

SISTEM PENGELOLAAN WILAYAH PANTAI BERDASARKAN TINGKAT KERAWANAN BENCANA MARIN DI PANTAI UTARA JAWA TENGAH*

Oleh :
Sunarto**

INTISARI

Penelitian yang dilaksanakan di wilayah pantai utara Jawa Tengah ini bertujuan (1) menemukutunjukkan dan memetakan wilayah-wilayah pantai yang mengalami erosi, abrasi, sedimentasi, intrusi air asin, dan tsunami, (2) menaksir tingkat kerawanan bencana marin, dan (3) menyusun cara-cara pengelolaan wilayah pantai. Pendekatan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan bentuklahan dan posisinya terhadap garis pantai. Hasil yang diperoleh menunjukkan, bahwa erosi pantai terjadi pada satuan bentuklahan M3 (kompleks beting gisik dan swale), M4 (teras pantai terumbu), dan M6 (rataan pasut dan mangrove); abrasi terjadi pada D1 (lerengkaki perbukitan); sedimentasi dan intrusi air asin terjadi pada M1 (delta cusplate), M2 (delta kakiburung), M3, dan M6. Tingkat kerawanan I (sangat rawan) terjadi pada satuan bentuklahan M3, M4, M6, dan D1; tingkat kerawanan II (rawan) terjadi pada M1, M3, dan M6; tingkat kerawanan III (agak rawan) terjadi pada D1, M6, F2 (dataran aluvial) dan M2; serta tingkat kerawanan IV (tidak rawan) terjadi pada M2, M3, M5 (gisik saku), V3 (kipas aluvial gunungapi), dan V4 (lerengkaki gunungapi). Cara pengelolaan wilayah pantai M1, M2, dan M6 dilakukan dengan penanaman jenis api-api dan bakau, pada M3 dengan penanaman jenis tapak kaki kambing, pada F2 dilakukan pembuatan imbuan buatan, pada M2 dilakukan pembuatan tambak sistem surjan dengan tanaman melati pada punggung dan ikan pada ledokan, pada M4 dengan pembiakan terumbu karang, terutama karang cabang, serta pada D1 dengan peletakan bongkah-bongkah batu dan pembiakan terumbu karang.

* Penelitian ini dibiayai oleh Proyek Pengkajian dan Penelitian Ilmu Pengetahuan Terapan Nomor: 15/P2IPT/DPPM/96/PHB V/1/V/1996 tanggal 6 Mei 1996 dan No. 41/P2IPT/DPPM/97/PHB V/2/V/1997 tanggal 20 Mei 1997.

** Drs. Sunarto, M.S. adalah staf pengajar Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.

PENGANTAR

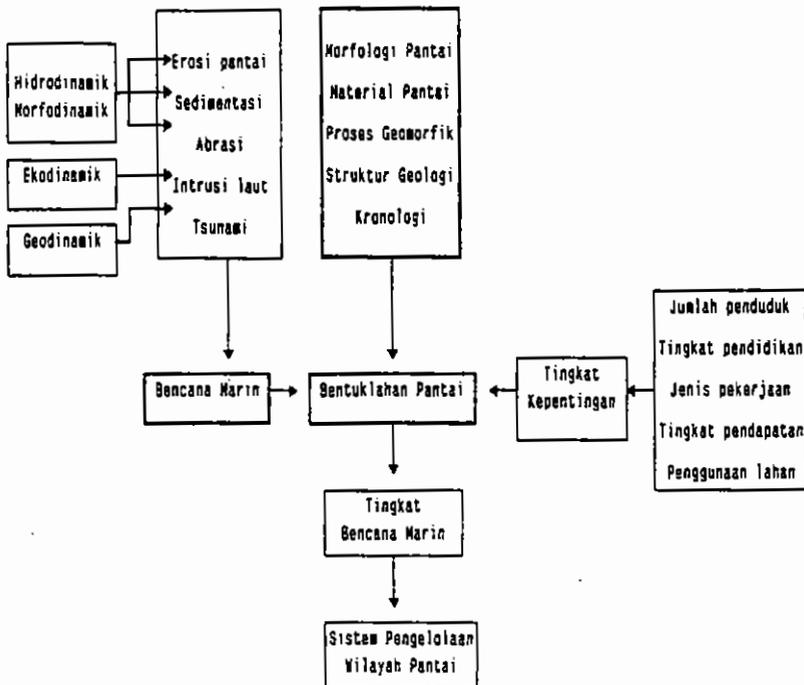
Indonesia merupakan negara maritim yang memiliki 17.508 pulau yang dihubungkan oleh laut dan selat, sehingga Indonesia termasuk negara yang memiliki garis pantai yang panjang, yaitu 80.791 km. Sekitar 75% jumlah kota di Indonesia dengan jumlah penduduk lebih dari 100 juta jiwa terletak di wilayah pantai (Soegijoko dan Kusbiantoro, 1997). Oleh karena itu, wilayah pantai di Indonesia berkembang dengan pesat untuk berbagai keperluan, di antaranya sebagai daerah permukiman penduduk, pelabuhan, kawasan industri, perikanan, pertanian, dan kawasan wisata. Akibatnya, wilayah pantai di Indonesia banyak mengalami masalah, seperti erosi, abrasi, akresi, maupun intrusi air asin. yang masing-masing wilayah memiliki tingkat kerawanan bencana marin yang berbeda-beda.

Pantai utara Jawa Tengah memiliki wilayah yang luas dan genesis pantainya bervariasi dengan garis pantai sepanjang 415 km. Genesis wilayah pantai antara Semarang hingga Rembang dipengaruhi kuat oleh struktur gunungapi, yaitu Gunungapi Muria dan Gunungapi Lasem. Genesis wilayah pantai antara Semarang hingga Brebes dipengaruhi kuat oleh struktur dataran dengan proses fluviomarin. Karena genesisnya berlainan, maka dimungkinkan sekali proses alam (erosi, abrasi, sedimentasi, intrusi air asin, dan tsunami) serta tingkat kerawanan bencana marin yang berlangsung di wilayah tersebut juga berlainan.

