

**ALTERNATIF PERLINDUNGAN TANGGUL JALAN PESISIR
PANTAI DI KABUPATEN BANTAENG**

***ALTERNATIVE FOR THE EMBANKMENT COASTAL
PROTECTION IN BANTAENG REGENCY***

ARLI NINDITA

P092171015



**TEKNIK PERENCANAAN TRANSPORTASI
KONSENTRASI JALAN DAN JEMBATAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

2019



**ALTERNATIF PERLINDUNGAN TANGGUL JALAN PESISIR
PANTAI DI KABUPATEN BANTAENG**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Teknik Perencanaan Transportasi

Disusun dan diajukan oleh:

ARLI NINDITA

P092171015

Kepada

SEKOLAH PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2019



TESIS

ALTERNATIF PERLINDUNGAN TANGGUL JALAN PESISIR PANTAI
DI KABUPATEN BANTAENG

Disusun dan diajukan oleh :

ARLI NINDITA

Nomor Pokok P092171015

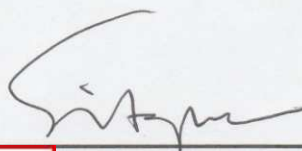
telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis

pada tanggal 06 Mei 2019

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasihat,

Prof. Dr.-Ing. M. Yamin Jinca, MStr
KetuaDr. Taufiqur Rachman, ST.,MT
AnggotaKetua Program Studi
Teknik Transportasi,

Prof. Dr. Ganding Sitepu, Dipl.Ing



Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Hasanuddin,

Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc



PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arli Nindita

Nomor mahasiswa : P092171015

Program studi : Teknik Perencanaan Transportasi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Mei 2019

Yang menyatakan,



ARLI NINDITA



PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga tesis ini dengan judul “**Alternatif Perlindungan Tanggul Jalan Pesisir Pantai di Kabupaten Bantaeng**” dapat diselesaikan dengan baik yang merupakan kewajiban dan persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan pascasarjana program studi teknik perencanaan transportasi di Universitas Hasanuddin .

Teriring rasa hormat dan terima kasih yang tak terhingga kepada Bapak **Prof. Dr.-Ing. M. Yamin Jinca, M.STr** dan **Dr. Taufiqur Rachman, ST.,MT** yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan tesis ini.

Pada kesempatan ini , penulis dengan tulus menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ibu **Dr. Ir. Esther Sanda Manapa, MT** dan **Dr. Ir. Mimi Arifin, M.Si** sebagai tim penguji yang telah memberikan masukan dalam penyempurnaan tesis ini.
2. Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, atas kesempatan beasiswa yang diberikan untuk mengikuti pendidikan magister.
3. Teman-teman karyasiswa Program Kerjasama BPSDM Kementerian

R dengan Universitas Hasanuddin angkatan 2017, atas bantuan kerjasamanya selama ini.



Teristimewa penulis sampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada ibundaku (**Hj. Hasnah Badollahi, S.Ag**), suamiku (**Irfan Yusuf, SE**) dan segenap keluarga yang telah memberikan doa dan motivasi guna keberhasilan penulis menuntut ilmu.

Penulis menyadari bahwa tesis ini jauh dari kata sempurna, diharapkan kritik dan saran dari semua pihak guna penyempurnaannya. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi semua pihak dan jika ada kekurangan yang diakibatkan oleh kekeliruan penulis mohon dimaafkan.

Gowa, Mei 2019

Penulis,

ARLI NINDITA



ABSTRAK

ARLI NINDITA. *Alternatif Perlindungan Tanggul Jalan Pesisir Pantai di Kabupaten Bantaeng* (dibimbing oleh M. Yamin Jinca dan Taufiqur Rahman).

Penelitian ini bertujuan mengetahui kondisi dan penyebab kerusakan tanggul jalan pesisir pantai, faktor pengaruh abrasi, dan solusi alternatif konstruksi perlindungan tanggul jalan sebagai dasar penentuan alternatif perlindungan tanggul jalan. Menggunakan metode kuantitatif, kualitatif, dan metode analisis hirarki proses, observasi ruas jalan pesisir yang terdampak abrasi dan menganalisis faktor hidrodinamika kelautan sebagai penyebab kerusakan konstruksi tanggul jalan, serta solusi alternatif penanganan kerusakan tanggul jalan. Hasil analisis menunjukkan bahwa kerusakan konstruksi diakibatkan hidrodinamika kelautan sehingga tergerus tanggul dan tanah dasar jalan. Alternatif perlindungan tanggul pada jalan pesisir pantai yang sangat relevan adalah *revetment*.

Kata kunci: Jalan pesisir pantai, abrasi, hidrodinamika, perlindungan tanggul.

Makassar, Maret 2019
a.n. Tim Abstrak Magister Transportasi
Sekolah Pascasarjana Unhas,



Prof. Dr.-Ing. M. Yamin Jinca, MSTR



ABSTRACT

ARLI NINDITA. *Alternative Protection of Coastal Road Embankment in Bantaeng Regency* (supervised by M. Yamin Jinca and Taufiqur Rachman).

This study aims to determine the conditions and causes of coastal road embankment damage, abrasion influence factors, and alternative solutions to construction of road embankment protection as a basis for determining alternative embankment protection. Using quantitative, qualitative and the analysis hierarchy process methods, observations of coastal road for affected by abrasion, analyzing sea hydrodynamic factors as a cause of damage for road embankment construction, and alternative solutions to handling damage for road embankments. The results of analysis is that the construction damage consequence and effect of sea hydrodynamics has eroded the embankment until subgrade. The most relevant alternative to embankment protection for coastal roads is revetment.

Keywords: Coastal road, abrasion, hydrodynamics, embankment protection.

Makassar, Maret 2019
a.n. Tim Abstrak Magister Transportasi
Sekolah Pascasarjana Unhas,



Prof. Dr.-Ing. M. Yamin Jinca, MSTr



DAFTAR ISI

PRAKATA	v
ABSTRAK	vii
ABSTRAC	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
E. Ruang Lingkup Penelitian	5
F. Definisi Istilah	6
G. Sistematika Tesis	7
 BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Infrastruktur Jalan	9
B. Proses Litoral	17
C. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Abrasi Pantai	19
D. Statistik dan Peramalan Gelombang	34
E. Bangunan Pantai	35
F. Metode <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP)	46
G. Penelitian Terdahulu	51



H. Kerangka Konseptual Penelitian	53
I. Definisi Operasional	54
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Jenis Penelitian	55
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	55
C. Populasi dan Teknik Pengumpulan Data	57
D. Teknik Analisis	59
E. Tahap-tahap penelitian	62
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Gambaran Umum Wilayah Studi	64
B. Kondisi Kerusakan Jalan	67
C. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Abrasi Pantai	74
D. Pemilihan Bangunan Perlindungan Pantai	80
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	93
B. Saran	94
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hutan mangrove dan gumuk pasir	36
2. Kelebihan dan kekurangan <i>armor breakwater</i>	44
3. Skala banding secara berpasangan	48
4. Nilai RI berdasarkan ordo matriks n	49
5. Penelitian terdahulu	51
6. Contoh perbandingan berpasangan kriteria	60
7. Pembobotan kriteria	60
8. Menentukan nilai <i>eigen vector</i>	61
9. Matriks rencana penelitian	63
10. Perkiraan tinggi gelombang (H_s) rata-rata perbulan	77
11. Energi kinetik gelombang (E_k) di Perairan Bantaeng	78
12. Kecepatan arus Perairan Bantaeng Tahun 2018	80
13. Hasil analisis aspek ekonomi	83
14. Hasil analisis aspek lingkungan	86
15. Hasil analisis aspek sosial	88
16. Urutan prioritas kriteria dan subkriteria AHP	90



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Penampang melintang jalan tipikal	10
2. <i>Gravity wall</i>	13
3. <i>Cantilever retaining wall</i>	14
4. <i>Conterfort wall</i>	15
5. <i>Butteress wall</i>	15
6. Jenis dinding penahan tanah	15
7. Kerusakan konstruksi jalan pesisir pantai di Kabupaten Bantaeng	17
8. Proses pembentukan pantai	19
9. Karakteristik gelombang di daerah pantai	22
10. Sketsa definisi gelombang	23
11. <i>Wave set-up</i> dan <i>wave set-down</i>	29
12. Arus samudera	32
13. Pelindung alami pantai	36
14. Klasifikasi perlindungan pantai	38
15. <i>Lay out groin</i> tipe I dan T	39
16. Tembok laut	40
17. <i>Revetment</i>	41
18. Batu buatan beton (<i>armor</i>)	43
19. Pemecah gelombang lepas pantai	43
20. Tanggul laut	46
Kerangka konseptual penelitian	53



22. Lokasi penelitian	56
23. Tahapan penelitian	62
24. Wilayah studi	65
25. Ruas jalan pesisir pantai pada titik abrasi pantai 1	68
26. Profil melintang ruas jalan pesisir pantai pada titik abrasi pantai 1	69
27. Kondisi kerusakan jalan akibat abrasi pantai titik 1 (Kelurahan Pallantikang)	69
28. Kerusakan kaki konstruksi tanggul jalan	70
29. Material di bawah jalur pedestrian yang longsor	70
30. Keadaan ruas jalan pesisir pantai pada titik abrasi pantai 2 (Kelurahan Tappanjeng)	71
31. Profil melintang ruas jalan pesisir pantai pada titik abrasi pantai 2 (Kelurahan Tappanjeng)	72
32. Keruntuhan pondasi, bahu dan tanggul jalan	73
33. Keruntuhan pondasi dan bahu jalan akibat energi gelombang	74
34. Kecepatan angin rata-rata perbulan perairan Bantaeng	75
35. Prakiraan tinggi gelombang laut di sekitar perairan Bantaeng	76
36. Besar energi kinetik gelombang di Perairan Bantaeng	79
37. Hirarki alternatif perlindungan tanggul jalan pesisir pantai	82
38. Urutan prioritas alternatif pelindung tanggul jalan pesisir pantai	91



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia menduduki urutan kedua yang memiliki garis pantai terpanjang di dunia. Indonesia memiliki lebih dari 3.700 pulau dan wilayah pesisir sepanjang 80.000 km yang salah satunya terletak di Kabupaten Bantaeng Provinsi Sulawesi Selatan. Berdasarkan letak geografisnya, Kabupaten Bantaeng di sebelah selatan berbatasan langsung dengan Laut Flores sehingga Kabupaten Bantaeng memiliki wilayah pesisir yang cukup panjang.

