untuk mendefinisikan area-area di sekitar pantai. Dalam buku *Geoekologi Kepesisiran Indonesia*, disebutkan beberapa terminologi yang bersumber dari *Shore Protection Manual* di antaranya daerah pedalaman pesisir (*coastal hinterland*), kepebisiran (*coastal area*) dan lepas pantai (*offshore*).

Pedalaman pesisir atau *coastal hinterland* yaitu area yang berada di daratan dan tidak terpengaruh aktivitas laut. Daerah kepebisiran atau *coastal area* merupakan area antara lautan dan daratan yang di dalamnya terjadi proses yang saling mempengaruhi. Batas *coastal area* adalah lokasi pecah gelombang sedangkan batas di daratan biasanya vegetasi atau perubahan tutupan lahan.

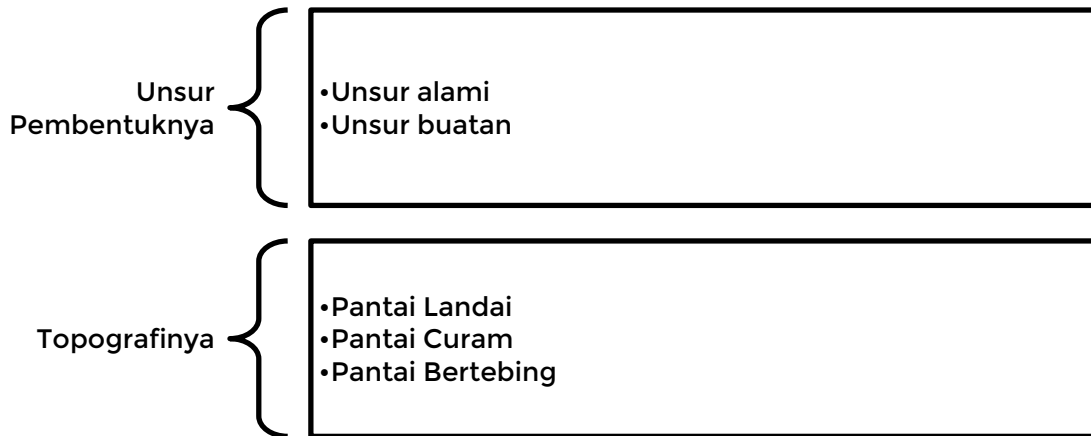
Pesisir adalah area dari *coastal hinterland* sampai ke area di mana terjadi perubahan morfologi, topografi, maupun vegetasi, sedangkan pantai atau gisik adalah area yang masih terpengaruh pasang surut. Lebih lanjut lagi dijelaskan dalam Peraturan Presiden No 121 Tahun 2012 tentang Rehabilitasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, pantai adalah daerah antara muka air surut terendah sampai air pasang tertinggi. Istilah pantai dan gisik dianggap sebagai hal yang sama, meskipun istilah gisik tidak begitu populer digunakan oleh masyarakat Indonesia. Lepas pantai adalah area antara pecah gelombang dan terus sampai ke arah laut. Penjelasan mengenai area pantai dan sekitarnya ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 2 Penampang melintang area pantai dan sekitarnya

Jenis-Jenis Pantai

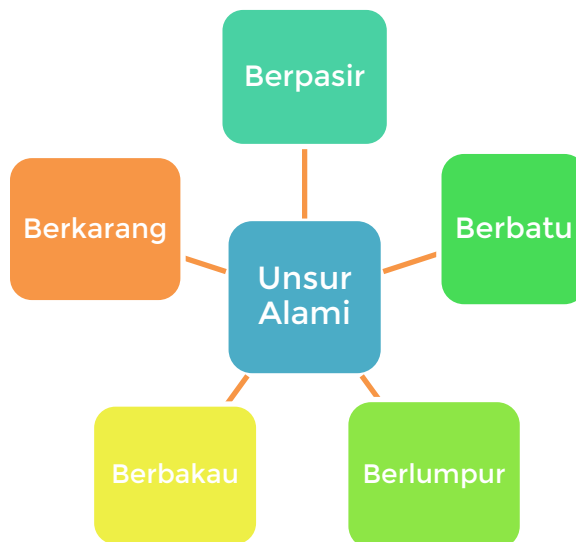
Terdapat banyak sekali jenis pantai yang ada di Indonesia. Secara sederhana jenis-jenis pantai dapat dibedakan berdasarkan dua kategori berikut, yaitu:



Gambar 3 Jenis Pantai

Jenis-Jenis Pantai berdasarkan Unsur Pembentuknya

Jenis pantai berdasarkan unsur pembentuknya dapat dibagi menjadi dua yaitu unsur alami dan buatan. Adapun jenis pantai yang pembentuknya unsur alami yaitu:



Gambar 4 Jenis pantai unsur alami

- **Pantai Berpasir**

Pantai berpasir merupakan pantai yang didominasi oleh hamparan atau dataran pasir, tersusun atas pasir, batuan kerikil (*gravel*), hancuran karang dan cangkang biota laut yang memiliki ukuran butir substrat antara 0,063 - 3 mm. Faktor fisik yang mempengaruhi terjadinya pantai berpasir ini adalah adanya gerakan ombak (Nugroho, 2012). Ukuran besar kecilnya butir pasir dipengaruhi oleh kuat lemahnya gerakan ombak. Gerakan ombak yang besar atau kuat akan menghasilkan ukuran pasir yang besar, sebaliknya gerakan ombak yang kecil akan menghasilkan ukuran pasir yang kecil. Pantai tipe ini dapat ditemui di daerah yang jauh dari pengaruh sungai besar atau di pulau kecil yang terpencil.



Gambar 5 Kenampakan pantai berpasir

Tumbuhan yang dominan tumbuh di pantai ini adalah kelapa, cemara laut, waru laut, dan ketapang. Pantai berpasir banyak terdapat pada pantai yang menghadap ke Samudra Hindia, seperti pantai selatan Jawa, Bali, Nusa Tenggara, dan pantai barat Sumatera (Triatmodjo, 1999). Kawasan pantai berpasir umumnya memiliki kenampakan alam yang indah dan sering dimanfaatkan sebagai objek pariwisata, seperti kawasan Pantai Kuta, Sanur, dan Pandawa (Bali), Pantai Senggigi, Tangsi/ Pink Lombok, dan Gili Meno (Nusa Tenggara Barat), Pantai Pulang Sawal, Pok Tunggal, dan Parangtritis (Yogyakarta), serta Pantai Natsepa, Ngurtafur, dan Liang (Maluku).

- **Pantai Berbatu**

Pantai berbatu umumnya terdiri dari bongkahan-bongkahan batuan granit dengan ukuran 2 - 16 mm. Dibandingkan dengan jenis pantai lainnya, pantai ini memiliki biota laut yang lebih beragam. Hal ini dikarenakan pantai berbatu memiliki kandungan oksigen yang baik, suplai makanan yang cukup dan merupakan tempat perlindungan bagi organisme yang baik. Pantai berbatu menjadi habitat bagi berbagai jenis moluska (kerang), bintang laut, kepiting, anemon dan ganggang laut. Pantai ini biasanya terletak pada tempat yang lebih tinggi dan seluruhnya terbentuk dari batu granit berukuran besar, batuan dasar atau lapisan tanah yang

keras. Pada pantai jenis ini, terbentuk banyak tebing, cerukan, dan gua. Tipe pantai ini banyak ditemui di wilayah Jawa bagian selatan, Nusa Tenggara dan Maluku.



Gambar 6 Contoh pantai berbatu

- **Pantai Berlumpur**

Pantai berlumpur terbentuk dari material hasil proses pengendapan di dekat muara sungai yang membawa sedimen suspensi dalam jumlah besar (Triatmodjo, 1999). Material endapan atau lumpur tersebut terdiri atas partikel-partikel halus berukuran lebih kecil dari 0,062 mm dengan kandungan bahan organik tinggi. Pantai berlumpur umumnya memiliki kondisi gelombang yang relatif tenang dengan morfologi pantai yang luas, kemiringan pantai sangat kecil, dan dangkal serta sulit untuk mengalami perkembangan yang signifikan. Di lapangan, pantai berlumpur terkadang berbatasan langsung dengan pantai berbakau. Pantai berlumpur dapat ditemukan di pantai utara Jawa dan timur Sumatera.



Gambar 7 Contoh pantai berlumpur

- **Pantai Berbakau**

Pantai berbakau merupakan pantai dengan vegetasi *mangrove*, terdiri dari kelompok pepohonan yang bisa hidup dalam lingkungan berkadar garam tinggi. Salah satu ciri tanaman *mangrove* yaitu memiliki akar yang menyembul ke permukaan. Penampakan *mangrove* seperti hamparan semak belukar yang memisahkan daratan dengan laut. Lebih dari sepertiga luasan mangrove tropis terdapat di Asia Tenggara. Dari jumlah tersebut yang masuk wilayah Indonesia mencapai lebih dari 80%, sehingga Indonesia menjadi negara dengan hutan *mangrove* terluas. *Mangrove* memiliki peran ekologis yang besar bagi kehidupan manusia diantaranya sebagai penyedia sumber makanan, bahan baku industri, mencegah banjir, mencegah erosi, hingga fungsi rekreasi. Tanaman *mangrove* yang sering ditemukan di Indonesia antara lain *Sonneratia sp.*, *Rhizophora sp.*, *Avicennia sp.*, dan *Bruguiera sp.* Pantai berbakau yang luas terdapat di perairan yang relatif tenang dan merupakan tempat bermuara sungai-sungai besar seperti pantai timur Sumatera, pantai barat serta selatan Kalimantan, pantai utara Jawa, dan pantai barat daya Papua, terutama di sekitar Teluk Bintuni.



Gambar 8 Contoh Pantai Berbakau

- **Pantai Berkarang**

Pantai berkarang merupakan salah satu jenis pantai yang memiliki ekosistem cukup unik dan menarik. Hal tersebut dikarenakan jenis pantai yang satu ini akan sangat berhubungan erat dengan kondisi di bawah laut itu sendiri. Pantai berkarang terbentuk oleh aktivitas binatang karang dan jasad renik lainnya. Proses ini terjadi pada areal yang cukup luas, biasanya terdapat di semenanjung dan tebing pantai yang terselingi pantai berlumpur dan berpasir (Yulius, 2018). Terumbu karang mempunyai sifat melindungi pantai dari abrasi, yang berarti garis pantai di kawasan berkarang cukup stabil, tidak mudah terkena abrasi dan akresi. Pantai berkarang dapat ditemukan di Pulau Sulawesi, Nusa Tenggara dan Maluku, sehingga tidak mengherankan jika kawasan-kawasan tersebut banyak memiliki lokasi objek wisata pantai dengan pemandangan bawah laut yang menakjubkan.

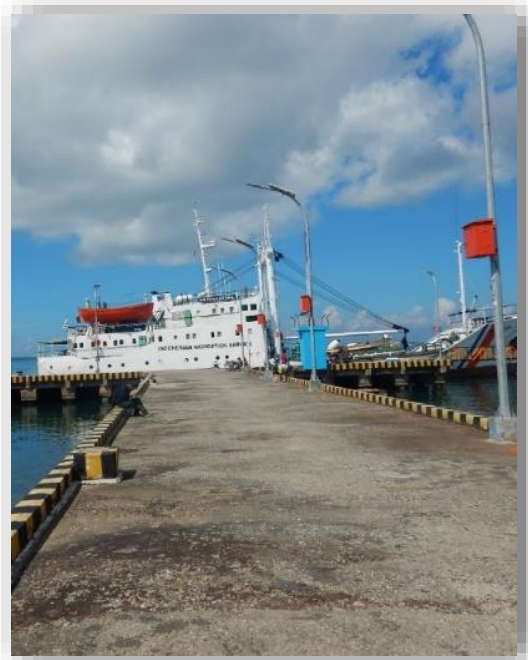


Gambar 9 Pantai berkarang

Sedangkan jenis pantai yang bentuknya dari unsur buatan di antaranya adalah:

- **Pantai dengan Pelabuhan**

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No 61 Tahun 2009, pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan pengusahaan yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik turun penumpang, dan/atau bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi. Pelabuhan juga dapat didefinisikan sebagai daerah perairan yang terlindung dari gelombang laut.



Gambar 10 Contoh pantai dengan pelabuhan

- **Pantai dengan Pemecah Gelombang**

Pemecah ombak atau *breakwater* adalah prasarana yang dibangun untuk memecahkan ombak/gelombang dengan menyerap sebagian energi gelombang. Pemecah gelombang digunakan untuk mengendalikan abrasi yang menggerus garis pantai dan untuk menenangkan gelombang di pelabuhan sehingga kapal dapat merapat di pelabuhan dengan lebih mudah dan cepat. Pemecah gelombang harus didesain sedemikian sehingga arus laut tidak menyebabkan pendangkalan karena pasir yang ikut dalam arus mengendap di kolam pelabuhan.



Gambar 11 Contoh pantai dengan pemecah ombak

Jenis-Jenis Pantai berdasarkan Topografi

Pantai berdasarkan topografinya dapat dibedakan menjadi tiga yaitu:

- **Pantai Landai**

Pantai landai memiliki kemiringan pantai datar sampai landai. Bentuk permukaan cenderung datar dan terlihat tidak ada perubahan sedikit pun dari ujung pantai sampai landai dengan profil pantai menurun sedikit demi sedikit ke arah laut. Pantai landai berada di daerah dataran rendah sehingga masih terpengaruh proses abrasi, sedimentasi, dan pasang surut air laut. Jenis pantai landai pada umumnya dapat ditemukan pada pantai berbakau, pantai berlumpur, dan juga pantai dengan muara sungai.