Di wilayah pantai utara Jawa Tengah banyak dijumpai kota besar (Rembang, Jepara, Semarang, Pekalongan, dan Tegal), kawasan industri (Semarang dan Kendal), kawasan wisata (Demak, Jepara, Rembang, dan Tegal), pertambakan (Rembang, Pati, Jepara, Demak, Kendal, dan Brebes), serta prasarana jalan dan pelabuhan ikan. Hal ini merupakan aset nasional dan aset daerah yang perlu dipertahankan kelestariannya. Untuk mempertahankannya diperlukan cara-cara pengelolaan wilayah pantai yang memadai, yang disesuaikan dengan kondisi wilayah Jawa Tengah berdasarkan tingkat kerawanan bencana marin. Oleh karena itu, diperlukan penelitian tentang sistem pengelolaan wilayah pantai berdasarkan tingkat kerawanan bencana marin di pantai utara Jawa Tengah.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat diketahui adanya tiga masalah yang dirumuskan menjadi pertanyaan penelitian seperti berikut. (1) Dimana saja persebaran proses erosi pantai, abrasi, sedimentasi, intrusi air asin, dan tsunami? (2) Bagaimana tingkat kerawanan bencana marin di wilayah pantai tersebut? (3) Bagaimana cara-cara pengelolaan wilayah pantai yang sesuai dengan kondisi pantai tersebut? Dari rumusan pertanyaan penelitian tersebut disusun tujuan penelitian (1) menemukungkan dan memetakan wilayah-wilayah pantai yang mengalami erosi pantai, abrasi, sedimentasi, intrusi air asin, dan tsunami; (2) menaksir tingkat kerawanan bencana marin; serta (3) menyusun cara-cara pengelolaan wilayah pantai. Untuk menyelesaikan masalah penelitian ini dilakukan dengan pendekatan bentuklahan. Bentuklahan dijadikan pendekatan, karena memuat informasi tentang morfologi pantai, material pantai, proses geomorfik, struktur geologi, dan kronologi.

Bentuklahan ini dipadukan dengan bencana marin dan tingkat kepentingan. Untuk mengetahui bencana marin didasarkan pada faktor-faktor yang menyebabkannya, yaitu morfodinamik, hidrodinamik, ekodinamik, dan geodinamik. Morfodinamik dan hidrodinamik menyebabkan terjadinya erosi pantai, abrasi, dan sedimentasi. Ekodinamik menyebabkan terjadinya intrusi air asin, sedangkan geodinamik menyebabkan tsunami. Tingkat kepentingan ditentukan berdasarkan kondisi sosial ekonomi setempat, seperti jumlah penduduk, tingkat pendidikan, jenis pekerjaan, tingkat pendapatan, dan bentuk penggunaan lahan. Perpaduan antara bencana marin, bentuklahan, dan tingkat kepentingan dapat untuk menentukan tingkat bencana marin, sehingga dapat ditentukan sistem pengelolaan wilayah pantai. Kerangka pemikiran teoretik ini secara diagramatik dapat diikuti seperti tercantum pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran Teoritik Sistem Pengelolaan Pantai

CARA PENELITIAN

Bahan-bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini meliputi Peta Rupabumi skala 1:25.000, Peta Topografi skala 1:50.000, Peta Geologi skala 1:100.000, Peta Hidrogeologi skala 1:250.000, citra Landsat 5-TM 20-6-94, citra SPOT 1 HVR 28-6-88, Peta Tanah skala 1:250.000, dan Peta Lingkungan Laut Nasional skala 1:500.000 lembar Jawa Tengah (DIY-Jabar). Alat-alat yang dipergunakan dalam penelitian ini antara lain teodolit, baak, yallon, EC-meter, kompas Brunton, GPS, Munsell Soil Color Charts, Sediment-trap, dan kuesioner.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi data primer yang diperoleh dari pengamatan dan pengukuran lapangan, serta data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait. Data sekunder yang dikumpulkan meliputi data iklim (curah hujan, suhu udara, kecepatan, angin, dan arah angin), data lingkungan laut, pasang surut, serta jumlah penduduk. Untuk memperoleh data primer dilakukan dengan teknik pengambilan sampel secara purposif dengan mempertimbangkan satuan bentuklahan, proses geomorfik yang berlangsung, dan bentuk penggunaan lahan. Data primer yang dikumpulkan meliputi bentuk pantai, tipe pantai, tipe batuan, relief pantai, proses pantai, bangunan pantai, gelombang, arus susur pantai, bentuk penggunaan lahan, dan kondisi sosial ekonomi penduduk.

Jalannya penelitian ini dilaksanakan melalui tiga tahap, yaitu tahap pralapangan, tahap kerja lapangan, dan tahap pascalapangan. Pada tahap pralapangan dilakukan studi literatur, penyiapan bahan dan alat penelitian, pengumpulan data sekunder, interpretasi geomorfologis untuk memperoleh satuan-satuan bentuklahan dan proses geomorfik yang terjadi di daerah penelitian, penyusunan dan penggambaran peta satuan bentuklahan tentatif, serta penentuan lokasi sampel. Pada tahap kerja lapangan dilakukan orientasi medan, pengamatan dan pengukuran parameter geomorfologis, oseanografis, hidrologis, dan tanah; pengambilan contoh tanah dan air untuk kepentingan analisis laboratorium; pengumpulan data sosial ekonomi penduduk dengan wawancara langsung dan pengumpulan data sekunder di Kantor Statistik; penaksiran tingkat proses pantai di setiap satuan bentuklahan berdasarkan fenomena proses perubahan garis pantai, gerusan pada kaki bangunan, panjang garis pantai yang terkena erosi beserta pengaruhnya terhadap daerah lainnya, abrasi pada batuan, abrasi pada bangunan pelindung pantai, panjang garis pantai yang terkena abrasi beserta pengaruhnya terhadap daerah lainnya, dan luas daerah yang terkena sedimentasi beserta pengaruhnya terhadap daerah lainnya; pengharkatan tingkat kerusakan pantai dan tingkat kepentingan, serta penaksiran tingkat kerawanan bencana marin, yang merupakan penjumlahan harkat tingkat kerusakan pantai dan harkat tingkat kepentingan. Pada tahap pascalapangan dilakukan analisis sampel tanah dan air di laboratorium, pengolahan data sekunder dan data primer, analisis persebaran jenis dan tingkat bencana marin, penggambaran peta tingkat kerawanan bencana marin, serta penyusunan cara-cara konservasi dan pengelolaan wilayah pantai.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kondisi Geografis Wilayah Pantai Utara Jawa Tengah