Menurut Undang-undang Nomor 1 Tahun 2014 tentang pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil, wilayah pesisir adalah daerah pengalihan antara ekosistem darat dan laut yang dipengaruhi oleh perubahan di darat dan laut.

Keanekaragaman sumberdaya di wilayah pesisir mengakibatkan wilayah ini sebagai pemusatan berbagai kegiatan manusia dalam mencukupi kebutuhan hidupnya. Kegiatan tersebut dapat menimbulkan peningkatan kebutuhan akan infrastruktur terutama jalan sebagai penghubung.

Di dalam Undang-undang nomor 1 Tahun 2014 tentang pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil, mitigasi bencana adalah upaya mengurangi risiko bencana, baik secara struktur atau fisik melalui



pembangunan fisik alami dan atau buatan maupun nonstruktur atau non fisik melalui peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil. Mengurangi risiko bencana di pesisir pantai dilakukan dengan menerapkan sempadan pantai dengan jarak kurang lebih 100 meter dari garis pantai.

Masalah-masalah yang timbul di wilayah pesisir akibat peningkatan kebutuhan lahan, prasarana dan sebagainya (Triatmodjo,1999) seperti berikut ini:

1. Abrasi pantai yang merusak kawasan pemukiman dan prasarana kota yang berupa mundurnya garis pantai. Abrasi pantai dapat terjadi secara alami oleh serangan gelombang atau karena adanya kegiatan manusia seperti penebangan hutan bakau, pengambilan karang pantai, pembangunan pelabuhan atau bangunan pantai lainnya, perluasan areal tambak ke arah laut tanpa memperhatikan wilayah sempadan pantai, dan sebagainya.
2. Tanah timbul sebagai akibat endapan pantai dan menyebabkan majunya garis pantai. Majunya garis pantai , disatu pihak dapat dikatakan menguntungkan karena timbulnya lahan baru, sementara di pihak lain dapat menyebabkan masalah drainase perkotaan di daerah pantai.
3. Pembelokan atau pendangkalan muara sungai yang dapat

sebabkan tersumbatnya aliran sungai sehingga mengakibatkan banjir di daerah hulu.



4. Pencemaran lingkungan akibat limbah dari kawasan industri atau pemukiman/ perkotaan yang dapat merusak ekologi.
5. Penurunan tanah dan intrusi air asin pada akuifer akibat pemompaan air tanah yang berlebihan.

Menurut Undang-undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang jalan, pembangunan jalan nasional meliputi pengoperasian dan pemeliharaan jalan nasional.

Adanya interaksi antara lautan dan daratan akan berpengaruh terhadap kondisi jalan yang terletak di sepanjang pesisir pantai. Desain konstruksi jalan yang dibangun juga sama dengan desain jalan pada umumnya dan tidak mempertimbangkan beban lingkungan laut seperti gelombang dan arus sehingga kemungkinan rusak karena abrasi pantai sangat besar. Kabupaten Bantaeng yang berbatasan langsung dengan laut lepas berpotensi terjadi abrasi akibat dari energi gelombang yang mengenai tanggul jalan pesisir yang tidak memiliki sempadan pantai.

Tanggul jalan pesisir pantai di Kabupaten Bantaeng mengalami abrasi sehingga terjadi kerusakan pada konstruksi jalan. Titik kerusakan terjadi pada bagian jalan di Kelurahan Pallantikang dan Kelurahan Tappanjeng, jalan tersebut merupakan akses menuju pemukiman nelayan dan pelelangan ikan setelah objek wisata Pantai Seruni. Kejadian ini mengakibatkan tanggul jalan dan bahu jalan ambles. Bagian jalan sampai

ng sehingga dapat membahayakan para pengguna jalan bila tidak hati. Jika tidak secepatnya ditangani maka kerusakan akan



semakin parah dan dapat menyebabkan jalan terputus. Kerusakan jalan yang semakin parah akan berdampak pada biaya pemeliharaan yang semakin meningkat.

Sesuai dengan uraian di atas maka dibutuhkan alternatif perlindungan tanggul jalan pesisir pantai Kabupaten Bantaeng dengan mengetahui berbagai fenomena alam yang terjadi di Perairan Bantaeng yang termasuk dalam Laut Flores agar dapat diatasi dengan langkah yang tepat.

B. Rumusan Masalah

Jalan pesisir pantai di Kabupaten Bantaeng mengalami abrasi yang mengakibatkan tanggul dan bahu jalan amblas, jika tidak secepatnya ditangani dapat menyebabkan jalan terputus, dibutuhkan alternatif perlindungan tanggul jalan pesisir pantai di Kabupaten Bantaeng. Berdasarkan hal ini dapat dikemukakan pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi kerusakan tanggul jalan pesisir pantai yang mengalami abrasi?
2. Bagaimana faktor-faktor yang mempengaruhi abrasi tanggul jalan pesisir pantai di Kabupaten Bantaeng?
3. Bagaimana prioritas alternatif perlindungan tanggul jalan pesisir pantai di Kabupaten Bantaeng?



C. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah di atas maka dapat dikemukakan beberapa tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah:

1. Menemukan kejelasan tentang kerusakan tanggul jalan pesisir pantai yang mengalami abrasi.
2. Memahami faktor-faktor yang mempengaruhi abrasi pada tanggul jalan pesisir pantai Kabupaten Bantaeng.
3. Menemukan prioritas alternatif perlindungan tanggul jalan pesisir pantai.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai bahan pertimbangan dalam penentuan alternatif perlindungan tanggul jalan yang berada di sepanjang wilayah pesisir yang rawan terkena dampak abrasi, pengembangan ilmu pengetahuan dan dapat dijadikan bahan referensi bagi peneliti-peneliti yang ingin melanjutkan atau menyempurnakan penelitian ini.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada:

1. Ruas jalan pesisir pantai yang mengalami abrasi pantai.
2. Identifikasi fenomena alam yang terjadi di Perairan Bantaeng sebagai penyebab terjadinya abrasi.

Identifikasi jenis bangunan pengaman pantai buatan sebagai alternatif perlindungan tanggul jalan pesisir pantai di Kabupaten Bantaeng.



F. Definisi Istilah

Untuk dapat memberi kejelasan rinci pada bagian-bagian yang memerlukan penjelasan sehingga terdapat persamaan penafsiran. Berikut istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Infrastruktur jalan: Suatu prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya.
2. Daerah pantai atau pesisir: Suatu daratan beserta perairannya yang pada daerah tersebut masih dipengaruhi baik aktivitas darat maupun laut.
3. Abrasi pantai: Proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak.
4. Sempadan pantai: Daerah sepanjang pantai yang diperuntukkan bagi pengaman dan pelestarian pantai.
5. Energi gelombang: Energi yang dihasilkan dari pergerakan gelombang laut menuju daratan dan sebaliknya.
6. Data topografi: Informasi yang menggambarkan ciri-ciri dari fisik bumi yang mencakup gunung, sungai, lembah dan danau.
7. Data bathimetri: Informasi mengenai kedalaman di bawah air.
8. Periode pasang surut: waktu yang diperlukan dari posisi muka air pada muka air rata-rata ke posisi yang sama berikutnya.

asi muka air: Tinggi muka air pada pada suatu penampang
ntang air terhadap suatu titik yang tingginya telah diketahui.



G. Sistematika Tesis

Untuk memudahkan penyusunan dan penulisan tesis, maka secara garis besar sistematika tesis ini disusun dalam lima bab dengan rincian penulisan sebagai berikut:

1. Bab pertama merupakan bab yang menguraikan latar belakang yang meliputi isu permasalahan yang menjadi kenyataan, dampak yang ditimbulkan, harapan dari permasalahan, dan alasan pemilihan judul, formulasi dan tujuan penelitian, kegunaan penelitian, ruang lingkup penelitian, manfaat penelitian, lingkup pengkajian, istilah-istilah yang digunakan, serta sistematika penulisan.
2. Bab dua merupakan bab yang mengemukakan tinjauan dan kajian beberapa teori atau penelitian yang terkait dan mendukung di dalam menjawab permasalahan yang meliputi jalan kawasan pesisir, kerusakan jalan akibat abrasi, gelombang, fluktuasi air laut, Jenis bangunan pantai, pengembangan teori serta kerangka konseptual penelitian.
3. Bab tiga merupakan bab yang menjelaskan metode penelitian yang akan dilakukan, meliputi jenis dan desain penelitian, lokasi penelitian, populasi dan sampel, sumber dan teknik pengumpulan data, teknik analisis data serta definisi operasional.

Bab empat merupakan bab yang menjelaskan tentang hasil penelitian yang diperoleh dari penelaahan beberapa dokumen dan survei atau



pengamatan lapangan, yang meliputi gambaran umum Kabupaten Bantaeng, prasarana transportasi, dan deskripsi penelitian saat ini.