- **Pantai Curam**

Pantai curam memiliki bentuk dinding-dinding bukit yang curam dan terjal. Pantai yang curam disebabkan oleh alunan ombak yang menghantam dinding bukit dengan sangat kuat, sehingga membentuk permukaan yang curam akibat kikisan ombak.

Pantai curam pada umumnya terdapat di daerah pegunungan yang berbatasan langsung dengan laut, baik yang sejajar maupun yang memotong garis pantai. Selain itu, pantai curam juga diketahui memiliki banyak batu karang yang menjadi salah satu ciri khas dari pantai curam berbatu. Pantai curam dapat dijumpai di wilayah pantai Jawa bagian selatan, Kepulauan Alor, dan Nusa Tenggara Timur.

- **Pantai Bertebing**

Pantai bertebing (*cliffed coast*) merupakan pantai yang memiliki tebing mendekati tegak. Tebing tersebut pada umumnya berasal dari batuan induk maupun hasil endapan tebing yang terkikis karena abrasi. Dinding tebing yang tegak menyebabkan perubahan muka laut dianggap berada pada satu garis horizontal. Pantai bertebing dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu pantai bertebing terjal dan bergantung. Pantai ini sering dijumpai di laut yang dangkal dan kadang berbatasan langsung dengan pantai berpasir. Namun, ada juga yang selebihnya tak memiliki pantai berpasir.



Gambar 12 Contoh pantai bertebing

Karakteristik Pantai di Indonesia

Indonesia memiliki wilayah pantai dengan potensi sumber daya produktivitas hayati yang tinggi serta jasa lingkungan dengan nilai ekonomi yang cukup tinggi. Pemanfaatan wilayah pantai dan pesisir sudah dilakukan oleh manusia sejak dahulu untuk pemenuhan kebutuhan penduduk dan lahan dengan menjadikannya sebagai wilayah permukiman. Kemudahan transportasi, tingginya aktivitas perdagangan, ketersediaan pangan seperti ikan, udang, kepiting, kerang-kerangan, dan berbagai spesies yang bisa dikonsumsi menjadi beberapa alasan pemanfaatan tersebut. Sekitar 60% penduduk Indonesia dan 80% lokasi industri terletak di wilayah kepebisiran (Adrianto, 2015). Kota-kota besar di Indonesia juga banyak yang memiliki wilayah pantai, diantaranya Jakarta, Semarang, Makassar, Jayapura, dan Balikpapan. Selain menjadi lokasi permukiman, wilayah kepebisiran juga dimanfaatkan untuk aktivitas perdagangan, perhubungan, perkembangan industri dan berbagai sektor lainnya.

Pantai yang menjadi daerah pertemuan antara wilayah darat dan laut memiliki kondisi lingkungan yang cenderung dinamis dengan karakteristik yang dipengaruhi oleh proses-proses fisik baik di daratan maupun lautan. Proses laut yang dapat mempengaruhi dinamika di wilayah pantai antara lain gelombang, pasang surut, dan arus sedangkan proses darat yang berpengaruh diantaranya sedimentasi pada muara sungai maupun aktivitas pemanfaatan dan

pembangunan oleh manusia. Beragam proses tersebut dapat mengubah bentuk maupun tutupan wilayah pantai.

Dinamika yang terjadi di sepanjang wilayah pantai menyebabkan pantai menyimpan beragam potensi maupun permasalahan yang perlu dikelola agar dapat dimanfaatkan secara optimal. Seiring dengan peningkatan kebutuhan dan pemanfaatannya, wilayah pantai menyangga beban kebutuhan lingkungan yang kompleks. Dinamika fisik yang terjadi di wilayah pantai menyebabkan pantai rentan terhadap perubahan dan degradasi lingkungan serta bencana alam. Isu konflik pemanfaatan dan kewenangan wilayah pantai serta ketidakpastian hukum akan pemilikan dan penguasaan sumber daya pantai dan pesisir menjadi isu utama dalam pengelolaannya (Adrianto, 2015).

Fenomena yang dapat mempengaruhi perubahan di wilayah pantai diantaranya proses abrasi atau erosi pantai, akresi atau sedimentasi, banjir, tsunami, kenaikan muka air laut (*sea level rise*), dan penurunan permukaan tanah di pesisir (*land subsidence*). Fenomena alam tersebut perlu dipelajari salah satunya dengan cara memahami karakteristik wilayah pantai dan perairan agar dampak negatif yang mungkin muncul dapat diminimalisasi.

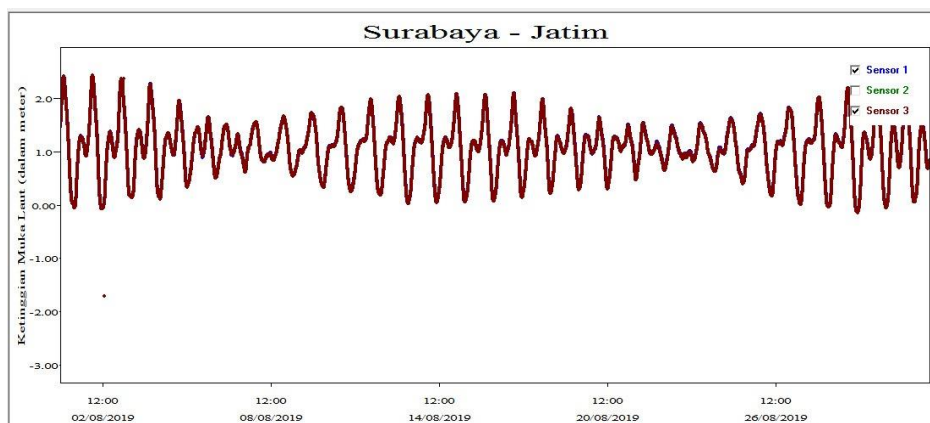
Perairan Indonesia mempunyai suhu permukaan yang tinggi hampir sepanjang tahun karena lokasinya yang berada di daerah tropis. Menurut Syaifullah (2015), suhu permukaan laut diasosiasikan sebagai indeks banyaknya uap air pembentuk awan di atmosfer. Jika suhu permukaan laut panas maka uap air di atmosfer banyak akibat proses konveksi atau penguapan. Sebaliknya, jika suhu permukaan laut dingin maka uap air di atmosfer menjadi berkurang akibat kurangnya penguapan. Suhu permukaan laut di wilayah Indonesia mempunyai kisaran yang cukup lebar yaitu 26,0°C hingga 31,5°C.

Karakteristik pantai dan perairan juga dapat dicirikan dengan arus laut. Arus menggambarkan gerakan massa air satu tempat ke tempat lain secara luas. Arus yang terjadi di suatu perairan dapat dipengaruhi oleh angin dan pasang surut, bentuk topografi dasar lautan dan pulau di sekitar, gaya Coriolis dan spiral Ekman serta gradien tekanan (Surinati, 2011). Di perairan dangkal atau kawasan pantai, arus laut dapat dibangkitkan oleh gelombang laut, pasang surut laut atau sampai tingkat tertentu angin. Di perairan sempit dan semi tertutup seperti selat dan teluk, pasang surut merupakan gaya penggerak utama sirkulasi massa airnya (Dahuri et al., 2001). Arus pantai (*nearshore current*) dapat mempengaruhi proses erosi dan sedimentasi di pantai yang ditentukan oleh besarnya sudut yang dibentuk antara gelombang yang datang dengan garis pantai.

Arus yang disebabkan oleh angin pada umumnya bersifat musiman. Pada suatu musim arus mengalir ke satu arah dengan tetap, sedangkan pada musim berikutnya akan berubah arah sesuai dengan perubahan arah angin yang terjadi. Sirkulasi angin di suatu wilayah seperti ini menggambarkan keadaan angin pada daerah tropis dan sekaligus wilayah musim. Keadaan angin yang demikian dicerminkan pula oleh arus lautnya terutama di permukaan. Pada musim barat, di atas Laut Jawa bertiup angin dari barat ke timur sehingga arus Laut Jawa secara umum mengalir dari barat ke timur. Sebaliknya, pada musim timur arus Laut Jawa mengalir dari timur ke barat. Di bagian laut lainnya arus laut permukaan mengalir hampir sama dengan arah angin yang membangkitkannya. Arus-arus di kedalaman laut yang lebih dalam lebih banyak dipengaruhi oleh keadaan pasang surut dan sifat-sifat fisik lainnya seperti perbedaan temperatur, salinitas dan tekanan.

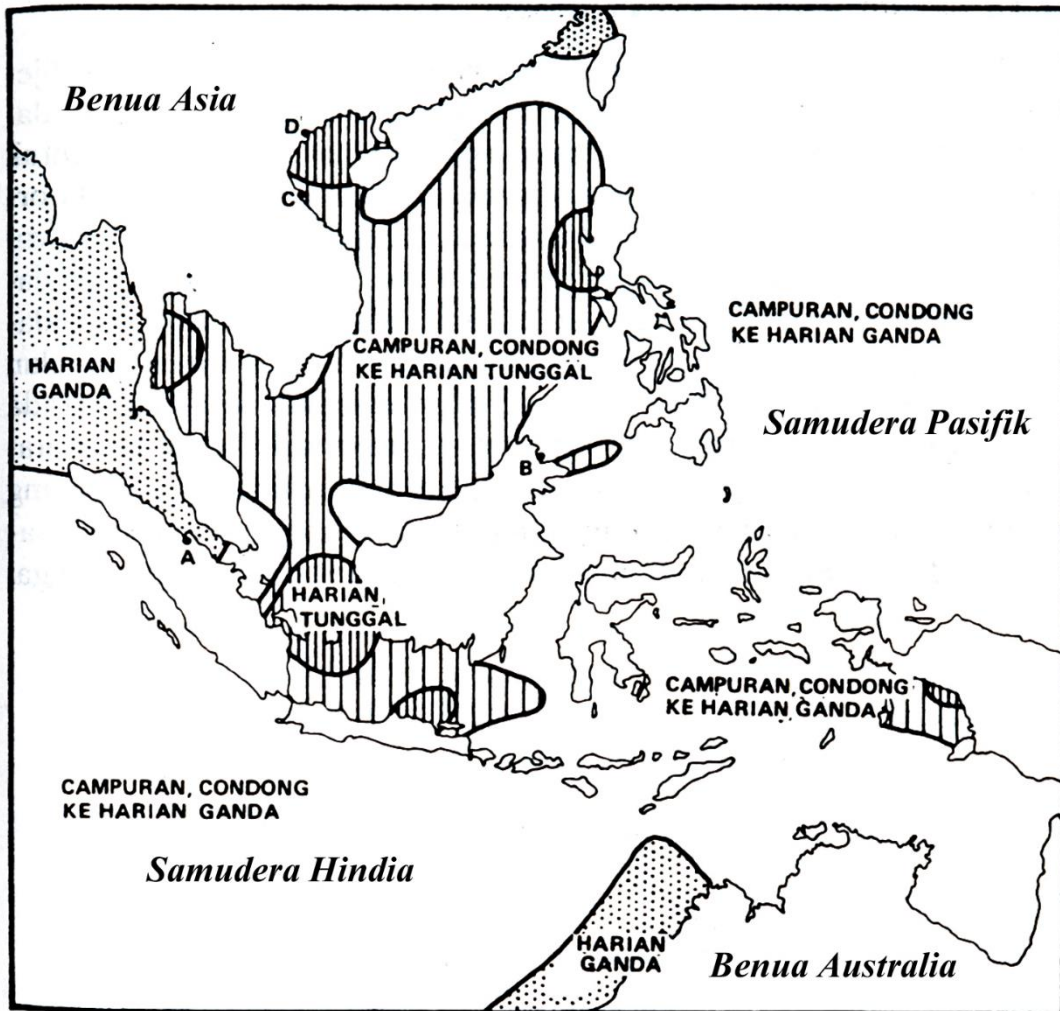
Berikutnya karakteristik perairan di Indonesia juga dipengaruhi oleh pasang surut. Pasang surut adalah proses naik turunnya muka air laut yang teratur, biasanya disebabkan oleh gaya tarik bulan dan matahari (Daeli, 2008). Karena posisi bulan dan matahari terhadap bumi selalu berubah secara hampir teratur, maka besarnya kisaran pasang surut juga berubah mengikuti perubahan posisi-posisi tersebut.

Tipe pasang surut suatu perairan ditentukan oleh frekuensi air pasang dan surut per hari. Menurut Wyrcki (1961) pasang surut di Indonesia dibagi menjadi empat tipe. Jika perairan tersebut mengalami satu kali pasang dan surut per hari, maka kawasan tersebut dikatakan bertipe pasang surut harian atau tunggal. Jika terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam satu hari, maka pasangannya dikatakan bertipe pasang surut ganda. Tipe pasang surut lainnya merupakan peralihan antara tipe tunggal dan tipe ganda, dan dikenal sebagai pasang surut campuran. Terdapat dua jenis pasang surut campuran yaitu pasang surut campuran condong tunggal dan pasang surut harian condong ganda.



Gambar 13 Sampel data pengukuran pasut di Surabaya

Keadaan pasang surut (pasut) di wilayah perairan Indonesia ditentukan oleh penjarangan pasang surut dari Samudra Pasifik dan Hindia serta morfologi pantai dan batimetri perairan yang kompleks, dimana terdapat banyak selat, palung dan laut yang dangkal sampai sangat dalam. Tunggang pasang surut di perairan Indonesia bervariasi antara 1 sampai dengan 6 meter. Di Laut Jawa umumnya tunggang pasang surut antara 1 - 1,5 m kecuali di Selat Madura yang mencapai 3 meter dengan tipe pasut campuran. Tunggang pasang surut 5 meter dijumpai di Papua umumnya dengan tipe pasut campuran juga.