1. Lokasi

Daerah penelitian ini umumnya dikenal dengan jalur pantai utara (pantura) Jawa Tengah. Daerah penelitian ini terletak di antara 6°24' LS dan 7°00' LS serta di antara 108°45' BT dan 111°37' BT. Secara administratif, lokasi daerah penelitian ini terletak pada 14 daerah tingkat II, yakni di Kabupaten Brebes, Kabupaten Tegal, Kodia Tegal, Kabupaten Pemalang, Kabupaten Pekalongan, Kodia Pekalongan, Kabupaten Batang, Kabupaten Kendal, Kabupaten Semarang, Kodia Semarang, Kabupaten Demak, Kabupaten Jepara, Kabupaten Pati, dan Kabupaten Rembang.

2. Iklim

Kondisi iklim di jalur pantura yang termasuk beriklim tropis dan berhadapan langsung dengan Laut Jawa ini sangat dipengaruhi oleh angin monsun (angin musim) yang selalu berganti arah secara berlawanan tiap setengah tahunnya. Pada saat angin monsun bertiup ke arah barat (angin timur), jalur pantura ini mengalami musim kemarau, sedangkan pada saat angin monsun ini bertiup ke arah timur (angin barat), jalur pantura ini mengalami musim penghujan. Ditinjau dari peta agroklimatik Jawa dan Madura dari Oldeman (1975), jalur pantura ini termasuk zona iklim D3 yang memiliki 3-4 bulan basah dan 5-6 bulan kering untuk wilayah Brebes, Tegal, Pekalongan, Kendal, Demak, dan Jepara. Zona iklim D2 yang memiliki 3-4 bulan basah dan 2-4 bulan kering untuk wilayah Batang dan Pati bagian utara. Zona iklim C2 yang memiliki 5-6 bulan basah dan 2-4 bulan kering untuk wilayah Semarang. Zona iklim E yang memiliki bulan basah kurang dari 3 bulan dan bulan kering lebih dari 5 bulan untuk wilayah Pati bagian timur dan Rembang. Berdasarkan data curah hujan bulanan selama 10 tahun pada stasiun Tegal, Pekalongan, dan Semarang diperoleh hasil bahwa bulan-bulan kering terjadi pada Juni hingga September dengan curah hujan bulanan berkisar 18 - 94 mm dan bulan-bulan basah terjadi pada Desember hingga Maret dengan curah hujan bulanan berkisar 212 - 532 mm. Di daerah penelitian seringkali terjadi kekeringan pada bulan-bulan kering dan terjadi banjir pada bulan-bulan basah. Berdasarkan data kecepatan dan arah angin diperoleh hasil bahwa puncak angin barat terjadi pada bulan Desember hingga Februari dengan kecepatan 17,5-22,0 knot dengan arah Barat-Baratlaut, sedangkan puncak musim timur terjadi pada bulan Juni hingga Agustus dengan kecepatan angin 15,3-22,0 knot dengan arah Timur.

3. Bentuklahan

Di daerah penelitian ini dijumpai adanya lima genetik bentuklahan, yaitu marin, fluvial, denudasional, vulkanik, dan solusional. Pada bentuklahan marin terdapat enam satuan yang lebih kecil yaitu delta *cusate* (M1), delta kakiburung (M2), kompleks beting gisik dan *swale* (M3), teras pantai terumbu karang (M4), gisik saku

(M5), serta ratahan pasut dan mangrove (M6). Pada bentuklahan fluvial dijumpai tiga satuan bentuklahan yang lebih kecil, yaitu dataran banjir (F1), dataran aluvial (F2), dan teras sungai (F3). Pada bentuklahan denudasional juga terdapat tiga satuan bentuklahan yang lebih kecil, yaitu lerengkaki perbukitan (D1), perbukitan denudasional (D2), dan pegunungan denudasional (D3). Pada bentuklahan vulkanik terdapat lima satuan bentuklahan yang lebih kecil, yaitu kerucut gunungapi (V1), lereng gunungapi (V2), kipas aluvial gunungapi (V3), lerengkaki gunungapi (V4), dan aliran lava (V5). Pada bentuklahan solusional terdapat dua satuan bentuklahan yang lebih kecil, yaitu perbukitan karst (K1) dan teras karst (K2). Persebaran satuan bentuklahan ini disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Delta *cusate* (M1) yaitu delta yang berbentuk cekung dengan material lumpur, garis pantainya halus dengan muara tunggal yang menonjol. Delta semacam ini dibentuk oleh pengaruh fluvial dan proses gelombang yang relatif seimbang. Pada dataran delta yang asli masih banyak dijumpai rawa payau (*salt marsh*), namun sekarang telah banyak berubah oleh kegiatan manusia, yaitu dijadikan lahan pertambakan. Di daerah penelitian, delta *cusate* ini terbentuk di muara Kali Juwono, Kabupaten Pati.

Delta kakiburung (M2) yaitu delta yang garis pantainya berlekuk-lekuk menyerupai bentuk kaki burung dengan material lumpur. Delta ini dipengaruhi kuat oleh proses fluvial dengan percabangan sungai yang banyak dan menyebar. Pada dataran delta (*deltaplain*) dan perenggan delta (*deltafront*) banyak dijumpai rawa payau dengan teluk-teluk terbuka dan tertutup. Di daerah penelitian delta kakiburung ini terbentuk di muara Kali Wulan, Kali Cisanggarung, Kali Pemali, Kali Comal, dan Kali Bodri.