5. Bab lima merupakan bab yang membahas permasalahan yang diteliti dari menginterpretasikan dalam bentuk tabel, diagram atau grafik, yang meliputi kondisi jalan pesisir pantai seruni Kabupaten Bantaeng, tingkat kerusakan jalan pesisir pantai seruni Kabupaten Bantaeng akibat abrasi dan alternatif pemilihan bangunan pengaman pantai dalam menanggulangi abrasi yang terjadi.
6. Bab enam merupakan bab yang memuat beberapa kesimpulan sebagai jawaban dari permasalahan yang diteliti serta memberikan saran sebagai rekomendasi kebijakan dalam pemeliharaan jalan di wilayah pesisir dan juga sebagai alternatif pemecahan masalah yang timbul berdasarkan hasil pembahasan yang telah dilaksanakan sebelumnya.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Infrastruktur Jalan

1. Peran dan Fungsi Jalan

Jalan adalah suatu prasarana perhubungan darat dalam bentuk apapun, meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas (Jinca, 2011).

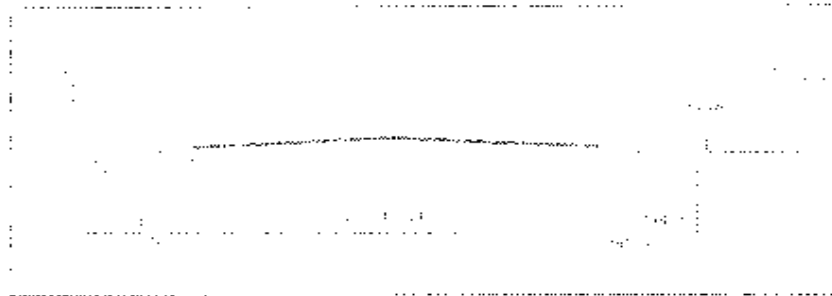
Menurut Undang-undang nomor 38 Tahun 2004 tentang jalan, jalan sebagai bagian sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung ekonomi, sosial budaya, lingkungan, politik serta pertahanan dan keamanan. Pandangan dari aspek ekonomi, jalan sebagai modal sosial masyarakat merupakan katalisator diantara proses produksi, pasar dan konsumen akhir. Pandangan dari aspek sosial budaya, keberadaan jalan membuka cakrawala masyarakat yang dapat menjadi wahana perubahan sosial, membangun toleransi dan mencairkan sekat budaya. Pandangan dari aspek lingkungan keberadaan jalan diperlukan untuk mendukung pembangunan berkelanjutan. Pandangan dari aspek politik keberadaan jalan menghubungkan dan mengikat antar daerah, sedangkan dari aspek pertahanan dan keamanan keberadaan

memberikan akses dan mobilitas dalam penyelenggaraan sistem pertahanan dan keamanan.



2. Komponen melintang infrastruktur jalan

Kinerja suatu ruas jalan selain dipengaruhi oleh kondisi jalan itu sendiri juga dipengaruhi oleh komponen-komponen yang berada di sekitar ruas jalan itu sendiri (Hamsiar, 2011) dan menurut Sukirman (1999), penampang melintang jalan merupakan potongan melintang tegak lurus sumbu jalan. Pada potongan melintang jalan terdapat bagian-bagian jalan antara lain jalur lalu lintas, bahu jalan dan selokan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Penampang melintang jalan tipikal (Dirjen Binamarga, 1997)

Pada keadaan konstruksi jalan berada pada daerah tebing atau lereng diperlukan dinding penahan tanah untuk menstabilkan kondisi tanah yang berada di bawah lapisan perkerasan jalan.

a. Jalur lalu lintas

Jalur lalu lintas adalah keseluruhan bagian perkerasan yang diperuntukkan untuk lalu lintas kendaraan. Jalur lalu lintas terdiri dari beberapa lajur kendaraan. Lajur kendaraan yaitu bagian dari lajur lalu lintas yang khusus diperuntukkan untuk dilewati oleh satu rangkaian

dan beroda empat atau lebih dalam satu arah. Lajur minimal untuk



jalan 2 arah adalah 2 dan pada umumnya disebut sebagai jalan 2 lajur 2 arah. Jalur lalu lintas untuk 1 arah minimal terdiri dari 1 lajur lalu lintas.

b. Bahu jalan

Bahu jalan adalah jalur yang terletak berdampingan dengan jalur lalu lintas. Adapun fungsi bahu jalan (Sukirman,1999) adalah:

- 1). Ruangan untuk berhenti sementara kendaraan yang mogok atau sekedar berhenti karena pengemudi ingin berorientasi mengenai jurusan yang akan ditempuh atau untuk beristirahat.
- 2). Ruangan untuk menghindarkan diri dari saat-saat darurat sehingga dapat mencegah terjadinya kecelakaan.
- 3). Memberikan kelelahan pada pengemudi, dengan demikian dapat meningkatkan kapasitas jalan yang bersangkutan.
- 4). Memberikan sokongan pada konstruksi perkerasan jalan dari arah samping.
- 5). Ruangan pembantu pada waktu mengadakan pekerjaan perbaikan atau pemeliharaan jalan.
- 6). Ruangan untuk lintasan kendaraan-kendaraan patroli, ambulans yang sangat dibutuhkan pada keadaan darurat seperti terjadinya kecelakaan.

c. Drainase

Drainase biasa juga disebut saluran samping. Fungsi saluran samping

untuk mengalirkan air dari permukaan perkerasan jalan ataupun di bahu jalan, dan juga untuk menjaga agar konstruksi jalan selalu



dalam kondisi kering (Sukirman,1999). Umumnya bentuk saluran samping trapesium atau empat persegi panjang.

d. Dinding penahan tanah atau tanggul jalan

Dinding penahan tanah merupakan bangunan untuk menahan beban tanah ke arah horizontal dan vertikal yang digunakan untuk menyokong badan jalan yang berada di lereng atau dibawah permukaan jalan, oleh karena itu harus dibangun dengan konstruksi yang awet dan mudah dipelihara serta dengan faktor keamanan yang memadai (Permen PU No. 19 Tahun 2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan).

1). Kegunaan Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah sudah digunakan secara luas dalam hubungannya dengan jalan raya, jalan kereta api, jembatan, kanal dan lainnya. Penggunaan dinding penahan tanah (Hardiyatmo, 2011) sebagai berikut:

- a). Jalan raya atau jalan kereta api yang dibangun di daerah lereng.
- b). Jalan raya atau jalan kereta api yang ditinggikan untuk mendapatkan perbedaan elevasi.
- c). Jalan raya atau jalan kereta api yang dibuat lebih rendah agar didapat perbedaan elevasi.
- d). Dinding penahan tanah yang menjadi batas pinggir kanal.

Dinding khusus yang disebut *flood walls*, yang digunakan untuk mengurangi/menahan banjir dari sungai.



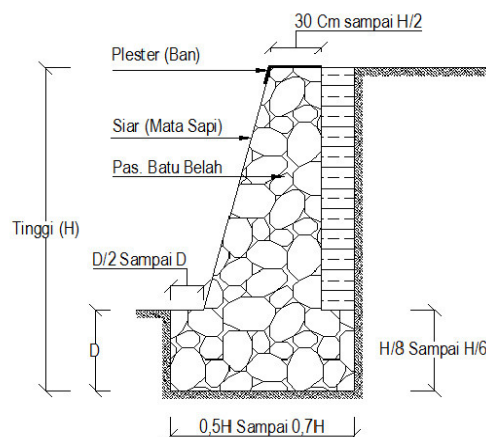
- f). Dinding penahan tanah yang digunakan untuk menahan tanah pengisi dalam membentuk suatu jembatan. Tanah pengisi ini disebut *approach fill* dan dinding penahan disebut *abutments*.
- g). Dinding penahan yang digunakan untuk menahan tanah di sekitar bangunan atau gedung-gedung.

2). Jenis Dinding Penahan Tanah

Berdasarkan cara untuk mencapai stabilitasnya, maka dinding penahan tanah dapat digolongkan dalam beberapa jenis yaitu:

a). Dinding Penahan Tanah Type Gravitasi (*gravity wall*)

Dinding ini dibuat dari beton tidak bertulang atau pasangan batu, terkadang pada dinding jenis ini dipasang tulangan pada permukaan dinding untuk mencegah retakan permukaan akibat perubahan temperatur, seperti pada Gambar 2.

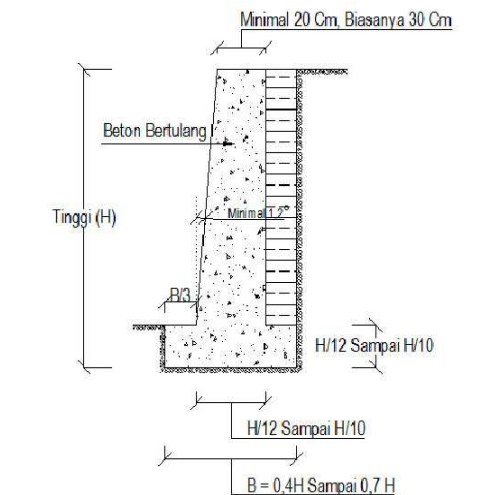


Gambar 2. *Gravity Wall* (Hardiyatmo, 2011)



b). Dinding Penahan Tanah Type Kantilever (*Cantilever retaining wall*)

Dinding ini terdiri dari kombinasi dinding dengan beton bertulang yang berbentuk huruf T. Biasanya ketinggian dinding ini tidak lebih dari 6–7 meter, seperti pada Gambar 3.