Gambar 14 Distribusi tipe-tipe pasang surut di kawasan Kepulauan Indonesia dan sekitarnya (Triatmodjo, 1999)

Selain pasang surut dan arus, karakteristik perairan di Indonesia juga dipengaruhi oleh gelombang. Gelombang merupakan salah satu sumber energi penting dalam pembentukan pantai, transportasi sedimen dari dan menuju pantai. Pada

umumnya, kondisi gelombang di suatu perairan diperoleh secara tidak langsung dari data angin yang terdapat di suatu kawasan perairan (WMO, 2001). Hal ini didasari atas kondisi umum yang berlaku di laut, yaitu sebagian besar gelombang yang ditemui di laut dibentuk oleh energi yang ditimbulkan oleh tiupan angin. Gelombang jenis ini dikenal sebagai gelombang angin. Kuat lemahnya gelombang ini dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu kecepatan angin, lamanya angin berhembus (*duration*), dan jarak dari tiupan angin pada perairan terbuka (*fetch*). Ketinggian dan periode gelombang bergantung kepada panjang *fetch* pembangkitannya. *Fetch* adalah jarak perjalanan tempuh gelombang dari awal pembangkitannya. *Fetch* ini dibatasi oleh bentuk daratan yang mengelilingi laut. Semakin panjang jarak *fetch*-nya, ketinggian gelombangnya akan semakin besar (Hutabarat, 2008). Peranan gelombang menjadi sangat nyata jika berada di dekat pantai, karena sebagian energi gelombang ini dihempaskan di daerah pantai yang menyebabkan pemindahan sedimen dasar dan menghasilkan pengikisan/abrasi pantai dan sedimentasi di daerah lain. Energi gelombang ini juga dapat merusak bangunan pantai apabila bangunan tersebut tidak direncanakan dengan baik.

Karakteristik gelombang di perairan Indonesia berkaitan erat dengan pola angin musiman yang terjadi di wilayah Indonesia. Pada saat angin monsun Asia dan Australia (Desember Januari Februari dan Juni Juli Agustus), rata-rata tinggi gelombang lebih tinggi dibanding pada masa peralihan (Maret April Mei dan September Oktober November). Pada saat angin monsun Asia, puncak rata-rata gelombang tertinggi terjadi pada bulan Januari di wilayah perairan sebelah utara ekuator, sebaliknya pada saat monsun Australia, rata-rata gelombang tertinggi berada di selatan ekuator dengan puncaknya terjadi pada bulan Juli. Rata-rata tinggi gelombang di wilayah perairan terbuka seperti di perairan Samudra Hindia yang berada di barat Sumatera dan selatan Jawa lebih tinggi dibandingkan dengan perairan antar pulau seperti di Laut Jawa, Laut Banda dan Laut Flores. Kondisi ini terjadi karena adanya perbedaan panjang *fetch* yang terbentuk di wilayah perairan tersebut yang sangat dipengaruhi oleh kecepatan dan persistensi angin (Kurniawan dkk., 2011).

SUMBER DAYA PANTAI

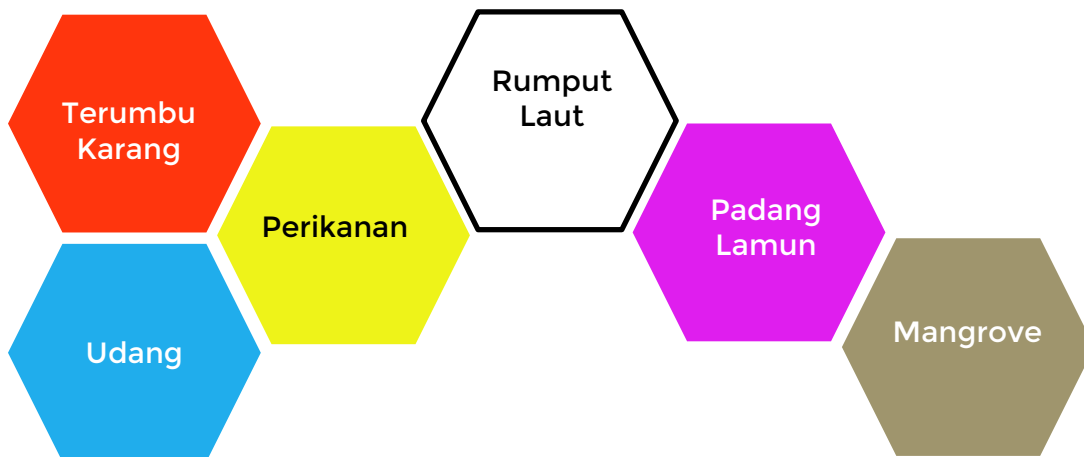


Wilayah pantai memiliki arti strategis karena merupakan wilayah peralihan (*interface*) antara ekosistem darat dan laut, serta memiliki potensi sumber daya alam dan jasa-jasa lingkungan yang sangat kaya (Clark, 1996 dalam Dahuri, 2001). Kekayaan ini mempunyai daya tarik tersendiri bagi berbagai pihak untuk memanfaatkan sumber dayanya dan mendorong berbagai instansi untuk meregulasi pemanfaatannya.

Sumber daya pantai adalah sumber daya alam, sumber daya binaan/buatan dan jasa-jasa lingkungan yang terdapat di dalam wilayah pantai (Dahuri, 2001). Potensi sumber daya pantai secara umum dibagi atas empat kelompok yakni (1) sumberdaya yang dapat pulih (*renewable resources*), (2) sumberdaya tidak dapat pulih (*non-renewable resources*), (3) energi kelautan dan (4) jasa-jasa lingkungan kelautan dan pantai (*environmental services*).

Sumber Daya yang Dapat Pulih (*Renewable Resources*)

Sumberdaya yang dapat pulih terdiri dari berbagai jenis ikan, udang, rumput laut, padang lamun, *mangrove*, terumbu karang termasuk kegiatan budidaya pantai dan budidaya laut (*marine culture*). Ketersediaan lahan pesisir merupakan salah satu potensi yang dapat dikembangkan untuk kegiatan perikanan. Demikian juga dengan wilayah perairan pantainya dapat dikembangkan untuk berbagai kegiatan budidaya terutama budidaya laut.



Gambar 15 Sumber daya pantai yang dapat pulih

- **Perikanan**

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan luas total perairan sebesar 6.4 juta km² serta mempunyai potensi dan keanekaragaman sumber daya yang besar bagi pembangunan ekonomi masyarakat Indonesia. Berdasarkan data FAO tahun 2018 dengan menggunakan data produksi tahun 2016, Indonesia menduduki peringkat ke-2 dalam produksi perikanan tangkap laut di dunia, peringkat ke-3 dalam produksi perikanan budidaya di dunia, dan peringkat ke-2 dalam produksi rumput laut.

Data statistik perikanan tangkap di Indonesia yang diperoleh dari Kelautan dan Perikanan dalam angka menunjukkan bahwa pada tahun 2007, produksi perikanan sebesar 5.044.737 ton dan pada tahun 2017 meningkat menjadi 7.071.452 ton. Hal ini menunjukkan produksi perikanan tangkap di laut terus meningkat.

- **Udang**

Salah satu potensi dalam bidang perikanan adalah budidaya udang. Kementerian Perdagangan menetapkan komoditas udang sebagai komoditas ekspor non migas nomor 6. Saat ini jenis udang yang paling banyak dibudidayakan adalah jenis udang vaname, udang putih, dan udang windu.

- **Rumput Laut**

Rumput laut memiliki kandungan karbohidrat, protein, sedikit lemak, dan abu yang sebagian besar merupakan senyawa garam natrium dan kalium, selain itu rumput laut juga merupakan komoditas unggulan perikanan budidaya yang termasuk komoditi yang dapat diperbaharui (*renewable resources*) dengan keragaman jenis yang tumbuh di perairan laut Indonesia.

Rumput laut memiliki potensi dalam bidang industri makanan, kosmetik, farmasi, kedokteran, dan pertanian. Potensi ini dapat meningkatkan pendapatan masyarakat pesisir Indonesia, sehingga perlu dilakukan optimalisasi dalam pemanfaatan rumput laut.

- **Padang Lamun**

Indonesia memiliki 15 jenis lamun dari total 60 jenis yang ada di dunia. Lamun merupakan tanaman mirip dengan rumput yang tumbuh terbenam di lingkungan laut dan umumnya terdapat pada daerah kepepesisiran atau laut dangkal pada wilayah tropis dengan kedalaman kurang dari 5 m saat pasang. Padang lamun berfungsi sebagai produsen primer di kepepesisiran, habitat beragam biota, pendaur

zat hara, penyerap karbon, penangkap sedimen serta penahan arus dan gelombang.

Berdasarkan Status Padang Lamun Indonesia 2018 oleh P2O-LIPI, Indonesia memiliki luasan lamun sebesar 293.464 ha atau sekitar 16%-35% dari total potensi luasan seluruhnya. Hasil pengamatan kondisi lamun pada kurun waktu 2015-2017 secara umum tergolong dalam kategori kurang sehat berdasar Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor 200 tahun 2004 (Sjafrie, 2018).

- **Mangrove**

Berdasarkan data ITTO (2010), Indonesia merupakan negara yang memiliki wilayah mangrove paling luas, yaitu hampir 21% dari luas hutan mangrove dunia. Namun sayangnya, menurut Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2015, 40% hutan mangrove Indonesia mengalami kerusakan, terutama di daerah berpenduduk padat. Padahal ekosistem hutan mangrove memiliki banyak manfaat salah satunya adalah sebagai penyedia nutrisi bagi biota perairan. Mangrove juga bermanfaat sebagai penahan abrasi, angin topan, dan tsunami. Secara ekonomis, ada banyak potensi yang dimiliki oleh ekosistem mangrove, seperti penyedia kayu, daun-daunan, obat-obatan, dan yang saat ini sedang populer dikembangkan yaitu sebagai kawasan wisata alam.

- **Terumbu Karang**

Menurut Dahuri (2001), Indonesia memiliki kurang lebih 50.000 km² ekosistem terumbu karang yang tersebar di wilayah pesisir dan lautan, atau sekitar 18% dari total luas terumbu karang dunia. Indonesia juga termasuk ke dalam wilayah segitiga karang dunia (*coral triangle*) bersama dengan Filipina, Malaysia, Timor Leste, Papua Nugini, dan Kepulauan Solomon. Dinamakan segitiga karang dunia karena garis batas yang melingkupi ke enam wilayah terumbu karang di negara-negara tersebut menyerupai bentuk segitiga.

Terumbu karang tersebar di perairan di dunia, namun dapat berkembang dengan baik hanya di perairan tropis. Terumbu karang merupakan ekosistem yang sangat rentan terhadap perubahan lingkungan. Kerusakan terumbu karang bisa terjadi karena banyak hal. Gempa bumi atau perubahan iklim dapat merusak terumbu karang secara alamiah. Selain itu sedimentasi, penggunaan pukat harimau untuk penangkapan ikan, penggunaan bom dan racun potasium, dapat mengganggu ekosistem terumbu karang bahkan merusaknya. Berdasarkan data dari Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, 30,07% terumbu karang di Indonesia berada dalam

keadaan rusak berat, dengan kondisi kerusakan paling parah di wilayah timur Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2015).

Sumber Daya yang Tidak dapat Pulih (*Non-Renewable Resources*)

Sumber daya tidak dapat pulih merupakan sumber daya yang membutuhkan waktu sangat lama dalam pembentukannya, bisa mencapai ratusan bahkan jutaan tahun sehingga perlu langkah-langkah konservasi agar tidak cepat habis. Pantai dan pesisir di Indonesia memiliki beragam sumber daya yang tidak dapat pulih, diantaranya mineral, bahan tambang/galian, minyak bumi dan gas.

Indonesia berada pada pertemuan lempeng tektonik yang menyebabkan wilayah kepesisiran sampai lautnya memiliki sumber daya minyak bumi, gas bumi, dan mineral yang besar. Berdasarkan hasil penelitian BPPT dalam Kusumastanto (2003), sekitar 70% cekungan minyak terdapat di wilayah laut. Wilayah pantai juga menyimpan potensi mineral dan bahan galian seperti pasir besi, pasir kuarsa dan kerikil yang bisa menjadi bahan konstruksi. Pasir kuarsa merupakan salah satu mineral yang dapat dimanfaatkan untuk material reklamasi dan banyak terdapat di sepanjang jalur granit Kepulauan Riau, Bangka, dan Belitung. Pasir laut di perairan Riau umumnya memiliki kandungan kuarsa di atas 80%.

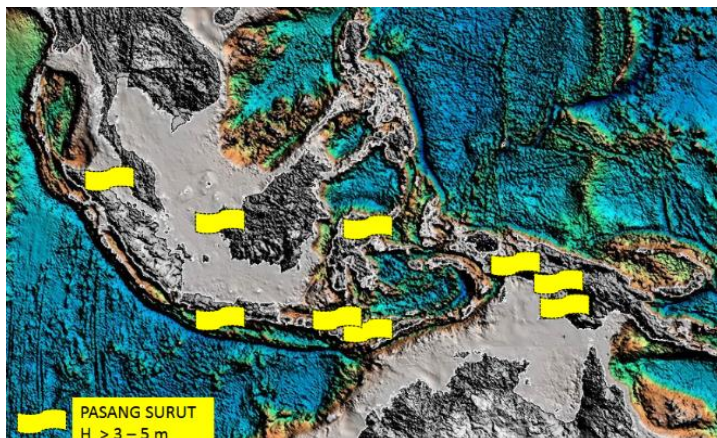
Pasir besi merupakan salah satu bahan baku dalam industri besi baja maupun industri semen. Material pasir besi terbentuk dari proses penghancuran batuan gunungapi yang mengalami transportasi sampai muara sungai, kemudian oleh tenaga arus, dan gelombang material tersebut terdeposisi di sepanjang pantai. Sumber daya pasir besi diantaranya terdapat di sepanjang pantai barat Sumatera, pantai selatan Jawa dan Bali, Sulawesi Utara, Nusa Tenggara Timur, Maluku Utara dan pantai utara Papua (Hilman, 2014).