Kompleks beting gisik dan *swale* (M3) merupakan satuan bentuklahan marin yang terdiri atas beting gisik dan cekungan antarbeting gisik. Beting gisik merupakan akumulasi material pasir pantai dengan relief positif dan berbentuk punggung linear yang letaknya sejajar garis pantai. *Swale* merupakan cekungan yang terletak di antara dua beting gisik, umumnya bermaterial lebih halus daripada material beting gisik. Kompleks beting gisik dan *swale* ini terbentuk oleh tenaga gelombang dan arus susur pantai, yang kedua-duanya menyebabkan terjadinya insungan litoral. Satuan bentuklahan ini tersebar di Teluk Rembang, Pantai Kragan, pantai antara Tegal dan Pemalang, pantai di antara Pekalongan dan Batang, serta di sepanjang Pantai Ngebum, Kendal.

Teras pantai terumbu karang (M4) merupakan satuan bentuklahan marin yang materialnya terjadi dari terumbu karang. Teras pantai ini terbentuk akibat erosi pantai pada terumbu karang. Morfologi teras pantai ini berupa permukaan yang datar yang dibatasi oleh tebing terjal dengan ketinggian tebing berkisar 0,5 - 1,5 m. Jenis terumbu karang yang dijumpai antara lain karang batu, karang otak, karang cakram, dan karang cabang. Dasar tebingnya umumnya berupa material bioklastik yang berukuran pasir hingga kerikil. Teras pantai terumbu karang ini terdapat di pantai barat Jepara.

Gisik saku (M5) merupakan satuan bentuklahan marin yang terjadi dari pasir pantai yang terakumulasi membentuk morfologi punggung pada pangkal teluk kecil. Umumnya lahan di belakang gisik saku ini berupa rawa, yang kini kebanyakan telah diolah oleh penduduk setempat untuk pertanian. Gisik saku ini dijumpai di wilayah pantai Gunungapi Muria bagian barat laut dan utara, Kabupaten Jepara.

Rataan pasut (*tidalflat*) dan mangrove (M6) merupakan satuan bentuklahan marin yang dipengaruhi oleh aktivitas pasang surut laut dengan material lumpur yang didominasi fraksi lempung. Morfologi pantai ini termasuk datar yang terbentuk di wilayah tepi pantai. Karena rataan pasut ini merupakan habitat yang sesuai bagi tumbuhan mangrove, maka di beberapa tempat dijumpai pantai yang bervegetasi mangrove. Satuan bentuklahan ini tersebar di tepi pantai Kabupaten Semarang, Demak, Jepara, Delta Cisanggarung, Delta Pemali, Delta Comal, dan Delta Bodri.

Dataran banjir (F1) merupakan satuan bentuklahan fluvial yang terletak di kiri-kanan sungai yang sampai sekarang masih aktif terlanda banjir. Dataran banjir ini bertopografi datar dan bermaterial aluvium, yang merupakan hasil pengendapan material ketika terjadi banjir. Dataran aluvial (F2) merupakan satuan bentuklahan fluvial dengan topografi datar yang material penyusunnya berupa aluvium berasal dari hasil pengendapan ketika terjadi banjir dan penggenangan. Dataran aluvial ini sekarang tidak lagi terlanda banjir dan penggenangan. Teras sungai (F3) merupakan satuan bentuklahan fluvial yang terdapat di kiri-kanan sungai dengan topografi berjenjang dengan material penyusun berstruktur horizontal yang terjadi dari material berukuran antara pasir dan boulder. Bentuklahan fluvial ini terdapat di Kabupaten Brebes, Tegal, Pemalang, Semarang, Demak, Jepara, Pati, dan Rembang.

Lerengkaki perbukitan (D1) merupakan satuan bentuklahan denudasional yang terletak di lerengkaki dengan material endapan koluviyal yang berasal dari hasil denudasi batuan di perbukitan. Umumnya lerengkaki perbukitan ini mempunyai kelerengan dari landai hingga miring. Perbukitan denudasional (D2) merupakan satuan bentuklahan denudasional dengan topografi berbukit, prosesnya denudasi, batuan penyusunnya berupa napal. Pegunungan denudasional (D3) merupakan satuan bentuklahan denudasional dengan topografi bergunung, prosesnya denudasi, struktur geologinya lipatan dan sesar, dengan batuan napal. Satuan bentuklahan denudasional ini terdapat di Perbukitan Rembang, Perbukitan Patiayam, juga terdapat pada lahan buritan di Kabupaten-kecamatan Brebes, Tegal, Pemalang, Pekalongan, Batang, dan Semarang.

Kipas gunungapi (V3) merupakan satuan bentuklahan vulkanik yang terbentuk oleh proses aliran dengan material aluvium gunungapi dengan kelerengannya landai hingga miring. Lerengkaki gunungapi (V4) merupakan satuan bentuklahan vulkanik dengan kelerengan landai hingga miring, yang terjadi dari material tuf, lahar, dan tuf pasir. Aliran lava (V5) merupakan satuan bentuklahan vulkanik dengan material penyusun utama berupa lava, prosesnya berupa aliran vulkanik. Satuan bentuklahan vulkanik ini terdapat di Gunungapi Muria, Gunungapi Genuk, Gunungapi Lasem, dan Gunungapi Ungaran.

Perbukitan karst (K1) merupakan satuan bentuklahan solusional yang terjdadi dari batugamping yang mengalami proses pelarutan dengan topografi berbukit. Teras karst (K2) merupakan satuan bentuklahan solusional dengan topografi berjenjang akibat perbukitan karst mengalami erosi. Kedua satuan bentuklahan ini terdapat di Rembang.

4. Kegempaan

Kondisi kegempaan di daerah penelitian sangat penting untuk diketahui, karena kegempaan yang berpusat di pantai utara ataupun Laut Jawa dapat menimbulkan bencana marin yang sering disebut sebagai tsunami. Berdasarkan hasil penelitian (Sunarto dkk., 1995) menunjukkan, bahwa di wilayah sepanjang pantai utara Jawa Tengah dan Laut Jawa tidak terdapat pusat gempabumi yang dangkal (kedalaman < 60 km). Data yang ada menunjukkan gempabumi di pantai utara berfokus dalam (kedalaman > 360 km). Karena gempabumi yang menimbulkan tsunami itu jika fokusnya dangkal dengan magnitudo lebih dari 6,0 pada skala Richter, maka di wilayah pantai utara Jawa tengah dan Laut Jawa relatif aman terhadap bencana marin tsunami.