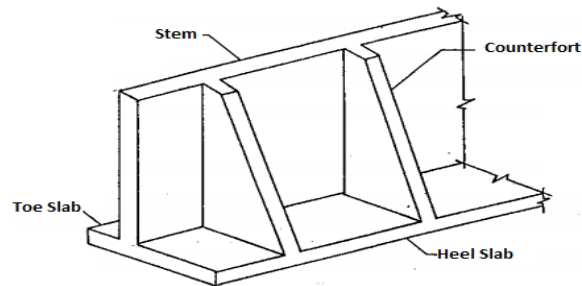
Gambar 3. *Cantilever retaining wall* (Hardiyatmo, 2011)

c). Dinding Penahan Tanah Type Counterfort (*counterfort wall*)

Dinding ini terdiri dari dinding beton bertulang tipis yang di bagian dalam dinding pada jarak tertentu didukung oleh pelat/dinding vertikal yang disebut dinding penguat (*counterfort*). Ruang di atas pelat pondasi diisi dengan tanah urug. Apabila tekanan tanah aktif pada dinding vertikal cukup besar, maka bagian dinding vertikal dan tumit perlu disatukan. Kontrafort berfungsi sebagai pengikat tarik dinding vertikal dan ditempatkan pada bagian timbunan dengan interval jarak tertentu. Dinding kontrafort akan lebih ekonomis digunakan bila ketinggian dinding lebih dari

seperti pada Gambar 4.

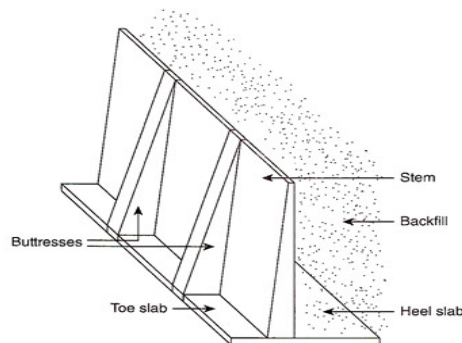




Gambar 4. *Counterfort wall* (Hardiyatmo, 2011)

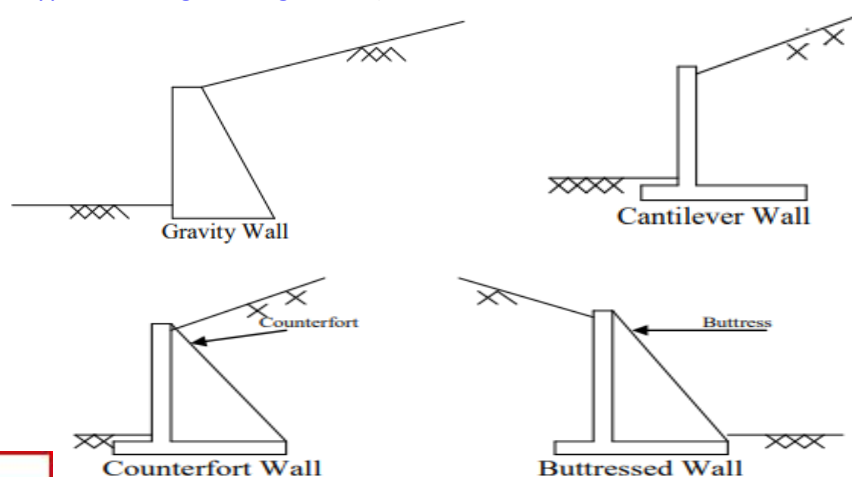
d). Dinding Penahan Tanah Type Butress (*Buttress Wall*)

Dinding Buttress hampir sama dengan dinding kontrafort, hanya bedanya bagian kontrafort diletakkan di depan dinding seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. *Buttress Wall*

(Sumber: <http://www.soilmanagementindia.com/soil/retaining-walls/types-of-retaining-walls-7-types-soil-engineering/14637>)



Gambar 6. Jenis dinding penahan tanah

(TDOT Earth Retaining Wall Structures Manual, 2012)

Dinding penahan tanah merupakan bangunan pelengkap jalan yang mendukung konstruksi jalan agar dapat bertahan lama terutama jalan yang berada lebih tinggi dari permukaan tanah. Jalan yang dibangun di pesisir pantai yang telah mengalami reklamasi seperti jalan pesisir pantai dilengkapi dengan dinding penahan tanah untuk menyokong badan jalan.

3. Kerusakan Jalan Akibat Gerusan

Pada kawasan pantai sering dijumpai infrastruktur buatan manusia yang dibuat dengan tujuan tertentu, misalnya tujuan ekonomi dan transportasi, pertahanan keamanan maupun perlindungan garis pantai. Tujuan ekonomi dan transportasi dicapai dengan dibangunnya infrastruktur jalan. Infrastruktur jalan tersebut dibangun di atas material yang mudah terabrasi seperti pasir atau jenis tanah lainnya yang kemungkinan besar sangat rentan terhadap bahaya kerusakan akibat gerusan (Surat edaran Menteri PU nomor 08/SE/M/2010 tentang Pemberlakuan Pedoman Penilaian Kerusakan Pantai dan Prioritas Penanganannya).

Gerusan merupakan salah satu fenomena yang sering terjadi pada infrastruktur jalan di kawasan pantai yang terkena serangan gelombang, arus atau pun kombinasi dari keduanya. Hal ini telah disadari sebagai salah satu penyebab terjadinya kegagalan pada struktur jalan. Proses gerusan lokal disebabkan oleh adanya peningkatan kapasitas transportasi material dasar yang awalnya berada pada pondasi struktur jalan (Sugeng dan Utomo, 2011).



Umumnya gerusan terjadi pada bagian-bagian tertentu yang diakibatkan keberadaan struktur jalan, terjadi konsentrasi gelombang dan arus yang akan memperbesar tegangan geser dasar bagian tersebut. Akibat gerusan terjadi penurunan kestabilan dan penurunan struktur jalan yang lambat laun akan mengakibatkan keruntuhan sebagian atau bahkan seluruh struktur jalan. Gerusan yang terjadi pada pondasi jalan dan kerusakan jalan mengakibatkan jalan tidak efektif dan membahayakan lingkungan atau masyarakat sekitar (Surat Edaran Menteri PU nomor 08/SE/M/2010 tentang Pemberlakuan Pedoman Penilaian Kerusakan Pantai dan Prioritas Penanganannya).



Gambar 7. Kerusakan konstruksi jalan pesisir pantai di Kabupaten Bantaeng (Foto: Arli, 2018)

B. Proses Litoral

Proses dinamis pantai sangat dipengaruhi oleh *littoral transport* yang berperan sebagai gerak sedimen di daerah dekat pantai (*nearshore*) oleh gelombang dan arus (Triatmodjo, 1999). *Littoral transport*



dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu transport sepanjang pantai (*longshore transport*) dan transpor tegak lurus pantai (*onshore-offshore transport*) .

Pada saat gelombang pecah sedimen di dasar pantai terangkat atau terabrasi yang kemudian terangkut oleh dua macam gaya penggerak, yaitu komponen energi gelombang pada arah sepanjang pantai dan arus sepanjang pantai yang dibangkitkan gelombang pecah.

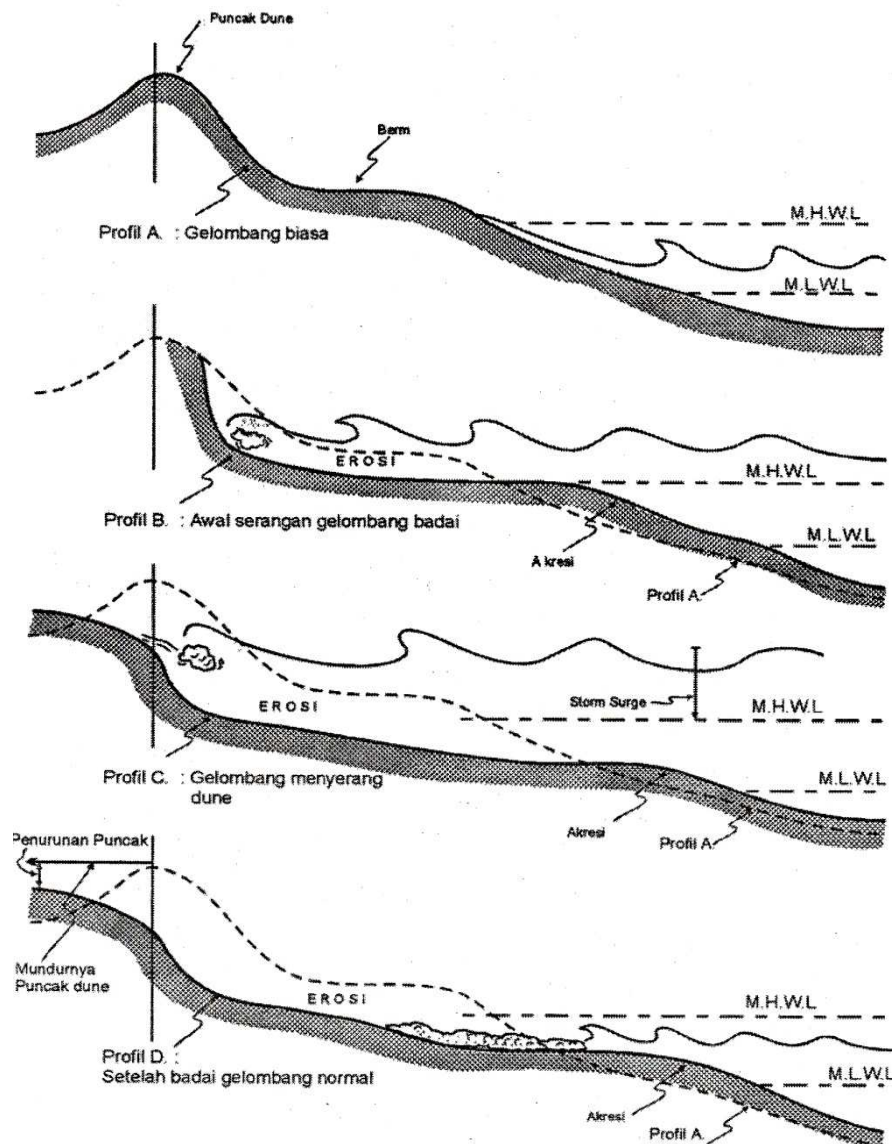
Suatu pantai mengalami abrasi, akresi (sedimentasi) atau tetap stabil tergantung pada sedimen yang masuk atau suplai dan yang meninggalkan pantai tersebut. Sebagian besar masalah pantai adalah abrasi yang berlebihan yang menyebabkan kehilangan atau pengurangan sedimen.