Potensi Sumber Daya Energi di Laut dan Pantai

Wilayah laut maupun pantai di Indonesia menyimpan potensi sumber daya energi yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat. Energi laut merupakan energi yang dihasilkan dari pergerakan mekanik air laut, perbedaan ketinggian muka air laut, dan perbedaan temperatur air laut. Menurut Busaeri (2011) dalam Luhur (2013), energi laut merujuk pada energi terbarukan sebagai hasil pemanfaatan sumber daya di wilayah laut dan pantai yang dapat diperbaharui.

Indonesia berpeluang menyimpan potensi energi laut yang besar karena sekitar dua pertiga wilayahnya merupakan wilayah laut. Energi laut dapat digolongkan menjadi energi pasang surut (*tidal power*), gelombang (*wave power*), arus laut (*current power*), gradien salinitas (*salinity gradient*), dan energi gradien temperatur (*temperature gradient*) yang dihasilkan dari perbedaan suhu lapisan laut yang biasanya disebut dengan OTEC (*Ocean Thermal Energy Conversion*) (Khan, 2009). Energi laut dapat dikonversi menjadi energi listrik dengan teknologi tertentu. Indonesia masih belum memanfaatkan energi laut dengan optimal karena besarnya biaya investasi untuk pembangunan pembangkit listrik dan perlu pengembangan untuk penerapan teknologinya. Beberapa pemanfaatan energi laut saat ini berada dalam tahapan pengkajian maupun penelitian oleh beberapa lembaga seperti PLN, BPPT, ESDM, P3GL, LIPI, maupun universitas dan swasta.

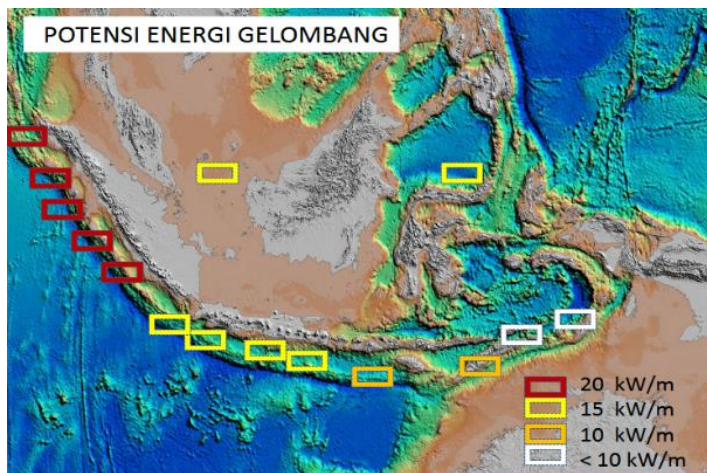
Energi pasang surut didapatkan dari energi potensial hasil pergerakan air laut dengan ketinggian muka laut berbeda saat pasang dan surut. Aliran saat air laut pasang dan surut dapat menggerakkan turbin untuk pembangkit listrik. Energi pasang surut dihasilkan jika rentang pasang surut lebih dari 5 (lima) meter. Beberapa daerah di Indonesia yang memiliki potensi energi pasang surut diantaranya Teluk Palu dengan struktur geologinya yang merupakan patahan, Teluk Bima di Sumbawa (Nusa Tenggara Barat), Kalimantan Barat, Papua, dan pantai selatan Pulau Jawa dengan pasang surut sekitar 5 meter serta Bagan Siapi-api dengan pasang surut sekitar 6 meter (Kementerian ESDM, 2016). Luhur (2013) menyebutkan bahwa potensi dari energi pasang surut mencapai 4.800 MW.



Gambar 16 Sebaran potensi energi pasang surut di Indonesia¹

¹ Peta oleh P3GL, ESDM dalam Achiruddin, D pada paparan berjudul Ocean Energy dari [http://www.kadin-indonesia.or.id/doc/energy/8%20-%20Energi%20Laut%20\(METI\).pdf](http://www.kadin-indonesia.or.id/doc/energy/8%20-%20Energi%20Laut%20(METI).pdf)

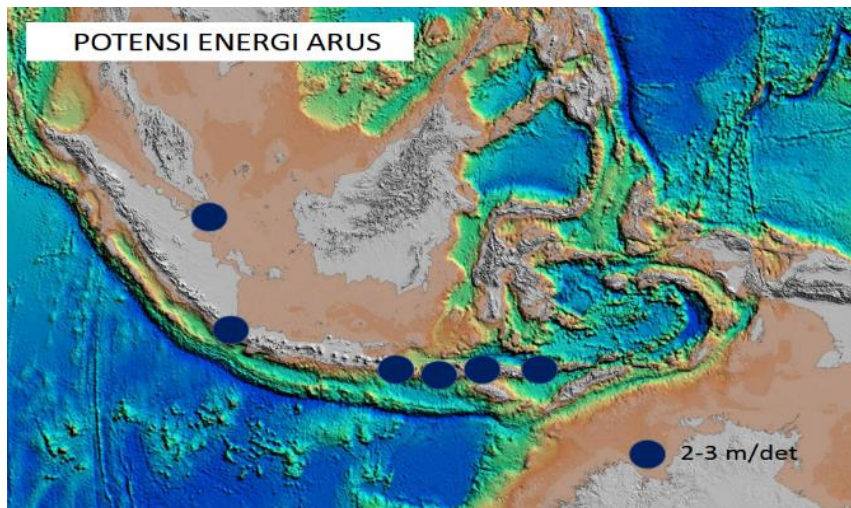
Energi gelombang dihasilkan dari pergerakan gelombang akibat hembusan angin ke arah daratan dan sebaliknya. Indonesia sebagai negara kepulauan dengan banyaknya gugusan pulau berpeluang dalam pengembangan energi gelombang, terutama dalam pemenuhan kebutuhan energi di kota pelabuhan dan pulau terpencil. Beberapa lokasi di Indonesia memiliki kekuatan gelombang yang bervariasi. Wilayah pantai selatan Jawa sampai Nusa Tenggara memiliki potensi gelombang laut antara 10-20 kW per meter gelombang sedangkan pada pantai barat Pulau Sumatera bagian selatan dan pantai selatan Pulau Jawa bagian barat mencapai sekitar 40 kW/m. Beberapa lokasi diidentifikasi memiliki potensi gelombang mencapai 70 kW/m (Kementerian ESDM, 2016). Berdasarkan data dari Balitbang ESDM tahun 2014, potensi praktis energi gelombang sebesar 1.995 MW.



Gambar 17 Potensi energi gelombang di Indonesia²

Energi arus laut dapat terjadi akibat pergerakan massa air yang melewati wilayah perairan yang menyempit atau selat. Indonesia memiliki potensi energi arus yang prospektif karena mempunyai banyak pulau dan selat serta menjadi tempat pertemuan arus laut global antara Samudera Hindia dan Pasifik (Surinati, 2011). Wilayah sekitar Bali sampai NTT berpotensi menghasilkan energi arus karena kecepatannya dapat mencapai 2,5 - 3 m/s. Penelitian terkait potensi energi arus laut pernah dilakukan di Selat Bali, Selat Lombok, dan Selat Makassar. Potensi praktis energi arus berdasarkan data dari Balitbang ESDM tahun 2014 mencapai 17.989 MW (Kementerian ESDM, 2014).

² Peta oleh P3GL, ESDM dalam Achiruddin, D pada paparan berjudul Ocean Energy dari [http://www.kadin-indonesia.or.id/doc/energy/8%20-%20Energi%20Laut%20\(METI\).pdf](http://www.kadin-indonesia.or.id/doc/energy/8%20-%20Energi%20Laut%20(METI).pdf)



Gambar 18 Sebaran lokasi potensi arus di Indonesia³

Energi gradien temperatur atau lebih dikenal dengan energi panas laut dihasilkan dari konversi tenaga yang terdapat dalam perbedaan temperatur air laut antara permukaan dan laut dalam, dengan selisih temperatur minimal 20°C. Potensi daya yang dapat dihasilkan energi panas laut di wilayah Indonesia mencapai 240.000 MW dengan efisiensi konversi energi panas laut sebesar 3% (Luhur, 2013). Wilayah Indonesia yang terletak antara antara 6°-9° LS dan 104°-109° BT memiliki potensi energi panas laut yang baik karena didapatkan perbedaan suhu rata-rata tahunan permukaan dan kedalaman lautan (650 m) lebih tinggi dari 20°C (Kementerian ESDM, 2016).

Potensi Jasa Lingkungan Kelautan dan Pantai

Pemanfaatan sumberdaya kelautan dan pantai secara berkelanjutan dapat dilakukan terhadap jasa-jasa lingkungan, terutama untuk pengembangan pariwisata dan pelayaran. Pariwisata merupakan kegiatan yang secara langsung bersentuhan dan melibatkan masyarakat sehingga terdapat timbal balik antara masyarakat dan pariwisata.

Pariwisata mempunyai banyak manfaat bagi masyarakat dari berbagai macam segi. Salah satunya yang paling dapat dirasakan adalah dari segi ekonomi.

³ Peta oleh P3GL, ESDM dalam Achiruddin, D pada paparan berjudul Ocean Energy dari [http://www.kadin-indonesia.or.id/doc/energy/8%20-%20Energi%20Laut%20\(METI\).pdf](http://www.kadin-indonesia.or.id/doc/energy/8%20-%20Energi%20Laut%20(METI).pdf)

Berikut ini adalah manfaat pariwisata dari segi ekonomi yaitu:

1. Mendatangkan devisa negara melalui pajak seperti pajak restoran, pajak bandara, pajak karyawan, dll.
2. Membuka lapangan pekerjaan bagi tenaga siap kerja.
3. Menstabilkan perekonomian lokal dan penganekaragaman pekerjaan. Melalui pariwisata keadaan perekonomian masyarakat akan meningkat dan itu tentu akan menstabilkan kondisi perekonomian lokal daerah tersebut.
4. Menunjang pembangunan daerah yang akan menarik wisatawan baik domestik maupun internasional.

Pengembangan pariwisata pantai pada dasarnya merupakan suatu upaya untuk mengembangkan dan memanfaatkan objek sebagai daya tarik pariwisata yang terdapat di seluruh kawasan perairan pesisir Indonesia. Aspek yang menunjang untuk mewujudkan pengembangan wisata pantai tersebut adalah kekayaan alam pantai yang indah, flora dan fauna seperti terumbu karang dan berbagai jenis ikan hias yang menghuni di dalamnya. Terdapat banyak potensi pariwisata di lingkungan pantai, seperti rekreasi pantai, menyelam, wisata mangrove, memancing, dan wisata laut yang dapat menambah ilmu terkait dengan laut dan pantai.

Potensi jasa lingkungan pesisir lainnya adalah pelayaran salah satunya adalah pelabuhan. Secara fisik, pelabuhan dipergunakan sebagai tempat kapal berlabuh, naik turun penumpang dan atau bongkar muat barang. Sebagai salah satu prasarana transportasi laut, pelabuhan memiliki peran strategis karena menjadi titik simpul hubungan antar daerah/negara.

Dengan demikian, pelabuhan memiliki fungsi sosial dan ekonomi. Secara ekonomi, pelabuhan berfungsi sebagai salah satu penggerak roda perekonomian karena menjadi fasilitas yang memudahkan distribusi hasil-hasil produksi. Secara sosial, pelabuhan menjadi fasilitas publik tempat berlangsungnya interaksi antar pengguna (masyarakat), termasuk interaksi yang terjadi karena adanya aktivitas perekonomian.

Wilayah pantai dan laut sebagai ekosistem yang dinamis memiliki karakteristik yang sangat unik. Keunikan wilayah ini mengisyaratkan pentingnya pengelolaan wilayah tersebut untuk dikelola secara terpadu dan bijaksana.

Empat pantai di Indonesia masuk kategori 100 pantai terbaik di dunia. FlightNetwork, sebuah situs akomodasi wisata asal Kanada, merilis daftar pantai terbaik dunia 2018. Dalam daftar itu ada empat pantai di Indonesia yaitu Pantai Pianemo, Raja Ampat ada di peringkat ke-46. Kemudian ada Pink Beach di Perairan Komodo pada peringkat 65, Pantai Kelingking (Bali) peringkat 70, dan Nyang Nyang Beach (Bali) peringkat 74



Pantai Pianemo⁴



Pink Beach⁵



Pantai Kelingking⁶



Nyang Nyang Beach⁷

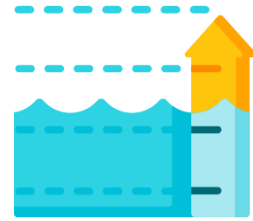
⁴ <https://terasjakarta.id/plugin/article/view/3494/pantai-pianemo-raja-ampat-masuk-daftar-pantai-terbaik-sedunia>

⁵ <https://phinemo.com/pantai-pink-pulau-komodo/>

⁶ <https://travel.detik.com/travel-news/d-4444908/mantap-pantai-kelingking-terbaik-ke-2-asia-dan-19-besar-dunia>

⁷ <https://www.baligetaway.co.id/keindahan-dan-keeksotisan-pantai-nyang-nyang-bali/>

GARIS PANTAI



Tidak ada batas yang pasti antara darat dan laut selain batas air yang selalu berubah. Oleh karena itu, ditetapkanlah suatu garis khayal yang mewakili batas darat dan laut yang disebut sebagai garis pantai. Penetapan garis ini sangat diperlukan terutama untuk kepentingan perencanaan. Dengan adanya garis khayal yang membatasi laut dan darat, perencana dapat menyusun berbagai macam rencana seperti pembangunan, penanggulangan bencana, dan tata ruang. Perencanaan tersebut kemudian dituangkan pada sebuah peta sehingga mempermudah pelaksanaan rencana. Oleh karena itu, penetapan garis pantai harus mengikuti kaidah-kaidah pemetaan sehingga garis yang tergambar pada peta tertuang dengan benar dan dapat dipertanggungjawabkan.