5. Tanah

Berdasarkan Peta Tanah Tinjau Provinsi Jawa Tengah, skala 1:250.000 (tahir 1966), di daerah penelitian ini dijumpai ada tujuh macam tanah. Ketujuh macam tanah itu adalah (1) Tanah Aluvial Hidromorf yang terdapat di Delta-delta Cisanggarung Pemali, Comal, Bodri, Wulan, dan Juwono; (2) Tanah Aluvial Coklat Kelabu dan (3) Grumusol Kelabu Tua yang terdapat pada dataran aluvial di Kabupaten-kabupaten Brebes, Tegal, Pemalang, Pekalongan, Kendal, Semarang, Demak, dan Pati. (4) Regosol Kelabu terdapat pada beting gisik di Kabupaten-kabupaten Tegal, Pekalongan Batang, dan Kendal. (5) Regosol Coklat terdapat pada beting gisik di Kabupaten kabupaten Jepara, Pati, dan Rembang. (6) Asosiasi Litosol dan Mediteran Coklat Kemerahan terdapat pada Perbukitan Denudasional di Kabupaten-kabupaten Remban dan Batang, serta pada lerengkaki gunungapi di Kabupaten Jepara. (7) Latosol Mera terdapat pada lerengkaki gunungapi di Kabupaten Jepara dan Kabupaten Pati.

6. Keairan Sungai

Kondisi keairan sungai sangat berpegaruh terhadap kekuatan air dala menekan masuknya air laut ke sungai. Berdasarkan data yang ada, Sungai Pemali yang memiliki luas DAS 1.100 km² mempunyai limpasan rata-rata sebesar 48 m³/detik Kali Bodri dengan luas DAS 800 km² memiliki limpasan sebesar rata-rata 45 m³/detik Kali Serang dengan luas DAS 3.860 km² mempunyai limpasan rata-rata sebesar 130 m³/detik. Kali Juwono dengan luas DAS 1.380 km² memiliki limpasan rata-rata sebesar 29 m³/detik (LRD/Bina Program, 1989).

7. Kelautan

Sifat gelombang yang terjadi di perairan Laut Jawa dapat dijelaskan sebagai berikut. Berdasarkan data arah dan kecepatan angin rata-rata bulanan (1980-1989) dari BMG dapat diketahui karakteristik kelautan di daerah penelitian. Pada bulan April-Oktober terjadi gelombang yang kecil dengan tinggi gelombang berkisar 0,43 - 0,61 m, panjang gelombang berkisar 12,19 - 17,98 m, dan periode gelombang 3,4 - 4,0 detik. Gelombang besar terjadi pada bulan Desember-Februari dengan tinggi gelombang berkisar 1,95 - 2,93 m, panjang gelombang berkisar 40,84 - 57,30 m, dan periode gelombang berkisar 6,3 - 7,9 detik. Pada bulan Maret dan November termasuk gelombang menengah, dengan tinggi gelombang berkisar 0,88 - 1,52 m, panjang gelombang berkisar 21,64 - 33,83 m, dan periode gelombang berkisar 4,6 - 5,7 detik.

Tipe pasang surut di perairan Tegal, Pemalang, dan Pekalongan termasuk campuran yang condong ke harian tunggal (*mixed tide, prevailing diurnal*) dengan Indeks Formzal (F) sebesar 1,52 (Astjarjo dkk., 1989), yang berarti setiap hari terjadi sekali pasang dan sekali surut tetapi kadang-kadang untuk sementara dengan dua kali pasang dan dua kali surut, yang sangat berbeda dalam tinggi dan waktunya. Di perairan Jepara, tipe pasang surutnya termasuk harian tunggal (*diurnal tide*) dengan $F = 12,01$ yang berarti bahwa pasang dan surut hanya berlangsung sekali dalam sehari (Kamiludin dkk., 1991).

Hasil pengukuran arus laut di perairan Jepara pada bulan Juli 1996 rata-rata berkecepatan 0,735 m/menit dengan arah selatan-baratdaya, di perairan Benteng diperoleh kecepatan rata-rata 2,35 m/menit dengan arah barat-baratdaya, dan di perairan Banyutowo diperoleh kecepatan rata-rata 0,98 m/menit dengan arah utara-baratlaut.

Tingkat Kerawanan Bencana Marin

Jenis bencana marin yang diteliti meliputi erosi, abrasi, sedimentasi, intrusi air asin, dan tsunami. Namun telah disebutkan di muka, bahwa wilayah pantai utara Jawa Tengah ini relatif aman terhadap tsunami, maka jenis bencana marin ini tidak menjadi pertimbangan dalam penentuan tingkat kerawanan bencana marin. Hasil analisis dan penaksiran tingkat bencana marin disajikan dalam Tabel 1.

Erosi pantai menjadi jenis bencana marin utama yang berlangsung di daerah Brebes, Pemalang, Jepara, dan Pati (Tabel 1). Kejadian ini perlu diketahui faktor utama yang menyebabkannya, sehingga dapat diusahakan konservasinya secara alami. Berdasarkan pengamatan dan pengukuran di lapangan menunjukkan, bahwa erosi pantai di daerah penelitian terutama disebabkan oleh adanya proses insutan litoral (*littoral drift*). Insutan litoral ini terutama disebabkan oleh arus susur pantai yang menyerang gisik, sehingga terjadi perpindahan material gisik. Dengan demikian, faktor utama yang menyebabkan erosi pantai di daerah penelitian adalah arus susur pantai. Tenaga arus inilah yang perlu dikendalikan agar tidak mengerosi pantai.