Pada saat badai, terjadi gelombang besar dan elevasi muka air diam lebih tinggi karena adanya set-up gelombang dan angin, pantai dapat mengalami abrasi. Pada Gambar 8 terlihat proses terjadinya abrasi pantai oleh gelombang badai. Gambar 8(a) menunjukkan pantai dengan gelombang normal yang terjadi sehari-hari. Pada saat terjadi badai yang bersamaan dengan muka air tinggi, gelombang mulai mengabrasi *sand dunes* dan membawa material ke arah laut dan kemudian mengendap yang ditunjukkan Gambar 8(b). Gelombang badai yang berlangsung cukup lama semakin banyak mengabrasi bukit pasir (*sand dunes*) seperti terlihat pada Gambar 8(c). Setelah badai reda gelombang normal kembali.

terjadinya badai tersebut terlihat perubahan profil pantai (djo, 1999). Dengan membandingkan profil pantai sebelum dan



sesudah badai dapat diketahui volume sedimen yang terabrasi dan mundurnya garis pantai ditunjukkan oleh Gambar 8(d).



Gambar 8. Proses pembentukan pantai (SPM Vol.1, 1984)

C. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Abrasi Pantai

Terdapat 3 komponen yang memberikan pengaruh langsung terhadap abrasi pantai. Ketiga komponen tersebut, yaitu: gelombang yang disebabkan oleh tiupan angin, pasang surut yang diakibatkan oleh adanya

gaya tarik benda-benda angkasa, dan pola arus laut akibat pengaruh pola sirkulasi arah dan kecepatan angin (Shuhendry, 2004).

1. Gelombang

Di antara beberapa macam gelombang, gelombang yang dibahas dalam penelitian ini yaitu gelombang angin dan pasang surut. Gelombang dan pasang surut merupakan faktor yang penting dalam penentuan tata letak pelabuhan, alur pelayaran, perencanaan bangunan pantai dan sebagainya.

Gelombang yang merambat dari laut dalam menuju pantai mengalami perubahan bentuk karena pengaruh perubahan kedalaman laut. Berkurangnya kedalaman laut menyebabkan semakin berkurangnya panjang gelombang dan bertambahnya tinggi gelombang. Pada saat kemiringan gelombang mencapai batas maksimum, gelombang akan pecah. Karakteristik gelombang sebelum pecah berbeda dengan setelah pecah. Gelombang yang telah pecah tersebut merambat terus ke arah pantai sampai akhirnya gelombang bergerak naik (*uprush*) dan turun (*downrush*) pada permukaan pantai (Shuhendry, 2004).

Garis gelombang pecah merupakan batas perubahan perilaku gelombang dan juga transpor sedimen pantai. Daerah dari garis gelombang pecah ke arah laut disebut *offshore*, sedang daerah yang terbentang ke arah pantai dari garis gelombang pecah dibedakan menjadi

(Triatmodjo, 1999), yaitu:



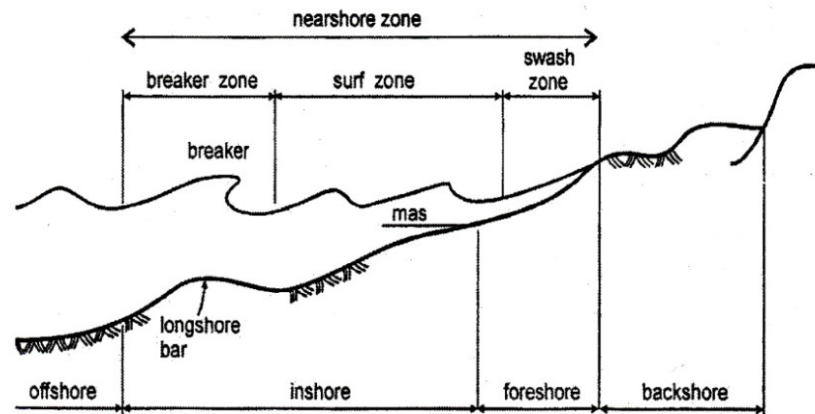
- a. *Breaker zone*, merupakan zona gelombang yang datang dari laut (lepas pantai) mencapai ketidakstabilan dan pecah.
- b. *Surf zone*, merupakan zona yang terbentang antara bagian dalam gelombang pecah dan batas naik turunnya gelombang di pantai. Pantai yang landai memiliki *surf zone* yang lebar.
- c. *Swash zone*, merupakan zona yang dibatasi oleh garis batas tertinggi naiknya gelombang dan batas terendah turunnya gelombang di pantai.

Ditinjau dari profil pantai, daerah ke arah pantai dari garis gelombang pecah dibagi menjadi 3 daerah (Triatmodjo, 1999) sebagai berikut:

1. *Inshore*, merupakan zona terjadinya proses mulai gelombang pecah dan sering menyebabkan terjadinya *longshore bar* (gemuk pasir yang memanjang dan kira-kira sejajar dengan garis pantai).
2. *Foreshore*, merupakan zona yang terbentang dari garis pantai pada saat muka air rendah sampai batas atas dari *uprush* pada saat air pasang tinggi. Profil pantai di daerah ini memiliki kemiringan yang lebih curam dibandingkan dengan profil di daerah *inshore* dan *backshore*.
3. *Backshore*, merupakan zona yang dibatasi oleh *foreshore* dan garis pantai yang terbentuk pada saat terjadi gelombang badai bersamaan dengan muka air tinggi.

Lebih jelasnya karakteristik gelombang di daerah pantai dapat dilihat Gambar 9.



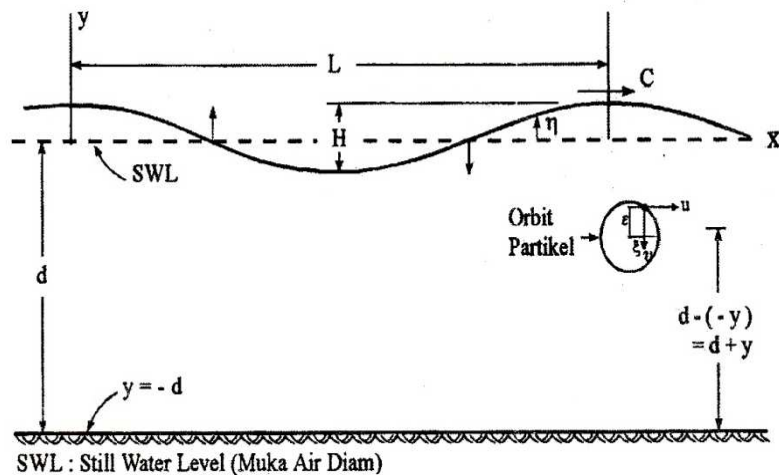


Gambar 9. Karakteristik gelombang di daerah pantai (Triatmodjo,1999)

Pada umumnya bentuk gelombang di alam sangat kompleks dan sulit untuk digambarkan secara matematis karena ketidaklinierannya, tiga dimensi dan bentuknya yang random. Dalam satu deret gelombang memiliki tinggi dan periode yang berbeda-beda. Ada beberapa teori yang menggambarkan bentuk gelombang yang sederhana dan merupakan pendekatan gelombang alam. Beberapa teori yang menggambarkan gelombang dengan berbagai kekompleksan dan ketelitian yaitu: Teori Airy, Stokes, Gerstner, Mich, Knoidal dan tunggal. Teori yang paling sederhana yaitu teori gelombang linier atau teori gelombang amplitudo kecil.

Beberapa definisi gelombang menunjukkan bahwa suatu gelombang yang berada pada sistem koordinat x - y , gelombang menjalar pada arah sumbu x yang dapat dilihat pada Gambar 10.





Gambar 10. Sketsa definisi gelombang (Triatmodjo, 1999)

Energi total gelombang merupakan jumlah dari energi kinetik dan energi potensial gelombang. Energi kinetik adalah energi yang disebabkan oleh kecepatan partikel air karena adanya gerak gelombang. Energi potensial adalah energi yang dihasilkan oleh perpindahan muka air karena adanya gelombang.

Panjang dan kecepatan gelombang laut dipengaruhi oleh periode datangnya gelombang. Periode datangnya gelombang dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Nielsen, 1986), yaitu:

$$T = 3,55\sqrt{H} \quad (1)$$

Dengan mengetahui prakiraan periode datangnya gelombang pada daerah perairan pantai Indonesia, maka dapat dihitung panjang dan kecepatan gelombangnya berdasarkan persamaan (Ross, 1980), sebagai berikut:

$$5,12T^2 \quad (2)$$



Maka kecepatan gelombang datang dapat diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$V = \frac{\lambda}{T} \quad (3)$$

Persamaan untuk menghitung energi gelombang laut yang dihasilkan cukup dengan menghitung energi kinetik saja, karena abrasi terjadi disebabkan oleh energi kinetik gelombang laut. Energi kinetik Gelombang laut dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Triatmodjo, 1999):

$$E_k = \frac{\rho g H^2 L}{16} \quad (4)$$

Dengan:

E_k : Energi kinetik gelombang (Joule)

ρ : Rapat massa zat cair (air laut= 1025 kg/m³)

g : Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

H : Tinggi gelombang (m)

$\lambda = L$: Panjang gelombang (m)

T : Periode gelombang (detik)

a. Deformasi gelombang

Deretan gelombang yang bergerak menuju pantai akan mengalami perubahan bentuk yang disebabkan oleh proses *refraksi* dan *shoaling* (gelombang (*shoaling*), *difraksi*, *refleksi* dan gelombang Kesemuanya akan menentukan tinggi gelombang dan pola atau



bentuk garis puncak gelombang di suatu tempat di daerah pantai (Triatmodjo, 1999).