Penentuan garis pantai secara umum dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu langsung dan tidak langsung. Penentuan langsung dilakukan dengan mengukur variabel-variabel yang dibutuhkan untuk menentukan garis pantai secara langsung di lapangan. Penentuan garis pantai tidak langsung maksudnya garis pantai ditentukan menggunakan data dari wahana-wahana yang tidak mengharuskan pengukuran langsung di lapangan yaitu dengan menggunakan satelit atau wahana terbang. Data tersebut disebut juga data penginderaan jauh.

Perbedaan penggunaan kedua metode ini tergantung pada ruang lingkup atau kebutuhan skala peta yang akan dihasilkan. Penentuan langsung di lapangan dilakukan pada ruang lingkup wilayah yang kecil atau skala pemetaan besar yang membutuhkan ketelitian sangat tinggi. Sedangkan penentuan tidak langsung atau menggunakan penginderaan jauh dilakukan pada ruang lingkup wilayah yang luas atau skala pemetaan kecil yang tidak memerlukan ketelitian tinggi dan pada tempat-tempat yang sulit dijangkau pada penentuan langsung.

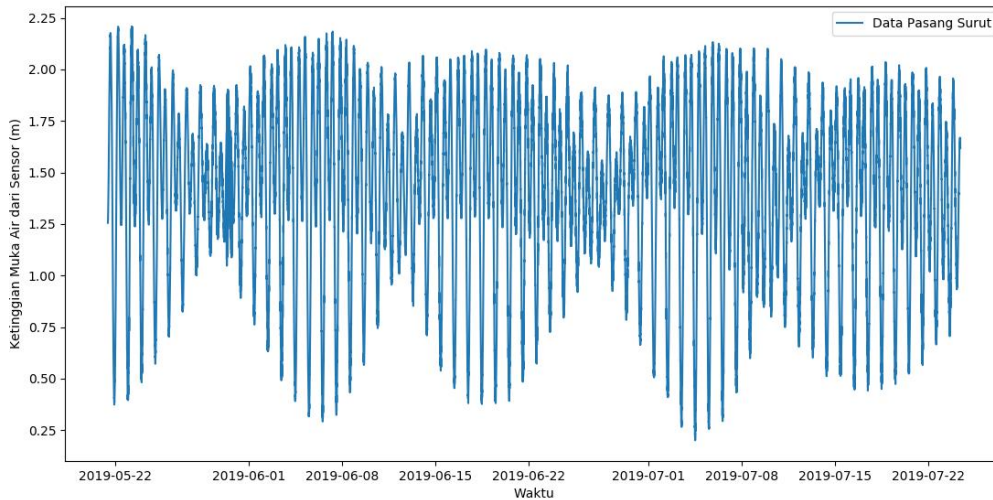
Penentuan Garis Pantai secara Langsung

Variabel-variabel yang diukur di lapangan pada penentuan langsung di antaranya adalah ketinggian permukaan laut dan profil ketinggian daratan pada wilayah pasang surut air laut. Kedua variabel ini membentuk dua bidang yang saling berpotongan dan dari perpotongan kedua bidang tersebut terbentuklah suatu garis yang merupakan garis pantai.

Pengamatan Pasang Surut

Ketinggian permukaan laut terus berubah sepanjang waktu karena pengaruh astronomis berupa gelombang pasang surut dan pengaruh geografis berupa gelombang ombak. Oleh karena itu, pengukuran perlu dilakukan secara terus-

menerus dengan interval tertentu sehingga pola ketinggian muka laut dapat dilihat. Secara astronomis, pola pasang surut air laut berulang setiap 18,6 tahun yang merupakan periode pengulangan posisi bumi terhadap matahari dan bulan. Dari data pengukuran ketinggian muka laut dapat dibuat prediksi pola pasang surut selama 18,6 tahun apabila pengukuran dilakukan setidaknya satu tahun. Apabila pengukuran dilakukan hanya beberapa bulan, prediksi hanya dapat dilakukan selama satu tahun.



Gambar 19 Contoh data pengukuran ketinggian muka laut

Dengan hasil prediksi pasang surut yang diperoleh dari pengukuran ketinggian permukaan laut, dapat diperoleh beberapa nilai ketinggian muka laut, yaitu pasang tertinggi, muka laut rata-rata, dan surut terendah. Pasang tertinggi adalah nilai tinggi permukaan laut yang berada paling tinggi dari hasil prediksi. Begitu juga dengan surut terendah yang merupakan nilai tinggi permukaan yang paling rendah. Sedangkan muka laut rata-rata adalah nilai rata-rata tinggi permukaan laut dari data prediksi. Ketiga nilai ini kemudian menjadi dasar dibentuknya bidang permukaan laut yang akan digunakan untuk menentukan garis pantai.



Gambar 20 Pengamatan pasang surut

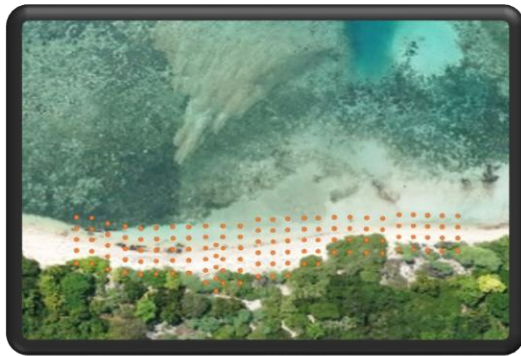
Variasi ketinggian muka laut dapat diukur secara manual maupun otomatis. Pengukuran secara manual dilakukan menggunakan alat bantu berupa tongkat penduga yang telah diberi penanda ketinggian seperti penggaris. Tongkat penduga tersebut didirikan pada wilayah yang tidak pernah kering pada saat surut, sehingga tinggi muka laut masih dapat diukur saat surut terendah. Lalu, nilai ketinggian dicatat pada interval waktu tertentu, misalnya setiap dua jam.

Pengukuran tinggi muka laut secara otomatis memiliki beberapa metode dan dua yang paling populer di antaranya adalah menggunakan sensor tekanan dan menggunakan gelombang akustik (gelombang suara). Metode pertama dilakukan dengan meletakkan sensor yang dapat mengukur tekanan air di dasar laut, lalu nilai ketinggian muka laut dihitung berdasarkan besarnya tekanan yang diukur. Metode kedua dilakukan menggunakan sensor aktif yang dapat memancarkan dan menangkap gelombang akustik. Dengan mengarahkan sensor ke arah pertemuan air dan udara, gelombang akustik dipancarkan dan terpantul pada batas air dan udara karena perbedaan densitas yang tinggi kemudian ditangkap kembali oleh sensor. Nilai tinggi permukaan laut kemudian dihitung dari perbedaan waktu antara gelombang keluar dan masuk sensor.

Survei Topografi Pantai



Gambar 21 Pengukuran profil ketinggian daratan

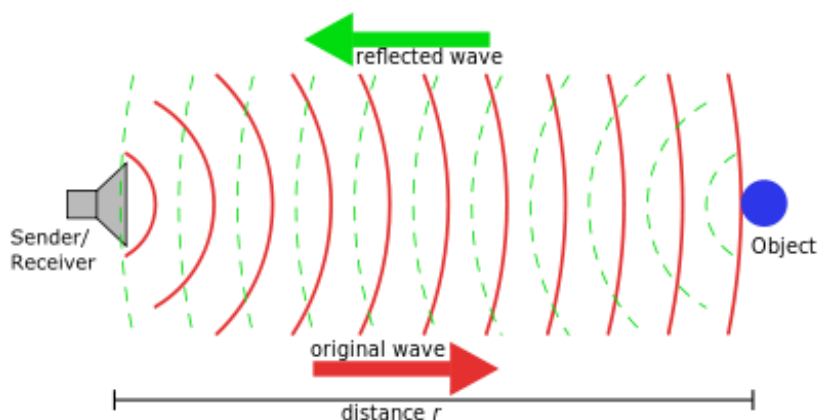


Gambar 22 Ilustrasi titik yang diukur untuk membentuk profil ketinggian

Profil ketinggian daratan ditentukan dengan mengukur nilai ketinggian banyak titik di wilayah pantai yang akan ditentukan garis pantainya. Titik-titik tersebut harus dipilih sedemikian rupa sehingga dapat mewakili bentuk daratan di wilayah pantai tersebut. Ketentuan pemilihan titik juga mempertimbangkan jarak antartitik sehingga data memiliki kerapatan tertentu sesuai kebutuhan. Pengukuran ketinggian titik-titik tersebut dimulai dari daerah pantai yang selalu kering hingga daerah pantai yang selalu basah. Hal ini harus dicapai sehingga bidang profil ketinggian dapat berpotongan dengan salah satu bidang ketinggian permukaan laut sehingga menghasilkan garis pantai.

Pengukuran titik-titik tinggi untuk pembentukan profil ketinggian dilakukan dari dua arah, yaitu dari arah darat dan dari arah laut sehingga profil ketinggian bersambung dari permukaan bumi (topografi) yang kering hingga yang basah. Pengukuran dari arah darat dilakukan menggunakan alat GPS yang memiliki ketelitian tinggi, yaitu GPS geodetik. Sedangkan pengukuran dari arah laut dilakukan menggunakan alat pengukur kedalaman laut, salah satunya menggunakan teknologi sonar (*Sound Navigation and Ranging*) yang dipasang pada kapal laut. Hasil pengukuran tinggi topografi maupun kedalaman laut akan menghasilkan model ketinggian topografi pantai yang bersambung (*seamless*) dari darat ke laut.

Penggunaan GPS mungkin sudah tidak asing lagi bagi masyarakat luas. Teknologi GPS memanfaatkan banyak satelit untuk menentukan posisi penerima sinyal GPS. Dengan GPS geodetik, hasil penentuan posisi dapat menghasilkan nilai yang lebih teliti pada tingkat sentimeter hingga milimeter. Penggunaan perangkat GPS dalam pembentukan profil ketinggian topografi pantai dilakukan dengan mengukur tinggi pada banyak titik di permukaan pantai seperti pada gambar berikut.

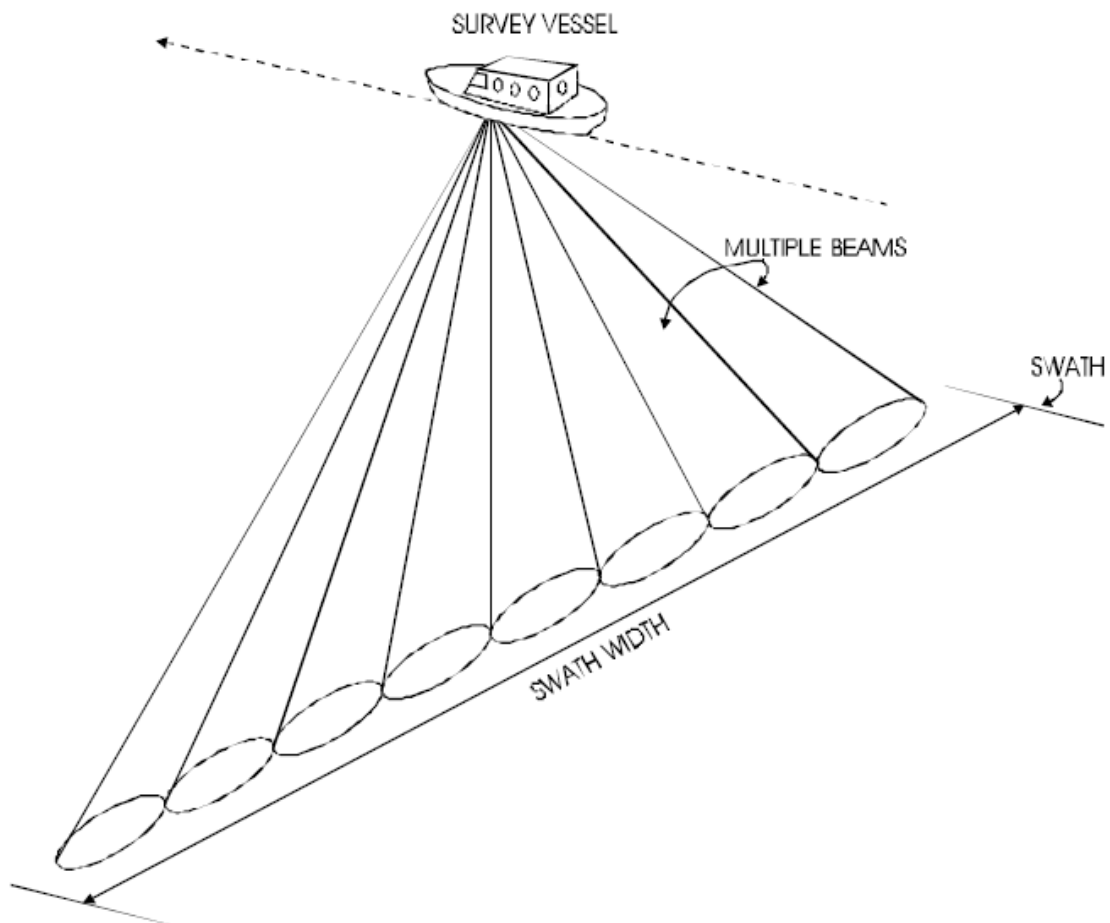


Gambar 23 Ilustrasi cara kerja Sonar aktif (echosounder)⁸

Teknologi sonar awalnya dibuat untuk mendeteksi gunung es yang tidak terlihat dari permukaan, kemudian semakin berkembang untuk mendeteksi kapal selam pada masa Perang Dunia I. Awal penggunaan sonar tersebut dilakukan secara pasif, artinya sensor hanya bertugas menerima gelombang suara yang merambat melalui medium air. Pada pemanfaatan pengukuran kedalaman perairan, sensor sonar yang digunakan adalah sensor aktif. Artinya, sensor bisa memancarkan gelombang suara dan juga menangkapnya. Alat pengukur kedalaman perairan ini

⁸ <https://en.wikipedia.org/wiki/Sonar> oleh Georg Wiora

lebih dikenal dengan nama echosounder atau alat perum gema. Prinsip pengukuran kedalaman perairan adalah dengan mengukur waktu tempuh gelombang suara. Kedalaman perairan/laut kemudian dapat ditentukan dengan mengalikan nilai kecepatan suara di air dengan beda waktu gelombang keluar dan gelombang masuk sensor lalu dibagi dua karena gelombang suara terhitung bolak-balik. Nilai kedalaman yang diperoleh dari pengukuran menggunakan echosounder kemudian digabungkan dengan profil topografi pantai hasil pengukuran menggunakan GPS sehingga tercipta profil ketinggian yang lengkap dan bersambung dari wilayah kering pantai hingga wilayah basah pantai.