Tabel 1. Tingkat Kerawanan Bencana Marin di Wilayah Pantai Utara Jawa Tengah

Tingkat Kerawanan Bencana Marin	Satuan Bentuklahan	Jenis Bencana Marin yang Berpengaruh	Daerah yang Terpengaruh	Keterangan
I	M6	Erosi, sedimentasi, dan intrusi	Brebes dan Pemalang	Tanjung (headland)
	M4	Erosi	Jepara	Tanjung (headland)
	M3	Erosi	Pati	Teluk (bay)
	D1	Abrasi	Rembang	
II	M3	Erosi dan intrusi	Tegal, Pekalongan, Batang, Kendal, Semarang, dan Rembang	Teluk (bay)
	M6	Erosi, sedimentasi, dan intrusi	Kendal	Midbay
	M1	Sedimentasi dan intrusi	Pati	
III	D1	Abrasi	Batang	
	M6	Sedimentasi dan intrusi	Semarang, Demak, dan Jepara	Midbay
	F2	Sedimentasi dan intrusi	Semarang, Demak, Pati, Rembang	
	M2	Sedimentasi dan intrusi	Demak	
IV	M2	Intrusi	Pemalang dan Kendal	
	M3	-	Pekalongan	Pantai lurus
	M5	-	Jepara	
	V3	-	Jepara	
	V4	-	Jepara dan Pati	

Sumber: Data Primer

Catatan :

M1 = Delta cusate

M2 = Delta kakiburung

M3 = Kompleks beting isik dan swale

M4 = Teras pantai terumbu karang

M5 = Gisik saku

M6 = Rataan pasut dan mangrove

F2 = Dataran aluvial

D1 = Lerengkaki perbukitan

V3 = Kipas aluvial gunungapi

V4 = Lerengkaki gunungapi

I = Sangat rawan

II = Rawan

III = Agak rawan

IV = Tidak rawan

Persebaran tingkat kerawanan bencana marin dan jenis bencana marin yang berpengaruh pada masing-masing satuan bentuklahan di wilayah pantai utara Jawa Tengah disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Sistem Pengelolaan Wilayah Pantai

Mengacu pada prinsip ke-1 dan ke-9 dasar pengelolaan wilayah pantai (Dahuri dkk., 1996) yang menyatakan, bahwa pengelolaan wilayah pantai memerlukan pendekatan khusus yang disesuaikan dengan sifat dan dinamika alam, maka dalam penelitian ini digunakan pendekatan bentuklahan. Bentuklahan dipergunakan sebagai pendekatan, karena pada bentuklahan itu telah tercermin karakteristik topografis, material, dan proses alam pembentuknya (genesis pantai) yang menyebabkan dinamika alam. Oleh karena itu, pendekatan bentuklahan merupakan pendekatan yang tepat bagi pengelolaan wilayah pantai. Berdasarkan prinsip ke-6 (Dahuri dkk., 1996), bahwa fokus utama pengelolaan wilayah pantai adalah konservasi. Akibat adanya kerawanan bencana marin tersebut, maka wilayah pantai utara Jawa Tengah perlu diadakan konservasi pantai. Berdasarkan permasalahan seperti disajikan pada Tabel 1 tersebut, berikut ini dibincangkan gagasan atau pemikiran mengenai pengelolaan wilayah pantai dengan pendekatan bentuklahan.

1. Pengelolaan Pantai Delta dan Dataran Aluvial

Wilayah pantai ini material utamanya berupa lumpur atau aluvium. Pantai berlumpur merupakan habitat yang paling cocok untuk tumbuhnya mangrove. Tumbuhan mangrove mempunyai banyak fungsi, antara lain mengurangi energi gelombang yang datang ke pantai dan mengikat sedimen dengan perakarannya. Jenis tanaman api-api (*Avicennia sp.*) yang memiliki perakaran horizontal yang dilengkapi dengan pneumatofora berbentuk pasak yang muncul ke permukaan tanah itu memiliki fungsi melemahkan energi gelombang yang datang ke pantai, sehingga tidak mampu mengerosi pantai atau setidaknya-tidaknya proses erosi pantai berkurang.

Tumbuhan jenis bakau (*Rhizophora sp.*) merupakan salah satu jenis tanaman di dalam ekosistem mangrove yang memiliki akar-akar tunjang berfungsi mengikat sedimen lumpur, baik yang sudah ada maupun yang terbawa oleh gelombang ke pantai. Akibatnya pantai menjadi stabil. Selain melindungi wilayah pantai terhadap erosi, lumpur yang terendapkan menjadi lapisan yang permeabilitasnya rendah, sehingga membantu mencegah terjadinya intrusi air asin. Di samping itu, untuk mencegah atau mengurangi pengaruh intrusi air asin dapat dilakukan dengan pembuatan imbuhan-air buatan (*artificial recharge*), yang berupa saluran yang menghubungkan antarsungai di atas batas intrusi, sehingga saluran itu terisi air tawar. Fungsi imbuhan buatan ini untuk mengisi akuifer agar air asin di dalam akuifer terdesak ke arah laut dan akuifer tersebut terisi oleh air tawar, sehingga pengaruh intrusi air asin tidak begitu besar.

Wilayah pantai ini banyak dimanfaatkan penduduk sebagai tambak. Pematang tambak ini umumnya diperkuat dengan tanaman bakau agar pematang tidak jebol. Namun di daerah Sawojajar (Brebes), banyak tambak yang diterlantarkan akibat banyaknya udang yang mati, sehingga tambak itu tidak produktif. Berdasarkan informasi dari petugas perikanan, kematian udang tersebut disebabkan oleh adanya serangan virus yang dikenal dengan *Vibrio sp.* Karena tambak ini banyak yang tidak

produktif, maka perlu dilakukan pengelolaan untuk meningkatkan kembali tambak yang ditelantarkan itu dengan cara mengadopsi cara tanam yang berhasil di daerah Pemalang.