1). *Refraksi*, terjadi karena adanya perubahan kedalaman laut. Di daerah yang kedalaman air lebih besar dari setengah panjang gelombang laut dalam, gelombang menjalar tanpa dipengaruhi dasar laut. Apabila cepat rambat gelombang berkurang dengan kedalaman, panjang gelombang juga akan berkurang secara linier. Variasi cepat rambat gelombang terjadi sepanjang garis puncak yang bergerak dengan membentuk suatu sudut terhadap garis kedalaman laut, karena bagian dari gelombang di laut bergerak lebih cepat dari pada bagian di laut yang lebih dangkal. Variasi tersebut menyebabkan puncak gelombang membelok dan berusaha sejajar dengan garis kontur dasar laut. Di laut dalam, cepat rambat gelombang tidak tergantung pada kedalaman, sehingga di laut dalam gelombang tidak mengalami *refraksi*,

2). *Difraksi*, terjadi apabila tinggi gelombang di suatu titik pada garis puncak gelombang lebih besar daripada titik di dekatnya, yang menyebabkan perpindahan energi sepanjang puncak gelombang ke arah tinggi gelombang yang lebih kecil. *Difraksi* terjadi apabila suatu deretan gelombang terhalang oleh rintangan seperti pemecah gelombang atau pulau yang mengakibatkan gelombang akan membelok dan mempunyai bentuk busur lingkaran dengan pusatnya pada ujung rintangan.



Refleksi gelombang adalah gelombang datang yang mengenai/ pantul suatu rintangan di pantai seperti bangunan pantai yang

dipantulkan sebagian atau seluruhnya. Besar kecilnya gelombang yang dipantulkan tergantung pada bentuk dan jenis rintangan suatu bangunan. Bangunan yang tegak akan memantulkan gelombang yang lebih besar daripada bangunan miring. Besar kemampuan suatu rintangan memantulkan gelombang diberikan oleh koefisien *refleksi*, yaitu perbandingan antara tinggi gelombang *refleksi* dan tinggi gelombang datang.

Gelombang yang menjalar dari laut dalam menuju pantai mengalami perubahan bentuk karena adanya pengaruh perubahan kedalaman laut. Pengaruh kedalaman laut mulai terasa pada kedalaman lebih kecil dari setengah kali panjang gelombang, gelombang dari laut dalam yang bergerak menuju pantai akan bertambah kemiringannya sampai akhirnya tidak stabil dan pecah pada kedalaman tertentu. Jadi gelombang pecah dipengaruhi oleh kemiringannya, yaitu perbandingan antara tinggi dan panjang gelombang.

b. Gelombang Perusak Pantai

Gelombang ini biasanya memiliki ketinggian dan cepat rambat yang besar atau sangat tinggi. Air yang kembali berputar mempunyai lebih sedikit waktu untuk meresap ke dalam pasir. Ketika gelombang datang kembali menghantam pantai maka akan ada banyak volume air yang terkumpul dan mengangkut material pantai menuju ke tengah laut atau ke

ain (Yona, 2017).



Tidak terdapat hubungan yang pasti antara panjang dan tinggi gelombang, tetapi gelombang mempunyai jarak antar dua puncak gelombang yang makin jauh akan mempunyai kemungkinan mencapai gelombang yang semakin tinggi (Nontji, 1987).

Pada awalnya gelombang akan terbentuk di daerah pembangkit atau *generated area*. Gelombang-gelombang tersebut akan bergerak ke arah zona laut dengan panjang dan periode relatif pendek. Setelah masuk ke badan perairan yang relatif dangkal, gelombang akan mengalami pembelokan arah akibat topografi dasar laut yang berbeda sehingga sebagian kecepatan gelombang menjadi berkurang periodenya. Gelombang kemudian akan pecah di zona *surf* dengan melepaskan sejumlah energinya dan naik ke pantai (Yona, 2017).

Pada kedalaman dimana gelombang tidak menyelesaikan orbitalnya, gelombang akan semakin tinggi dan curam, dan mulai pecah. Sebuah gelombang akan pecah bila perbandingan antara tinggi gelombang dan panjang gelombang melampaui perbandingan 1:7 (Gross,1990).

Klasifikasi tipe empasan gelombang (Yona,2017), yaitu: *plunging*, *spilling*, *surgin* dan *collapsing*. Tipe empasan *plunging* ini mampu menimbulkan kehancuran yang cukup hebat bagi struktur bangunan yang berada di lingkungan pantai. Tipe empasan ini berbentuk cembung ke

g dan cekung ke arah depan, ini terjadi karena seluruh puncak ng melewati kecepatan gelombang.



Gelombang ini sering timbul dari empasan pada periode yang lama dari gelombang yang besar dan biasanya terjadi pada dasar pantai yang miring.

Kondisi arus secara umum akan homogen tergantung kepada kondisi batimetri dan morfologi garis pantai. Apabila muka laut mendapatkan tekanan angin (*wind stress*), terbentuklah tinggi gelombang dan selanjutnya arus permukaan terbentuk. Jika tinggi gelombang kuat, maka kecepatan arus berubah membesar dan terbentuklah *longshore current* yang kuat, yang mengakibatkan sedikit demi sedikit pantai tersebut akan terjadi abrasi. Penentu adanya abrasi selain oleh gelombang dan arus, juga ditentukan pula oleh kondisi batimetri yang tidak stabil (Horikawa,1988).

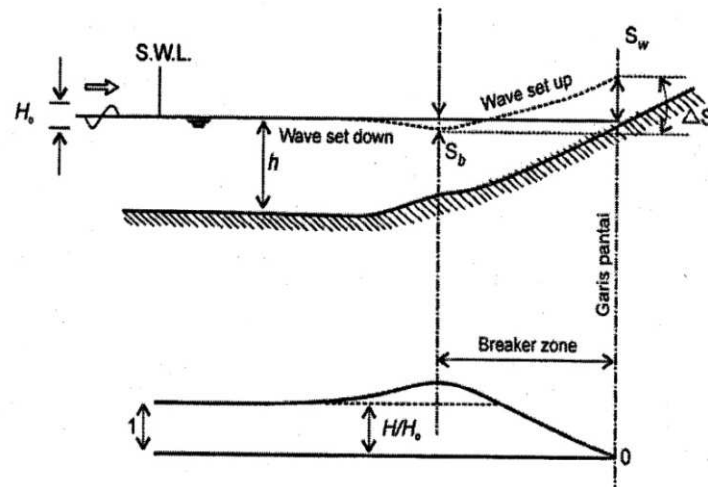
2. Fluktuasi muka air laut

a. *Wave set-up* dan *wave set-down*

Gelombang datang dari laut menuju pantai menyebabkan fluktuasi muka air di daerah pantai terhadap muka air diam. Pada waktu gelombang pecah akan terjadi penurunan elevasi muka air rata-rata terhadap muka air diam di sekitar lokasi gelombang pecah. Kemudian dari titik gelombang pecah permukaan air rata-rata miring ke atas ke arah pantai. Turunnya muka air tersebut dikenal dengan *wave set-down*, sedang naiknya muka air disebut *wave set-up* seperti ditunjukkan

11.





Gambar 11. *Wave set-up* dan *wave set-down* (Triatmodjo, 1999)

Kedalaman air minimum di lokasi gelombang pecah pada saat *wave set-down* adalah db . Perbedaan elevasi muka air rata-rata dan muka air diam di titik tersebut adalah S_b . Setelah itu muka air naik dan memotong garis pantai, perbedaan elevasi muka air antara kedua titik disebut *Wave set-up*.

b. Pasang Surut

Pasang surut laut merupakan fenomena naik turunnya muka laut secara periodik yang terjadi diseluruh belahan bumi akibat adanya gaya pembangkit pasang surut yang utamanya berasal dari matahari dan bulan (Douglas,2001). Kecepatan arus pasang surut biasanya berubah-ubah secara periodik dalam suatu selang waktu tertentu atau sering disebut dalam satu siklus pasang surut sehingga arus pasang surut dapat diramalkan (Baharuddin,2017). Tinggi pasang surut merupakan jarak

antara air tertinggi atau puncak air pasang dan air terendah atau



lembah air surut yang berurutan. Periode pasang surut bisa 12 jam 25 menit atau 24 jam 50 menit, yang tergantung pada tipe pasang surut.

Bentuk pasang surut di berbagai daerah tidak sama, di suatu daerah dalam 1 hari dapat terjadi 1 kali atau 2 kali pasang surut. Secara umum pasang surut di berbagai daerah dapat dibedakan dalam 4 tipe (Mandi, 2015), yaitu:

- 1). Pasang surut harian ganda (*Semidiurnal tide*), dalam 1 hari terjadi 2 kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Periode pasang surut rata-rata 12 jam 24 menit.
- 2). Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*), dalam 1 hari terjadi 1 kali air pasang dan 1 kali air surut. Periode pasang surut 24 jam 50 menit.
- 3). Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*Mixed Tide Prevailing Semiurnal*), dalam 1 hari terjadi 2 kali air pasang dan 2 kali air surut tetapi tinggi dan periodenya berbeda.
- 4). Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*Mixed Tide Prevailing Diurnal*), dalam 1 hari terjadi 1 kali pasang dan 1 kali surut tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi 2 kali pasang dan 2 kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda.

c. Elevasi Muka Air Laut Rencana

Elevasi muka air laut rencana dapat ditetapkan berdasarkan data, yaitu:

pasang surut, *wave set-up*, dan pemanasan global dengan



berdasarkan beberapa istilah untuk keperluan masing-masing keperluan data sebagai berikut:

- 1). Muka air tinggi (High Water Level, HWL), muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang pada 1 siklus pasang surut.
- 2). Muka air rendah (Low Water Level, LWL), kedudukan air terendah yang dicapai pada saat air surut dalam 1 siklus pasang surut.
- 3). Muka air tinggi rata-rata (Mean High Water Level, MHWL), rata-rata muka air tinggi.
- 4). Muka air rendah rata-rata (Mean Low Water Level, MLWL), rata-rata muka air rendah.
- 5). Muka air laut rata-rata (Mean Sea Level, MSL), muka air rata-rata antara muka air tinggi rata-rata dan muka air rendah rata-rata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan.
- 6). Muka air tinggi tertinggi (Highest High Water Level, HHWL), air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
- 7). Air rendah terendah (Lowest Low Water Level, LLWL), air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

3. Arus Laut

Arus laut permukaan merupakan gerakan massa air yang disebabkan oleh angin yang berhembus di permukaan laut pada kedalaman kurang dari 200 m yang berpindah dari satu tempat yang bertekanan udara tinggi

ke tempat lain yang bertekanan udara rendah yang sangat luas dan terjadi

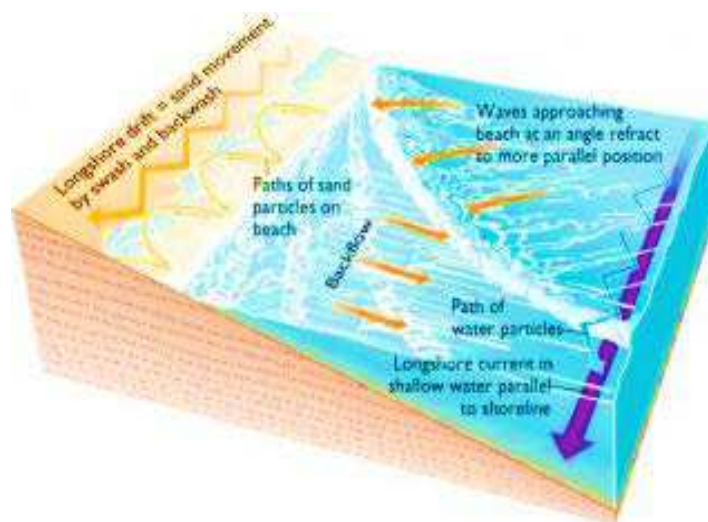


pada seluruh lautan di dunia (Gross, 1990). Gambar 12 menunjukkan arus yang terjadi di samudera.

Secara umum ada dua faktor penyebab terjadinya arus laut (Gross,1990), yaitu :

a. Faktor Internal, merupakan faktor yang berhubungan dengan air laut itu sendiri, contohnya adalah densitas air, gradien tekanan, serta gesekan lapisan air laut.

b. Faktor Eksternal, merupakan faktor yang berhubungan dengan komponen-komponen laut di sekitar lautan, contohnya antara lain gerakan angin, tekanan udara, gaya gravitasi, gaya tarik matahari dan bulan. Gambar 12 menunjukkan arus yang terjadi di samudera.



Gambar 12. Arus samudera (Coleman,2001)

Arus sepanjang pantai (*Longshore current*) yang bergerak menyusuri pantai menyebabkan terjadinya tubulensi sedimen di dasar perairan dan

transportasi dari suatu lokasi ke lokasi yang lain, fenomena *cross* juga turut mempengaruhi proses transport sedimen di wilayah



intertidal dimana sedimen pantai yang terangkut secara bolak balik yang tegak lurus pantai akibat pengaruh gelombang, dan tertransport bersama massa air. Kedua hal tersebut erat kaitannya dengan mekanisme sedimentasi dan abrasi, sebagian besar permasalahan pantai adalah abrasi yang berlebihan (Triatmodjo, 1999).

Arus dan gelombang merupakan faktor kekuatan utama yang menentukan arah dan sebaran sedimen. Kekuatan ini pula yang menyebabkan karakteristik sedimen berbeda sehingga pada dasar perairan disusun oleh berbagai kelompok populasi sedimen. Oleh sebab itu berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa sedimen dasar perairan terdiri dari partikel-partikel yang berbeda ukuran dan komposisi. Perbedaan ukuran partikel sedimen pada dasar perairan dipengaruhi juga oleh perbedaan jarak dari sumber sedimen tersebut. Secara umum partikel berukuran kasar akan diendapkan pada lokasi yang tidak jauh dari sumbernya, sebaliknya semakin halus partikel akan semakin jauh ditranspor oleh arus dan gelombang, dan semakin jauh diendapkan dari sumbernya (Rifardi, 2012).

Sebaran sedimen pantai atau transport sedimen pantai adalah gerakan sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh gelombang dan arus. Turbulensi dari gelombang pecah mengubah sedimen dasar (*bed load*) menjadi suspensi (*suspended load*). Gelombang pecah menimbulkan arus

turbulensi yang sangat besar yang dapat menggerakkan sedimen (Rifardi, 2012)



Abrasi umumnya diikuti oleh proses sedimentasi (pengendapan) yang merupakan suatu sistem keseimbangan pantai. Jika terjadi proses abrasi di suatu kawasan pantai, maka sesuai dengan hukum keseimbangan, akan ada kawasan pantai di tempat lain yang bertambah. Kondisi sebaliknya juga berlaku. Kegiatan abrasi dan sedimentasi akan berusaha mencapai stabilitas yaitu berupa geometri pantai yang stabil (Istijono, 2013).

D. Statistik dan Peramalan gelombang

Untuk perencanaan bangunan pantai sering dilakukan peramalan gelombang menggunakan data angin. Ukuran panjang dan tinggi gelombang pada suatu lokasi tergantung pada kecepatan angin, lamanya angin bertiup, arah angin, *fetch* dan kedalaman laut.

Angin yang berhembus di atas permukaan air akan memindahkan energinya ke air. Kecepatan angin akan menimbulkan tegangan pada permukaan laut, sehingga permukaan yang tenang akan terganggu dan timbul riak gelombang kecil di atas permukaan air. Apabila kecepatan angin bertambah, riak tersebut akan menjadi semakin besar, dan apabila angin berhembus terus akhirnya akan terbentuk gelombang. Semakin lama dan semakin kuat angin berhembus, semakin besar gelombang yang terbentuk (Triatmodjo, 1999).



E. Bangunan Pantai

Abrasi pantai dapat menimbulkan kerugian dan kerusakan yang sangat besar terhadap kawasan pemukiman dan fasilitas-fasilitas yang ada di daerah tersebut seperti infrastruktur jalan, oleh karena itu abrasi pantai tidak dapat dibiarkan dan harus ditanggulangi. Untuk menanggulangi abrasi pantai, terlebih dahulu penyebab terjadinya abrasi harus diketahui sehingga dengan mengetahui penyebabnya, dapat ditentukan konsep dan alternatif pencegahannya. Perlindungan pantai dapat dilakukan dengan menggunakan perlindungan alami dan perlindungan buatan.

1. Perlindungan alami

Perlindungan secara alami dapat dilakukan apabila tingkat kerusakan pantai dan infrastruktur tidak begitu parah. Kerusakan tersebut juga tidak mengancam keselamatan penduduk di sekitarnya. Perlindungan alami dapat dilakukan dengan membuat hutan *mangrove* yang di dalamnya terdapat vegetasi yang berfungsi sebagai pelindung pantai seperti pohon bakau, api-api, dan nipah. Selain itu pelindung alami dapat berupa bukit pasir atau gumuk pasir. Pelindung alami dapat dilihat pada Gambar 13.



(a). Pohon Bakau



(b). Pohon Api-api



(c). Pohon Nipah



(d). Gumuk Pasir

Gambar 13. Perlindungan alami pantai

(Sumber: <https://id.wikipedia.org>, <https://jurnalbumi.com/> dan Dinas Pariwisata DIY di <https://visitingjogja.com/12493/gumuk-pasir-parangkusumo-bantul/>)

Jenis-jenis perlindungan alami dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Hutan *mangrove* dan gumuk pasir

No	Jenis Pelindung Alami	Kelebihan	Kekurangan
1.	Hutan <i>Mangrove</i>	a. Vegetasinya mudah tumbuh kembali. b. Akarnya padat, rapat dan banyak, efektif untuk menahan dan menangkap lumpur serta sampah. c. Mudah untuk tumbuh kembali. d. Menyerap polusi.	a. Hanya tumbuh di pantai berlumpur. b. Tidak dapat digunakan pada kerusakan yang sangat parah dan yang memerlukan penanganan secepatnya.
2.	Gumuk Pasir	a. Meredam kerusakan akibat gelombang. b. Kawasan resapan air c. Sebagai obyek wisata d. Dapat digunakan sebagai tembok alami pelindung tsunami.	a. Proses pembentukannya ribuan tahun. b. Pembentukannya bergantung pada arah dan kecepatan angin