Gambar 24 Cara kerja salah satu jenis *echosounder*⁹

⁹ Sumber: de Jong, C., Lachapelle, G., Skone, S., & Elema, I. A. 2010. *Hydrography*. Delft: Delft University Press

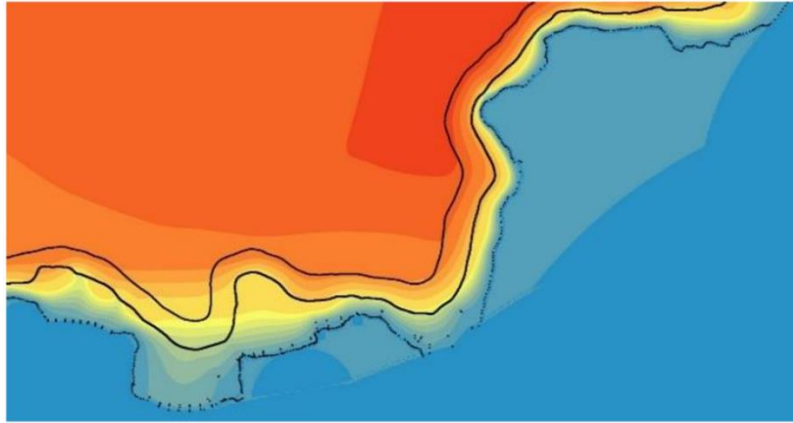
Penentuan Garis Pantai secara Tidak Langsung (Penginderaan Jauh)

Penginderaan jauh adalah metode pengamatan permukaan bumi tanpa kontak langsung dengan objek yang diamati dengan memanfaatkan gelombang elektromagnetik. Penentuan garis pantai dengan metode ini dipilih apabila survei secara langsung tidak dapat dilakukan di area yang akan ditentukan garis pantainya karena sulitnya aksesibilitas maupun kebutuhan pemetaan yang cepat.

Sumber data penginderaan jauh dapat dibagi dua berdasarkan jenis sensor yang digunakan pada wahana, yaitu data dari sensor aktif dan data dari sensor pasif. Sensor aktif dapat memancarkan dan menangkap gelombang elektromagnetik, contohnya adalah Lidar (*Light Detection and Ranging*) dan Radar (*Radio Detection and Ranging*). Sedangkan sensor pasif hanya dapat menangkap gelombang elektromagnetik, tetapi tidak dapat memancarkannya. Contohnya adalah satelit pencitraan dan kamera foto udara. Proses akuisisi Lidar akan menghasilkan data batimetri/titik kedalaman hasil survei (bila menggunakan lidar batimetri) dan data titik ketinggian di daerah pesisir. Radar merupakan salah satu metode penginderaan jauh yang digunakan untuk memperoleh informasi tiga dimensi dari permukaan bumi. Data radar berupa *Orthorectified Radar Image* (ORRI) dan *Digital Surface Model* (DSM).

Ekstraksi Garis Pantai

Ekstraksi garis pantai merupakan proses pembentukan garis pantai yang dapat dihasilkan dari data model elevasi atau *Digital Elevation Model* (DEM) dalam bentuk 3 dimensi maupun citra satelit atau foto udara dalam bentuk 2 dimensi. DEM menunjukkan model kuantitatif yang menggambarkan karakteristik permukaan bumi (topografi) dalam bentuk digital. DEM dibentuk dari distribusi titik-titik tinggi yang berkoordinat dan dihasilkan dari survei garis pantai atau penginderaan jauh. Data yang dibutuhkan berupa data profil ketinggian dari arah darat berupa data titik tinggi hasil survei garis pantai yang terikat dengan data pasang surut. Data dari arah laut berupa data kedalaman atau pemeruman. Data penginderaan jauh yang dapat digunakan merupakan data hasil akuisisi lidar maupun radar.



Gambar 25 Hasil ekstraksi data DEM

Dalam pembuatan DEM, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain sumber data harus mempunyai ketelitian yang seragam, data memiliki satu referensi, dan semaksimal mungkin dapat menghindari kekosongan data di area pantai. Ekstraksi garis pantai dari hasil pembentukan DEM dilakukan sesuai dengan nilai muka laut rata-rata, pasang tertinggi dan surut terendah (datum pasut) untuk menghasilkan 3 (tiga) jenis garis pantai yaitu pasang tertinggi, muka air laut rata-rata, dan surut terendah.



Gambar 26 Kenampakan garis pantai

Ekstraksi data garis pantai menggunakan data citra satelit atau foto udara dilakukan dengan metode delineasi. Delineasi dilakukan dengan menginterpretasi secara visual citra satelit atau foto udara untuk mengidentifikasi area pertemuan darat dan laut kemudian menarik garis batas pertemuannya sebagai garis pantai.

Data hasil delineasi seseorang kemungkinan akan berbeda dengan yang di delineasi oleh orang lain. Hal ini dikarenakan kemampuan interpretasi orang terhadap citra atau foto udara yang tidak sama. Oleh karena itu, dibutuhkan operator yang ahli atau pengawasan dari operator ahli pada tahap delineasi garis pantai. Berbeda dengan hasil penentuan garis pantai di lapangan, garis pantai hasil delineasi hanya berjumlah satu garis karena sumber data hanya menunjukkan garis pantai sesaat, yaitu pada saat perekaman data.

PEMANFAATAN DATA DAN INFORMASI GARIS PANTAI

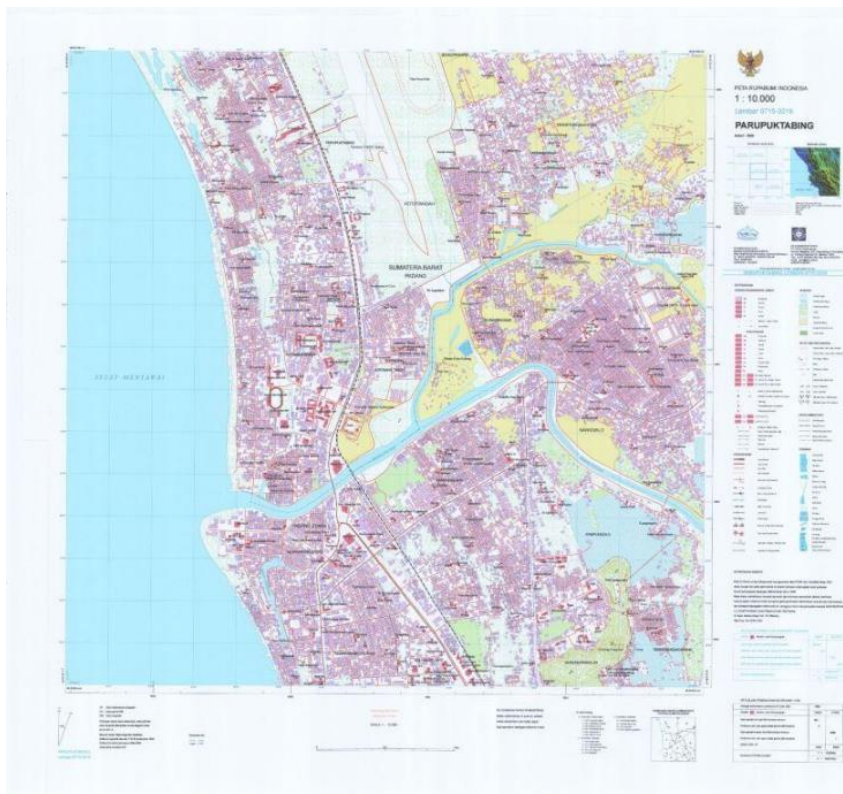


Garis pantai mempunyai banyak fungsi penting dalam hal perumusan maupun pengambilan kebijakan yang berkaitan dengan ruang kebumiharian di berbagai aspek. Pemanfaatan data dan informasi garis pantai diantaranya:

Salah Satu Unsur dalam Pembuatan Peta Dasar

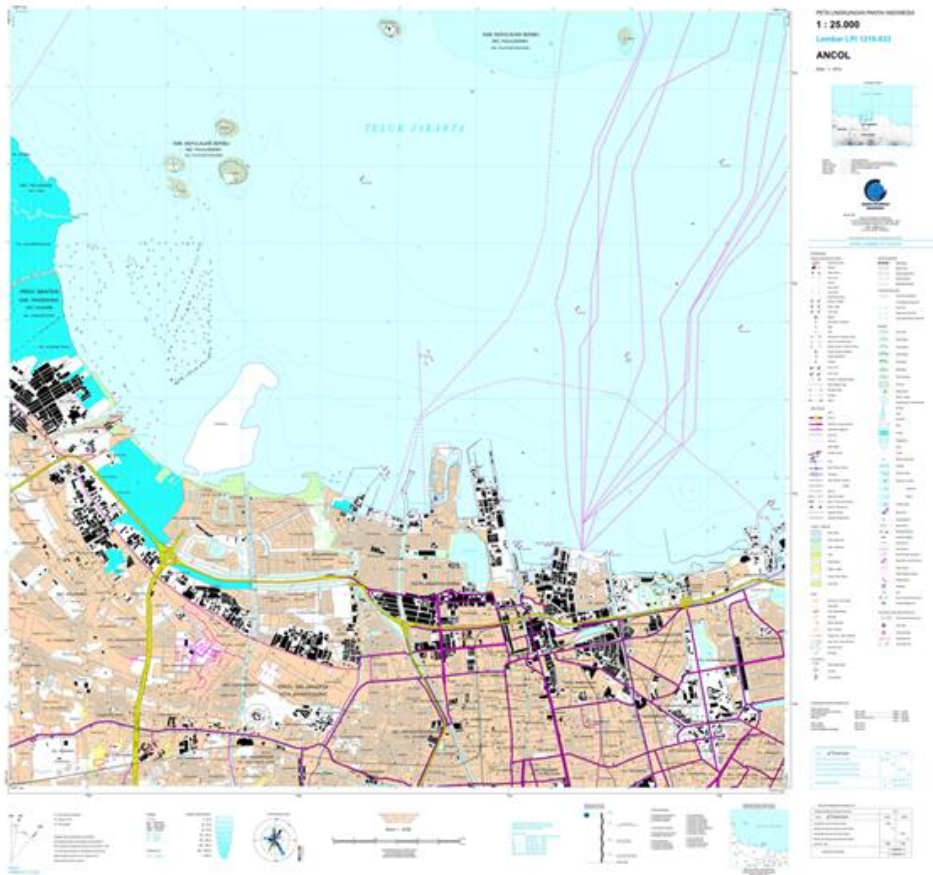
Berdasarkan UU No 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial, garis pantai merupakan salah satu unsur dalam peta dasar. Peta dasar yang dimaksud terdiri dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), Peta Lingkungan Pantai Indonesia (LPI), dan Peta Lingkungan Laut Nasional (LLN).

Peta RBI merupakan peta topografi yang menampilkan sebagian unsur-unsur alam dan buatan manusia di wilayah NKRI. Peta RBI memberikan informasi secara khusus untuk wilayah darat. Penyelenggaraan peta RBI dilakukan pada skala 1:1.000.000, 1:500.000, 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000, 1:25.000, 1:10.000, 1:5.000, 1:2.500, dan 1:1.000. Pada Peta RBI, garis pantai ditetapkan berdasarkan garis kedudukan muka air laut rata-rata. Contoh peta RBI dapat dilihat pada Gambar 27.