Pertambahan di daerah Pemalang dilakukan dengan sistem surjan. Umumnya pada gundukan ditanami tanaman bunga melati dan gundukan tersebut diperkuat dengan tanaman bakau, sedangkan pada bagian yang digali ditebari benih ikan atau udang. Berdasarkan wawancara dengan penduduk setempat, hasil dari bunga melati ternyata lebih baik daripada tambak udang, karena tanaman melati hanya memerlukan pupuk dan perawatan agar tidak terserang ulat, namun hasilnya dapat dipanen setiap hari. Meskipun harga bunga melati berfluktuasi dari Rp 1.300,00/kg hingga Rp 8.000,00/kg, namun rata-rata Rp 2.000,00/kg dapat dicapai sehari-harinya. Dari harga melati yang sebesar Rp 2.000,00/kg itu, sebesar Rp 1.300,00 untuk pemilik lahan dan sebesar Rp 700,00 untuk buruh pemetik bunga. Modal terbesar dikeluarkan oleh pemilik lahan hanya pada awal penanaman saja, yaitu untuk pembelian bibit melati sebesar Rp 100.000,00 dan untuk upah pengolahan tanah hingga mananamnya sebesar Rp 750.000,00. Setelah tanaman melati mulai berbunga, maka pemilik lahan tinggal melakukan panen saja setiap hari. Peremajaan tanaman melati umumnya setelah tanaman berumur 5 tahun. Melati dipanen ketika bunganya masih kuncup, jika bunga melati telah mekar tidak diterima oleh pengumpul. Hasil panen melati dikumpulkan di Pekalongan, kemudian dibawa ke Bandung dan diekspor ke Singapura. Untuk menjaga agar melati tidak layu, kuncup-kuncup melati itu dimasukkan ke dalam kotak dan diberi es.

2. Pengelolaan Kompleks Betinggisik dan Swale

Bentuklah ini rawan terhadap erosi pantai. Karena material penyusunnya berupa pasir lepas, maka untuk mengikat agar pasir-pasir di pantai itu tidak terbawa oleh arus susur pantai atau pun gelombang perlu dilakukan konservasi pantai tersebut. Secara alami konservasi terbaik adalah dengan menanam tanaman yang tumbuh di pantai setempat, yaitu tapak kaki kambing (*Ipomoea pes-caprae*). Tanaman tapak kaki kambing ini mempunyai sistem perakaran yang mampu mengikat pasir. Di samping itu, tapak kambing ini memberikan pemandangan pantai yang indah, yaitu kenampakan pantai yang hijau, apalagi ketika musim bunga, maka pantai itu akan tampak ungu yang memanjang sepanjang pantai.

Di wilayah pantai Muara Ngebum, Kendal, tumbuhan tapak kambing ini dimanfaatkan untuk penguat pematang tambak, karena daerah itu berpasir (Sunarto, 1994). Dengan tumbuhan tapak kaki kambing yang rimbun mengelilingi pematang tambak, menyebabkan pematang tambak yang terjadi dari pasir itu tidak mengalami keruntuhan.

3. Pengelolaan Teras Pantai Terumbu Karang

Bentuklah ini mengalami erosi pantai akibat defraksi gelombang yang membentuk arus susur pantai. Berdasarkan hasil wawancara dengan penduduk di Bulak Baru, Jepara, erosi pantai ini berlangsung lebih cepat dengan adanya pengambilan batu karang oleh penduduk. Oleh karena itu, perlu diusahakan pengembalian kondisi pantai terumbu karang seperti sebelumnya. Pengembalian kondisi terumbu karang pantai yang telah tererosi dapat dilakukan dengan pembiakan terumbu karang. Bibit pembiakan terumbu karang dapat dipilih jenis karang cabang, karena selain kuat, karang cabang mudah tumbuh. Secara alami, karang cabang berfungsi sebagai pelindung pantai terhadap serangan gelombang, sebab gelombang yang datang ke arah pantai dan berhadapan langsung dengan karang cabang, maka kekuatan gelombang itu menjadi berkurang, sehingga erosi pantai dapat berkurang pula.

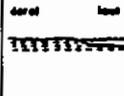
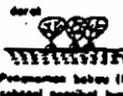
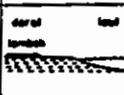
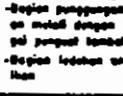
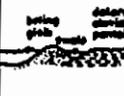
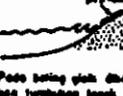
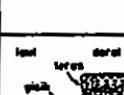
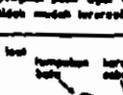
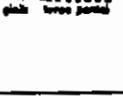
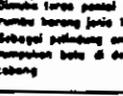
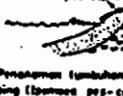
Pembiakan terumbu karang ini dapat dilakukan dengan usaha perlindungan terhadap bibit agar terumbu yang masih lemah ikatannya pada substrat tidak terseret oleh arus laut maupun terhempas oleh gelombang. Perlindungan bibit terumbu ini dapat dilakukan dengan ban bekas atau batu pecahan karang setempat. Perlindungan bibit ini dapat berfungsi ganda, fungsi pertama adalah melindungi bibit dari seretan arus laut dan terpaan gelombang, serta fungsi kedua adalah melindungi pantai dari erosi. Pembiakan terumbu karang ini diusahakan di sepanjang pantai yang cocok bagi tumbuhnya terumbu.

4. Pengelolaan Pantai Lerengkaki Perbukitan

Di wilayah pantai ini terjadi abrasi pada batuan tuf pasir. Karena pantai yang terabrasi ini menopang badan jalan raya yang menghubungkan Semarang-Surabaya, maka perlu dipertimbangkan pengelolaannya. Perlindungan pantai yang terabrasi ini dilakukan dengan meletakkan bongkah-bongkah batu sebagai pemecah gelombang. Namun jika ditinjau dari kondisi batuan dasarnya yang kuat itu, maka batuan ini baik untuk substrat bagi tumbuhnya terumbu karang. Upaya pembiakan terumbu karang di pantai ini perlu dilakukan, asal dengan perlakuan khusus karena pantai ini terbuka terhadap serangan gelombang. Cara-cara pembiakan terumbu karang seperti yang dibicarakan pada konservasi pantai teras terumbu karang.

Sistem pengelolaan pantai yang dilakukan dengan pendekatan konservasi geomorfologis disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Sistem Pengelolaan Wilayah Pantai

Kode	Struktur	Morfologi Pantai		Proses Pantai	Material Pengumpul Pantai	Model Pengelolaan Pantai
		Bentuk Garis Pantai	Konfigurasi Pantai			
M1	Delta Gradual			Sedimen leat Banjir	Lumpur	 <p>Pemukiman bawah (low-lying) sebagai penghalang lumpur dan sebagai pemegang lumpur</p>
M2	Delta Halburang			Sedimen leat Banjir	Lumpur	 <p>Levee dan Pompa</p> <ul style="list-style-type: none"> -Levee sistem surjan -Bagian pemukiman untuk lokasi on metal dengan bebat tebu pd jempur lumpur -Bagian levee untuk below line
M3	Membran bering glas dan awab			Erosi	Pasir	 <p>leat (pemasangan pasir)</p> <p>Pada bering glas diambang titik lonc turban leat bering glas (pemasangan pasir) sebagai penghalang pasir agar bering glas tidak mudah tererosi</p>
M4	Terap penak lurum ke barang			Erosi	Pasir dan Fragmen terumbu karang	 <p>leat (tumpukan karang batu)</p> <ul style="list-style-type: none"> -Dibuat teras pantai dibelakan ke rumbe karang jenis karang cabang -Sebagai pemindung amah dibuat tumpukan batu di depan karang cabang
M5	Garis saku			Depositi	Pasir dan briket volkanik	 <p>leat (pemasangan pasir)</p> <p>Pemasangan tumpukan leat ber bing (pemasangan pasir)</p>
M6	Rataan pasir dan mangrove			Erosi Sedimen leat	Lumpur	 <p>Pada rataan pasir dibelakan pemukiman api-api (firebreak) on tak mempertahankan lumpur dan mempertahankan energi gelombang</p>
D1	Loronggang Perbukitan			Abrasi Erosi Depositi	Kulit -Batupasir -Lava -Alumina pasiran	 <p>Dibuat gerangan leat (marine notch) dibelakan karang cabang</p> <p>-Sebagai pemindung karang cabang di depannya diberi tumpukan batu</p>

Sumber: Data primer

KESIMPULAN

1. Satuan-satuan bentuklahan yang mengalami erosi, abrasi, sedimentasi, dan intrusi air asin adalah :
 - a. erosi pantai terjadi pada satuan bentuklahan M3, M4, dan M6;
 - b. abrasi terjadi pada satuan bentuklahan D1;
 - c. sedimentasi terjadi pada satuan bentuklahan M6, M3, M2, dan M1; serta
 - d. intrusi air asin terjadi pada satuan bentuklahan M6, M3, M2, dan M1.
1. Tingkat kerawanan bencana marin di wilayah pantai utara Jawa Tengah adalah:
 - a. sangat rawan : M6 di daerah Tanjung (*headland*) Brebes dan Pemalang, M4 di Jepara, M3 di daerah Tanjung (*headland*) Pati, dan D1 di Rembang;
 - b. rawan: M3 di daerah Teluk (*bay*) Tegal, Pekalongan, Batang, Kendal, Semarang, dan Rembang; M6 di *Midbay* Kendal; serta M1 di Pati;
 - c. agak rawan : D1 di Batang, M6 di *Midbay* Semarang, Demak, dan Jepara, F2 di Semarang, Demak, Pati, dan Rambang, serta M2 di Demak;
 - d. tidak rawan : M2 di Pemalang dan Kendal, M3 di Pantai lurus Pekalongan, M5 di Jepara, V3 di Jepara, serta V4 di Jepara dan Pati.
1. Pengelolaan atau konservasi pantai utara Jawa Tengah dilakukan dengan :
 - a. penanaman jenis api-api dan bakau untuk pantai pada M6, M1, dan M2;
 - b. penanaman jenis tapak kambing untuk pantai M3;
 - c. pembuatan imbuhan buatan pada F2;
 - d. pembuatan tambak sistem surjan dengan tanaman melati pada punggungan dan ikan pada ledokan;
 - e. pembiakan jenis karang cabang untuk pantai M4;
 - f. peletakan bongkah-bongkah batu dan pembiakan karang cabang untuk pantai D1.

DAFTAR PUSTAKA

- Astjarjo, P., A. Masduki, Suharno, T. A. Soeprapto, A. Wahab, Susilohadi, M. Hermansyah, J. P. Hutagaol, dan R. Prawirasastra, 1989, *Penelitian Geologi Lingkungan Pantai dan Lepas Pantai Perairan Tegal, Pemalang, dan Pekalongan, Jawa Tengah*, Pusat Pengembangan Geologi Kelautan, Bandung.
- Dahuri, R., J. Rais, S. P. Ginting, dan M. J. Sitepu, 1996, *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan secara Terpadu*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Kamiludin, U., A. Wahib, Y. Ermadi, K. Hardjawidjaksana, Wahyudi, Budiman, dan Hartono, 1991, *Penelitian Geologi Lingkungan Pantai dan Lepas Pantai Perairan Jepara dan Sekitarnya, Jawa Tengah*, Pusat Pengembangan Geologi Kelautan, Bandung.

- LRD/Bina Program, 1989, Review of Phase I Results, Java and Bali, *Regional Physical Planning Programme for Transmigration (RePPPProt)*, Land Resources Dept., Overseas Development Natural Resources Institute, Overseas Development Administration, London United Kingdom, and Directorate Bina Program, Ditjen Pankim, Deptrans, Jakarta.
- Soegijoko, B.T.S. dan B.S.Kusbiantoro (Eds.), 1997, *Perencanaan Pembangunan di Indonesia*, Grasindo, Jakarta.
- Sunarto, 1994, *Pelestarian Morfologi Pantai Akibat Pertambakan di Muara Ngebum*, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.
- Sunarto, Suprpto D., Sudibyakto, Suratman W.S., Bambang K.P., I.Soegiman, Sutikno, dan Hartono, 1995, *Penelitian Daerah Rawan Bencana Alam Jawa Tengah*, BAPPEDA Tk. I Jateng dan Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.