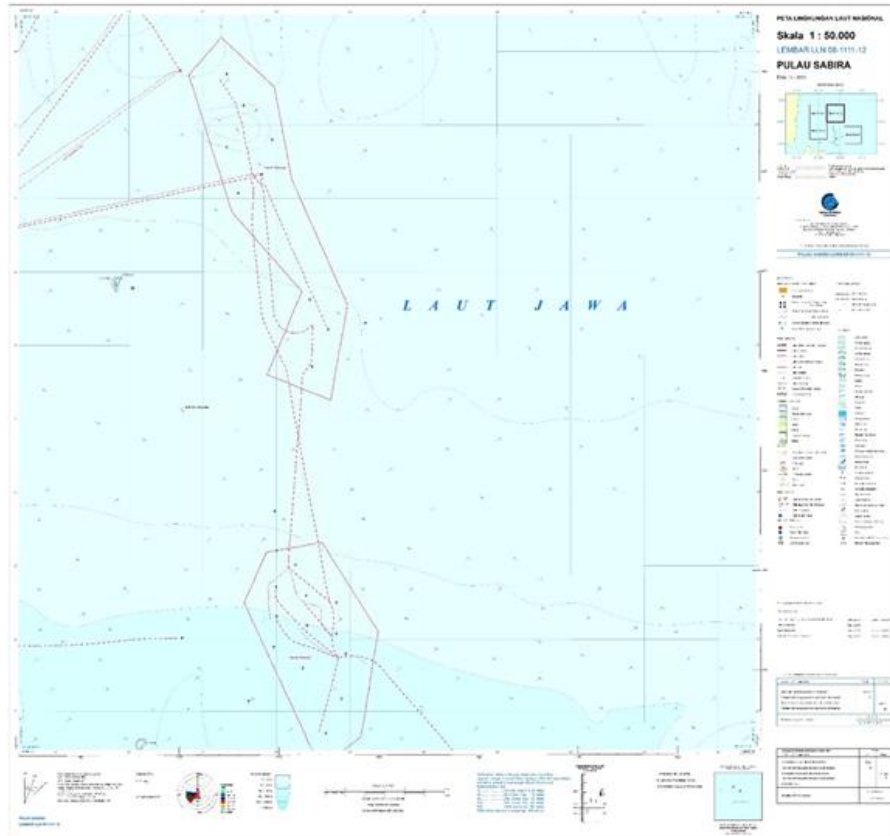


Gambar 27 Peta RBI Parupuk Tabing skala 1:10.000

Peta LPI dan Peta LLN merupakan dua jenis peta dasar yang mempunyai unsur yang hampir sama dan mempunyai fungsi saling berkaitan. Peta LPI memberikan informasi secara khusus untuk wilayah kepesisiran, mencakup sebagian area darat dan sebagian area laut, sedangkan peta LLN memberikan informasi secara khusus untuk wilayah laut dan dalam kasus tertentu mencakup sebagian kecil area darat. Pada peta LPI dan LLN, terdapat satu unsur yang menjadi ciri khas sekaligus menjadi pembeda dengan peta RBI. Unsur tersebut adalah unsur kontur kedalaman yang diperoleh dari data batimetri. Pada Peta LPI dan Peta LLN, garis pantai ditetapkan berdasarkan kedudukan muka air laut surut terendah. Peta LPI diselenggarakan pada skala 1:250.000, 1:50.000, 1:25.000, dan 1:10.000, sedangkan peta LLN diselenggarakan pada skala 1:500.000, 1:250.000, dan 1:50.000. Contoh peta LPI dan LLN dapat dilihat pada Gambar 28 dan Gambar 29.



Gambar 28 Peta LPI Ancol skala 1:25.000



Gambar 29 Peta LLN Pulau Sabira skala 1:50.000

Penentuan Luas Wilayah Administrasi

Untuk wilayah yang berbatasan langsung dengan laut, data dan informasi garis pantai merupakan suatu unsur peta yang perlu digunakan dalam perhitungan luas wilayah. Pada perhitungan luas wilayah administrasi suatu daerah yang berbatasan dengan laut, terdapat dua unsur utama yaitu unsur batas wilayah dan unsur garis pantai. Batas wilayah merupakan segmen yang membatasi antara dua atau lebih daerah yang berdampingan, sedangkan garis pantai digunakan sebagai segmen batas antara darat dan laut atau sebagai garis penutup poligon darat suatu daerah terhadap laut. Garis pantai yang digunakan untuk keperluan ini adalah garis pantai pasang tertinggi. Berikut contoh gambar batas administrasi Provinsi DKI Jakarta beserta garis pantainya.



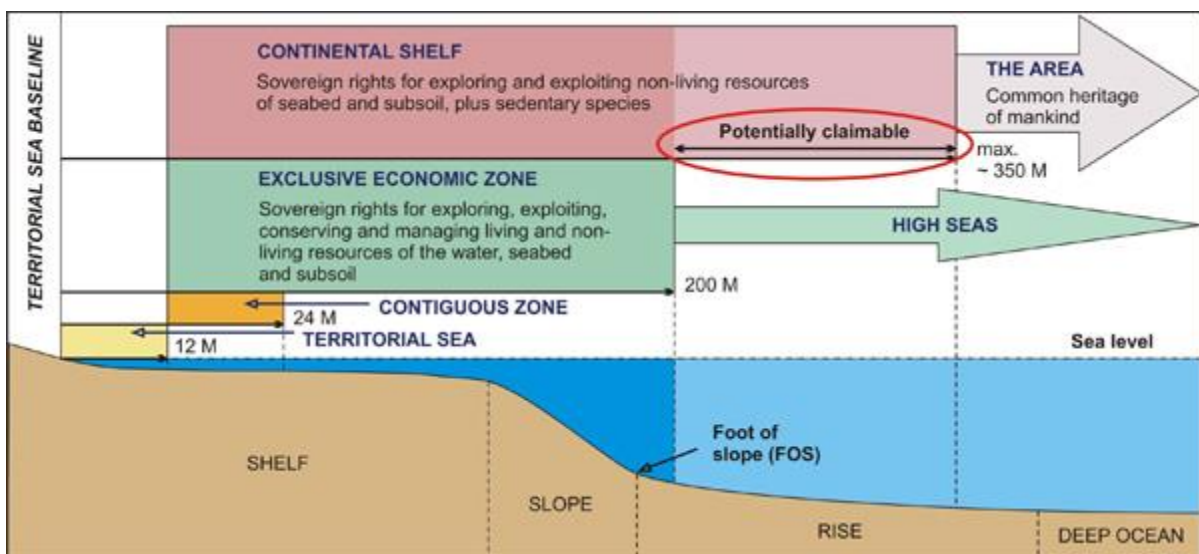
Gambar 30 Batas administrasi Provinsi DKI Jakarta

Garis pantai merupakan unsur yang sangat dinamis dan rentan mengalami perubahan yang disebabkan oleh berbagai faktor diantaranya seperti abrasi, akresi, reklamasi, pengaruh dinamika air laut, dan sebagainya. Perubahan yang terjadi pada garis pantai juga akan mempengaruhi luas wilayah suatu daerah. Oleh karena itu, data garis pantai perlu dimutakhirkan secara berkala agar tetap menggambarkan kondisi alam yang sebenarnya.

Penentuan Titik-titik Garis Pangkal

Selain digunakan untuk penarikan batas wilayah pengelolaan laut untuk daerah, garis pantai juga dapat dimanfaatkan untuk penentuan titik-titik garis pangkal atau titik dasar. Dalam hal ini, garis pantai yang digunakan adalah garis air rendah. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No 38 Tahun 2002 tentang Daftar Koordinat Geografis Titik-titik Garis Pangkal Kepulauan Indonesia, Indonesia memiliki 183 titik dasar. Titik dasar tersebut digunakan sebagai acuan untuk penarikan garis pangkal dalam hal penentuan batas wilayah perairan Indonesia, seperti batas Laut Teritorial, batas Landas Kontinen, dan batas Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE).

Berdasarkan *The United Nations Convention on the Law of the Sea* (UNCLOS) 1982, setiap negara mempunyai hak untuk menetapkan lebar laut teritorialnya sampai suatu batas yang tidak melebihi 12 mil laut yang diukur dari garis pangkal. Zona ekonomi eksklusif adalah suatu daerah di luar dan berdampingan dengan laut teritorial yang tidak boleh melebihi 200 mil laut dari garis pangkal darimana lebar laut teritorial diukur. Landas kontinen suatu negara pantai meliputi dasar laut dan tanah di bawahnya dari daerah di bawah permukaan laut yang terletak di luar laut teritorialnya sepanjang kelanjutan alamiah wilayah daratannya hingga pinggiran luar tepi kontinen, atau hingga suatu jarak 200 mil laut dari garis pangkal darimana lebar laut teritorial diukur, dalam hal pinggiran luar tepi kontinen tidak mencapai jarak tersebut.



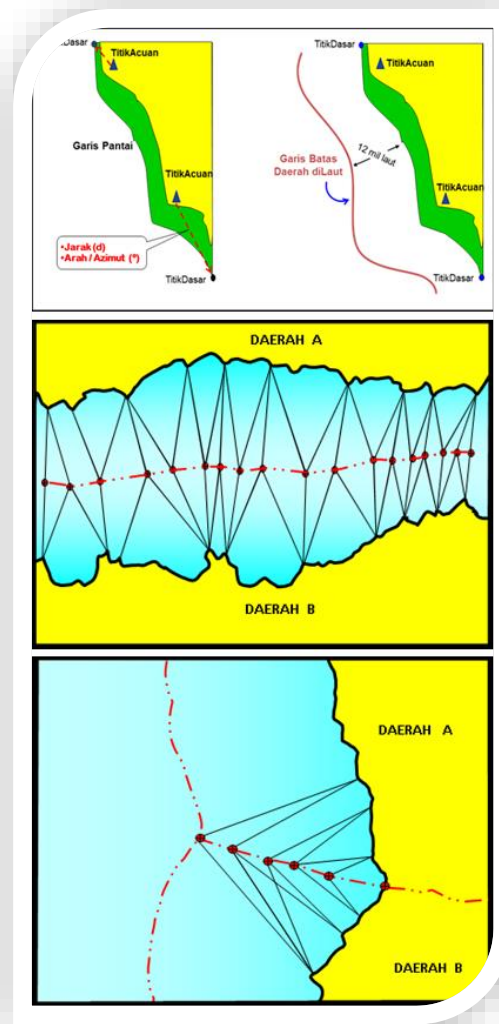
Gambar 31 Ilustrasi Zona Maritim (sumber: after Symonds et al., 1998)¹⁰

¹⁰

https://www.bgr.bund.de/EN/Themen/Zusammenarbeit/TechnZusammenarb/UNCLOS/UNCLOS_Article76/UNCLOS_Article76_node_en.html

Penentuan Batas Wilayah Pengelolaan Laut

Seluruh provinsi di Indonesia memiliki pantai sehingga setiap provinsi harus menentukan luas pengelolaan lautnya. Garis pantai merupakan unsur utama yang digunakan sebagai acuan dalam penarikan garis batas wilayah pengelolaan laut daerah. Berdasarkan UU No. 23 Tahun 2014 tentang Pemerintah Daerah, daerah provinsi diberi kewenangan untuk mengelola sumber daya alam di laut yang ada di wilayahnya paling jauh 12 mil laut dari garis pantai, dan $\frac{1}{3}$ (sepertiga) dari wilayah kewenangan provinsi untuk kabupaten/kota. Berikut adalah beberapa contoh ilustrasi penggunaan garis pantai untuk penarikan batas wilayah pengelolaan laut daerah sesuai dengan Permendagri No. 76 tahun 2012 tentang Pedoman Penegasan Batas Daerah.



Gambar 32 Ilustrasi penarikan batas pengelolaan laut daerah

Penentuan Panjang Pantai

Panjang garis pantai dapat menjadi salah satu informasi data kewilayahan untuk menggambarkan seberapa panjang wilayah pantai yang dimiliki suatu daerah. Panjang pantai suatu daerah dapat mempengaruhi pengambilan kebijakan terhadap pemanfaatan potensi sumber daya yang ada di pantai. Suatu daerah yang mempunyai garis pantai yang lebih panjang akan mempunyai kebijakan yang

cenderung menjadikan pemanfaatan sumber daya di wilayah pantai dan laut sebagai prioritas.

Pantai merupakan model topografi permukaan bumi yang dapat dipetakan dan diukur secara matematis untuk menghasilkan informasi panjang garis pantai. Perhitungan panjang garis pantai bersifat dinamis karena dinamika kondisi pantai yang menyebabkan panjang garis pantai dapat berbeda hasilnya jika diukur pada kurun waktu yang berbeda. Selain itu, faktor pemakaian sumber data baik dari segi skala maupun ketelitian serta metode perhitungan yang digunakan juga dapat mempengaruhi nilai panjang garis pantai. Dalam perhitungan panjang garis pantai, penggunaan sistem proyeksi juga dipertimbangkan agar panjang jarak yang diukur mendekati jarak sebenarnya di permukaan bumi.

Penentuan Pulau

Sebagai negara kepulauan, Indonesia terdiri dari gugusan pulau-pulau dengan beragam sumber daya yang menjadi wujud kekayaan alam serta menunjukkan eksistensi wilayah Indonesia. Pulau menurut Konvensi PBB tentang Hukum Laut Internasional (UNCLOS) tahun 1982 didefinisikan sebagai area daratan yang terbentuk secara alami, dikelilingi oleh air dan selalu terlihat di permukaan laut saat pasang tertinggi. UU No 32 Tahun 2014 tentang Kelautan juga mendefinisikan pulau sebagai wilayah daratan yang terbentuk secara alamiah yang dikelilingi air pada waktu pasang. Berdasarkan kedua definisi tersebut, garis pantai khususnya garis pantai pasang tertinggi memiliki peranan penting dalam penentuan dan penetapan eksistensi pulau.



Gambar 33 Poligon garis pantai yang membentuk pulau

Data garis pantai dapat digunakan dalam identifikasi titik maupun penentuan poligon pulau (Gambar 33). Garis pantai pasang tertinggi dapat diekstraksi dari data DEM laut maupun data penginderaan jauh seperti citra atau foto udara. Garis pantai yang membentuk poligon area darat digunakan sebagai informasi awal proses identifikasi pulau. Data tersebut selanjutnya diubah menjadi titik indikasi pulau. Titik indikasi pulau kemudian divalidasi melalui kegiatan survei lapangan untuk mengecek eksistensi pulau dan mendapatkan informasi nama pulau. Hasil validasi pulau menjadi dasar proses verifikasi dan pembakuan pulau. Informasi titik pulau digunakan untuk keperluan penghitungan jumlah pulau. Poligon pulau juga berperan dalam penentuan luas wilayah pulau berikut klasifikasi turunannya.

Dasar Penyusunan Rencana Tata Ruang

Penyelenggaraan penataan ruang merupakan amanah dari UUD Negara Republik Indonesia Tahun 1945 untuk mewujudkan kesejahteraan umum dan keadilan sosial dalam pemanfaatan ruang wilayah nasional, baik darat, laut, maupun udara. Penataan ruang berdasarkan UU No 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang merupakan suatu sistem proses perencanaan tata ruang, pemanfaatan ruang, dan pengendalian pemanfaatan ruang. Produknya dikenal dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) baik nasional, provinsi, maupun kabupaten atau kota yang mencakup ruang darat, laut dan udara (Raharjo, 2009). Berdasarkan Pasal 6 ayat (3), pengelolaan ruang laut diatur dengan undang-undang tersendiri sehingga muncul UU No 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil yang diperbaharui menjadi UU No 1 Tahun 2014.

Pengelolaan ruang laut antara lain bertujuan untuk mendayagunakan sumber daya laut dan wilayah kepebisiran sesuai peraturan yang berlaku dan secara berkelanjutan serta memberikan kepastian hukum dan manfaat bagi seluruh lapisan masyarakat. Kegiatan pengelolaan ruang laut meliputi perencanaan ruang laut yang terdiri dari perencanaan tata ruang laut nasional, zonasi wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil, dan zonasi kawasan laut. Zonasi kawasan laut meliputi perencanaan untuk kawasan strategi nasional, kawasan strategi nasional tertentu, dan kawasan antarwilayah. Wilayah perencanaan dalam rencana zonasi wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil (RZWP3K) ke arah darat meliputi wilayah administrasi pesisir dan ke arah laut sejauh 12 (dua belas) mil laut diukur dari garis pantai.



Gambar 34 Ilustrasi garis pantai sebagai batas zonasi mantra darat dan laut untuk penyusunan RZWP3K Provinsi¹¹

Perencanaan tata ruang baik pada matra darat maupun matra laut memerlukan data garis pantai sebagai data dasar untuk menentukan cakupannya. Kebutuhan data tersebut dapat dipenuhi dengan Peta Rupabumi Indonesia (RBI), Peta Lingkungan Pantai (LPI) maupun Peta Lingkungan Laut Nasional (LLN) yang memuat layer garis pantai. Batas garis pantai ke arah darat menjadi kewenangan perencanaan tata ruang wilayah atau RTRW sedangkan garis pantai ke arah laut menjadi wewenang perencanaan zonasi wilayah pesisir. Beberapa peta LPI dan LLN mulai tahun 2014 pada skala besar dan menengah sudah memberikan 3 (tiga) informasi garis pantai yaitu surut terendah, muka laut rerata, dan pasang tertinggi. Garis pantai untuk RZWP3K khususnya menggunakan garis pantai saat terjadi air laut pasang tertinggi sebagai batasan zonasi wilayah kelola.

Pemantauan Abrasi dan Akresi

Pantai merupakan wilayah dinamis yang dapat mengalami abrasi dan akresi akibat proses transpor sedimen karena pengaruh aktivitas darat maupun laut. Abrasi pantai adalah proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak. Pengikisan tersebut jika dibiarkan secara terus-menerus dapat menyebabkan kemunduran garis pantai sehingga menimbulkan dampak

¹¹ Dipoastono, S. Diambil dari presentasi berjudul Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil (RZWP3K) oleh KKP pada <https://www.slideshare.net>

yang merugikan seperti banjir, menyempitnya lahan masyarakat, kerusakan sarana dan prasarana, kerusakan *mangrove*, hingga berkurangnya sumber daya ikan di daerah pantai.

Abrasi secara garis besar disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor alam dan faktor manusia. Abrasi akibat faktor alam disebabkan oleh angin yang bergerak dari laut yang menimbulkan gelombang dan arus menuju pantai serta memiliki kekuatan yang dapat menggerus pantai. Selain itu, kenaikan muka air laut juga dapat mempercepat terjadinya abrasi. Abrasi akibat faktor manusia disebabkan oleh aktivitas di daerah pantai seperti pengrusakan terumbu karang, penebangan *mangrove*, penambangan pasir pantai, dan sebagainya.



Gambar 35 Dampak abrasi terhadap pemukiman

Fenomena abrasi dapat dipantau dengan pengamatan perubahan garis pantai secara berkala dalam waktu tertentu. Salah satu contoh daerah yang mengalami abrasi paling signifikan di Indonesia terdapat di pantai utara Provinsi Jawa Tengah. Dalam waktu 30 tahun terakhir, garis pantai di wilayah tersebut tercatat mundur hingga sejauh lima kilometer. Fenomena ini bahkan menyebabkan beberapa desa atau pemukiman penduduk hilang atau tenggelam oleh air laut. Perbandingan perubahan garis pantai yang terjadi dapat diamati dari citra satelit yang diambil dari Google Earth wilayah pantai utara Provinsi Jawa Tengah tahun 1984, 2004, dan 2019. Perubahan garis pantai secara signifikan dapat terlihat seperti di gambar-gambar berikut.



Gambar 36 Ilustrasi perubahan garis pantai akibat abrasi

Perubahan garis pantai, selain dikarenakan oleh abrasi juga dapat disebabkan oleh proses akresi. Akresi pantai merupakan perubahan garis pantai karena adanya proses sedimentasi, hal ini menyebabkan bertambahnya areal daratan. Sedimentasi ini dapat terjadi karena beberapa hal di antaranya adalah pembukaan areal lahan, limpasan air tawar dengan volume yang besar akibat dari hujan yang berkepanjangan dan proses transport sedimen yang ada di muara sungai. Proses akresi dapat terjadi secara alamiah dan artifisial (Rizal, 2002). Akresi alamiah merupakan proses penambahan lahan yang dilakukan secara alamiah, biasanya terjadi pada gisik yang mengalami pengendapan material dari air maupun udara, sedangkan akresi artifisial merupakan proses penambahan lahan karena hasil kerja

manusia, misalnya akresi karena *groin*, *breakwater*, atau *beach fill* oleh alat-alat mekanik.

Perubahan garis pantai karena proses akresi memiliki beberapa dampak, di antaranya adalah bertambahnya areal daratan karena sedimentasi. Sedimentasi juga dapat mengurangi fungsi pantai atau bangunan pantai, seperti menyebabkan pendangkalan yang dapat mengganggu aliran sungai maupun jalur pelayaran dan dapat mengubah ekosistem dan habitat daerah terdampak seperti matinya hewan-hewan terumbu karang. Selain itu dengan bertambahnya sedimentasi pada beberapa daerah dapat memperluas area mangrove sehingga habitat di ekosistem *mangrove* ikut berkembang.

Contoh akresi di delta Sungai Cisanggarung Brebes, Muarasesumpu, dan di Delta Mahakam Kalimantan Timur ditandai dalam lingkaran merah pada gambar-gambar berikut ini.



Gambar 37 Ilustrasi perubahan garis pantai akibat akresi di muara sungai Cisanggarung



Gambar 38 Ilustrasi perubahan garis pantai akibat akresi di muara Sesumpu



Gambar 39 Ilustrasi perubahan garis pantai akibat akresi di Delta Mahakam

Fenomena abrasi dan akresi jika tidak ditanggulangi dengan baik akan menyebabkan kerugian yang dapat melumpuhkan sumber daya dan ekosistem di wilayah pantai. Untuk menghindari hal tersebut, diperlukan suatu strategi mitigasi yang komprehensif, terstruktur, serta terencana dengan baik. Salah satu unsur yang diperlukan untuk mewujudkan hal tersebut adalah garis pantai. Data dan informasi garis pantai dapat digunakan untuk menganalisis proses dan kecepatan terjadinya kedua fenomena tersebut sehingga dapat mempermudah pengambilan keputusan dalam hal upaya meminimalkan resiko bencana yang ditimbulkan oleh fenomena abrasi dan akresi.

“In every outthrust headland, in every curving beach, in every grain of sand there is the story of the earth.” – Rachel Carson

Pantai merupakan salah satu bentuk kenampakan muka bumi yang terhampar di antara darat dan laut. Berbagai jenis pantai dikenali dari karakteristik bentang alamnya. Dengan panjang garis pantai 108.000 km, Indonesia memiliki potensi sumberdaya kepebisiran yang menyimpan berbagai cerita dalam dua sisi berbeda. Pengelolaan pantai dengan perencanaan yang tepat akan mendatangkan manfaat dan pendapatan bagi negara yang besar. Sebaliknya, pantai juga dapat berubah menjadi tempat terjadinya bencana yang berasal dari alam maupun dari manusia.

Untuk dapat melaksanakan pengelolaan wilayah pantai diperlukan data dan informasi tentang pantai. Kegiatan survei garis pantai merupakan salah satu upaya untuk mendapatkan data yang berkaitan dengan batas antara darat dan laut, karakteristik, dan dinamika yang terjadi di wilayah pantai. Data garis pantai yang diperoleh diharapkan menjadi informasi awal untuk pengelolaan wilayah pantai yang lebih arif dan bijaksana.

- Adrianto, Luky. 2015. *Laporan Analisis dan Evaluasi Hukum Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil*. Jakarta: Pusat Perencanaan Pembangunan Hukum Nasional, Kemenkumham RI
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Statistik Sumber Daya Laut dan Pesisir*. Jakarta : Badan Pusat Statistik
- Burke, Lauretta ., Y. Kura, K. Kassem, C. Revenga, M. Spalding, D. McAllister. 2001. *Pilot Analysis of Global Ecosystems: Coastal Ecosystems*. Washington D.C: World Resources Institute
- Dahuri, R., J. Rais, S.P. Ginting, M.J. Sitepu. 2001. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan secara Terpadu*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita
- FAO. 2018. *The State of The World Fisheries and Aquaculture 2018 - Meeting The Sustainable Development Goals*. Rome: FAO of The UN
- Hilman, Prima M., dkk. 2014. *Pasir Besi di Indonesia*. Bandung: Pusat Sumber Daya Geologi, Badan Geologi
- Hutabarat, S., Evans, S.M. 2008. *Pengantar Oseanografi*. Jakarta: UI-Press
- Kementerian ESDM. 2014. *Renstra KESDM 2015-2019*. Jakarta: Kementerian ESDM
- Kementerian ESDM. 2016. Rencana Strategis Ditjen EBTKE. Artikel dalam *Jurnal Energi* Edisi 02 Tahun 2016 Hal 21-22
- Khan, J. dan G.S. Bhuyan. 2009. Ocean Energy: Global Technology Development Status. *Final Technical Report* oleh Powertech Lab untuk IEA-OES
- Kurniawan, R., M. N. Habibie, Suratno. 2011. Kajian Daerah Rawan Gelombang Tinggi di Perairan Indonesia. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* Vol. 13 No 3 Tahun 2012: 201-212
- Kusumastanto, T. 2003. *Pemberdayaan Sumberdaya Kelautan, Perikanan dan Perhubungan Laut dalam Abad XXI*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Institut Pertanian Bogor
- Luhur, E.S., R. Muhartono, A.H. Suryawati. 2013. Analisis Finansial Pengembangan Energi Laut di Indonesia. *J. Sosek KP* Vol. 8 No 1 Tahun 2013 Hal 25-37
- Nugraha, W., A.D. Parapat, D.S. Arum, F. Istighfarini. 2019. GNSS RTK Application to Determine Coastline Case Study at Northern Area of Sulawesi and Gorontalo. *E3S Web of Conferences* 94, 01016 (2019), ISGNSS 2018. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20199401016>
- Nugroho, S.N. 2012. Morfologi Pantai, Zonasi, dan Adaptasi Komunitas Biota laut di Kawasan Intertidal. *Jurnal Oseana* Vol XXXVIII Nomor 3 Tahun 2012: 11-21
- Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 76 Tahun 2012 tentang Pedoman Penegasan Batas Daerah
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2009 tentang Kepelabuhan
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 121 Tahun 2012 tentang Rehabilitasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil
- Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2002 tentang Daftar Koordinat Geografis Titik-titik Garis Pangkal Kepulauan Indonesia

- Raharjo, Sigit P.D. 2009. Sinkronisasi Undang-Undang No 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang dengan UU No 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil. *Buletin Tata Ruang* Edisi September - Oktober 2009
- Rizal, Ishaq. 2002. Dampak Perubahan Penggunaan Lahan Sepanjang Pantai Ujong Blang Lhokseumawe Terhadap Pemunduran Garis Pantai. *Jurnal EKOTON* Vol 2(1): 25-30
- Sjafrie, N. D. M., dkk. 2018. *Status Padang Lamun Indonesia 2018*. Jakarta: Puslit Oseanografi, LIPI
- Surinati, Dewi. 2011. Energi Arus Laut. *Jurnal Oseana, Vol. XXXVI (1): 13-25*
- Syaifullah, M. D. 2015. Analisis Suhu Permukaan Laut Perairan Indonesia dan Hubungannya Dengan Pemanasan Global. *Jurnal Segara* Vol. 11 Nomor 1 Tahun 2015: 37-47
- Triatmodjo, Bambang. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset
- United Nations. 1982. *United Nations Convention on the Law of the Sea*
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial
- US Army Corps of Engineers. 1984. *Shore Protection Manual*. US Government Printing Office
- Wahyuningsih, Dwi Sri., dkk. 2019. *Geoekologi Kepesisiran dan Kemaritiman Indonesia*. Yogyakarta: Badan Informasi Geospasial.
- WMO. 2001. *Guide the Marine Meteorological Services, Third Edition*, WMO no 471. Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva-Switzerland
- Wyrтки, K. 1961. *Physical Oceanography of the Southeast Asian Waters*. NAGA Report Volume 2, Scientific Results of Marine Investigations of The South China Sea and The Gulf of Thailand 1959-1961
- Yulius, dkk. 2018. *Buku Panduan Kriteria Penetapan Zona Ekowisata Bahari*. Bogor: Penerbit IPB Press