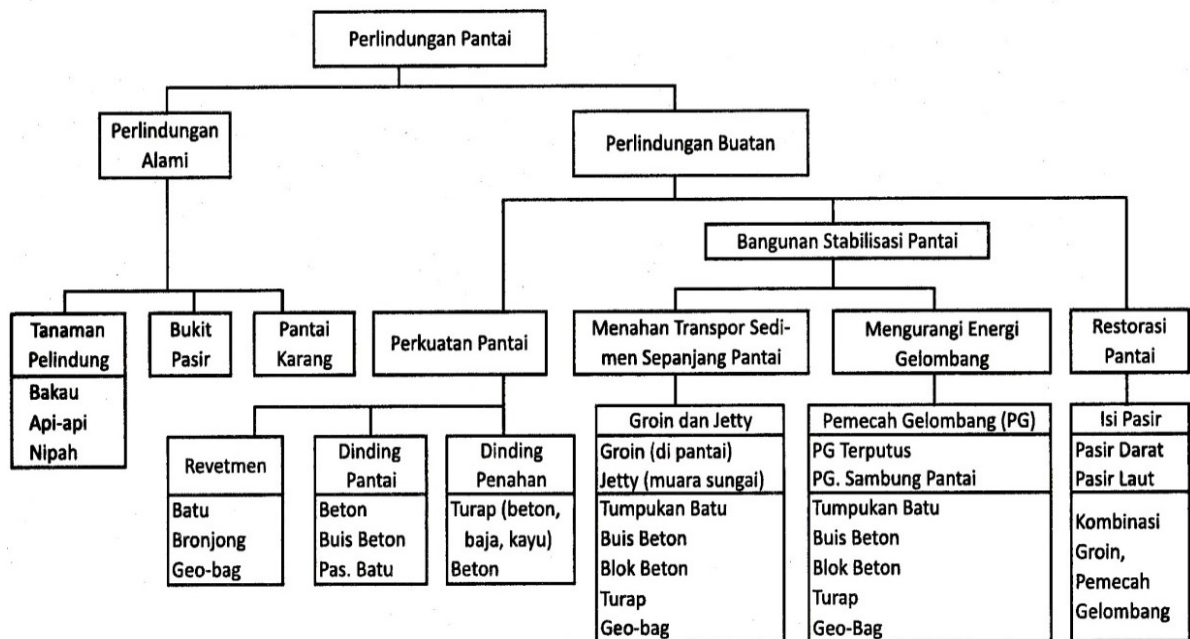
2. Perlindungan buatan

Sesuai dengan fungsinya, perlindungan buatan atau bangunan pantai dapat diklasifikasikan dalam 3 kelompok (Triatmodjo, 1999), yaitu:

- a. Konstruksi yang dibangun di pantai dan sejajar dengan garis pantai, yang berupa revetmen dan dinding pantai.
- b. Konstruksi yang dibangun kira-kira tegak lurus pantai dan sambung ke pantai, yang disebut groin.
- c. Konstruksi yang dibangun di lepas pantai dan sejajar dengan garis pantai yang disebut pemecah gelombang lepas pantai dan yang menjorok ke arah laut yang disebut pemecah gelombang sambung pantai.

Tipe bangunan pantai yang digunakan biasanya ditentukan oleh ketersediaan material di dekat lokasi pekerjaan, kondisi dasar laut, kedalaman air dan ketersediaan alat untuk pelaksanaan pekerjaan. Klasifikasi perlindungan pantai dapat dilihat pada Gambar 14.





Gambar 14. Klasifikasi perlindungan pantai (Triatmodjo, 1999)

Bangunan pantai digunakan untuk melindungi pantai terhadap kerusakan karena serangan gelombang dan arus. Ada beberapa cara untuk melindungi pantai, yaitu:

1. Memperkuat pantai atau melindungi pantai agar mampu menahan kerusakan akibat gelombang.
2. Mengubah laju transpor sedimen sepanjang pantai.
3. Mengurangi energi gelombang yang sampai ke pantai.
4. Reklamasi dengan menambah suplai sedimen ke pantai atau dengan cara lain.

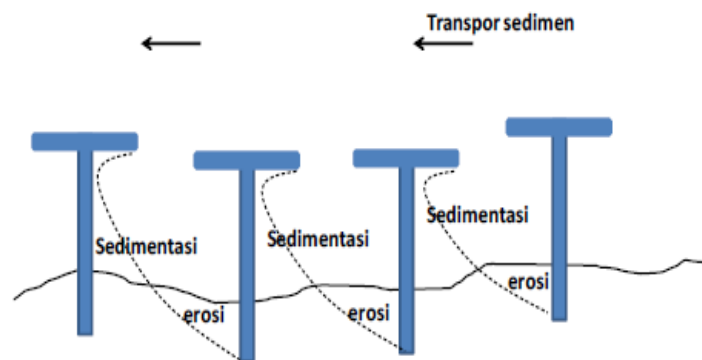
Jenis-jenis bangunan pantai yang sering dibangun, yaitu:

1. *Groin*



adalah struktur pengaman pantai yang dibangun menjorok relatif lurus terhadap arah pantai. Pemasangan *groin* dilakukan dengan

tujuan untuk menahan transport sedimen sejajar pantai sehingga sedimen terperangkap pada *upcurrent side*, sedangkan pada *downcurrent side* terjadi abrasi. Pembuatan konstruksi *groin* dapat dilakukan dengan bahan konstruksinya dari beton, baja, kayu, dan batu. *Groin* memiliki beberapa tipe, yaitu tipe I, tipe T, tipe Z dan kombinasi. Tipe yang paling sering digunakan yaitu tipe I dan tipe T. Tipe T digunakan selain sebagai groin juga digunakan sebagai *breakwater*. Kedua tipe tersebut dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Lay out groin tipe I dan T (Dundu, 2013)

2. Tembok laut

Tembok laut adalah bangunan pengaman pantai yang dibuat sejajar pantai dan biasanya memiliki dinding relatif tegak atau lengkung. Tembok laut juga dapat dikatakan sebagai dinding banjir yang berfungsi sebagai pelindung atau penahan/penahan terhadap kekuatan gelombang. Tembok

la umumnya dibuat dari konstruksi padat seperti beton, turap, pasangan batu atau pipa beton, sehingga Tembok laut tidak



meredam energi gelombang, tetapi gelombang yang memukul permukaan sea wall akan dipantulkan kembali dan menyebabkan gerusan pada kaki bangunan (Dundu, 2013), tembok laut dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Tembok laut (Foto: M.Fitzpatrick, 2013)

3. Pelindung Tebing Pantai (*Revetment*)

Revetment adalah bangunan yang dibuat untuk menjaga stabilitas tebing atau lereng yang disebabkan oleh gelombang atau arus. Ada tiga tipe *Revetment*, yaitu:

- a. *Rip rap* atau batuan yang dicetak dan berbentuk seragam.
- b. Unit *armor* beton
- c. batu alam atau blok batu

Revetment dapat dilihat pada Gambar 15.





Gambar 17. *Revetment* (Junarsa, 2004)

Fungsi perkuatan lereng yaitu melindungi suatu tebing alur pantai atau permukaan lereng yang secara keseluruhan memiliki peran guna meningkatkan stabilitas alur pantai atau bahu tanggul yang dilindungi.

4. Pemecah Gelombang

Pemecah gelombang adalah bangunan yang dibuat sejajar pantai dibangun sebagai salah satu bentuk perlindungan pantai terhadap abrasi dengan menghancurkan energi gelombang sebelum sampai ke pantai sehingga terjadi endapan di belakang bangunan (Dundu, 2013).

Secara garis besar terdapat 2 jenis konstruksi pemecah gelombang (CERC, SPM.Vol.1,1984), yaitu:

- a. Pemecah gelombang sambung pantai (*Shore Connected Breakwater*), merupakan jenis struktur yang berhubungan langsung pantai atau daratan. Struktur ini banyak digunakan pada



perlindungan perairan pelabuhan dan lepas pantai untuk perlindungan pantai terhadap abrasi.

b. Pemecah gelombang lepas pantai (*offshore breakwater*), bangunan yang terpisah dari pantai dengan jarak tertentu dan sejajar dengan garis pantai. Gelombang yang menuju pantai terhalang oleh bangunan tersebut sehingga gelombang yang sampai ke pantai sudah mengecil dan berkurang energinya untuk merusak infrastruktur yang ada di pantai.

Ditinjau dari bentuk penampang melintangnya, pemecah gelombang (*breakwater*) dapat dibedakan menjadi 3 kelompok (Triatmodjo, 1999), yaitu:

- a. Pemecah gelombang dengan sisi miring.
- b. Pemecah gelombang dengan sisi tegak.
- c. Pemecah gelombang bertipe campuran.

Material yang digunakan untuk pemecah gelombang dengan sisi miring untuk pemecah gelombang lepas pantai dapat dibuat dari beberapa lapisan material yang ditumpuk dan dibentuk sedemikian rupa sehingga terlihat seperti gundukan besar batu, lapisan terluar material terdiri dari material dengan butiran sangat besar. Konstruksi ini terdiri dari 3 lapisan, yaitu: untuk lapisan pertama *core* yang pada umumnya terdiri dari agregat galian kasar, lapisan kedua *under layer* atau disebut juga *filter layer* biasanya terdiri dari potongan tunggal batu dengan berat bervariasi 500

n, dan lapisan ketiga pelindung utama (*main armor layer*)
akan pertahanan utama pemecah gelombang terhadap serangan



gelombang. Lapisan ini menggunakan batu buatan dari beton (*armor*) dengan bentuk khusus dan ukuran yang sangat besar seperti *tetrapod*, *dolos*, *accropod*, *core-loc*, *cube bloc*, *shed* dan lain-lain yang dapat dilihat pada Gambar 18, sedangkan tumpukan dengan menggunakan batu alam dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 18. Batu buatan beton (*Armor*)



Gambar 19. Pemecah gelombang lepas pantai (Junarsa, 2004)

Kelebihan dan kekurangan penggunaan *armor* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kelebihan dan Kekurangan *Armor Breakwater*

No	N	Metode Penempatan	Bentuk Batu	Kelebihan	Kekurangan
1.	2	Acak	Cube Block	a. Mudah dalam pembuatannya karena bentuknya tidak rumit b. Tidak mudah patah	a. Mudah amblas. b. Mudah terpisah-pisah karena hantaman gelombang yang berkelanjutan
			Tetrapod Dolos	Tidak mudah amblas karena faktor stabilitasnya pada berat sendiri dan saling mengunci atau berkait.	a. Cukup sensitif untuk kerusakan unit jika ukurannya terlalu besar b. Biaya penguatan tidak ekonomis c. Pemeliharaan intensif
			Batu alam	a. Tidak mudah patah b. Biaya murah	a. Sulit mendapatkan batu ukuran besar dan bentuk serta beratnya seragam. b. Mudah amblas
2.	1	Acak	Accropode	a. Tidak mudah goyang b. unit yang kuat walaupun kakinya patah, masih ada 90% berat asli yang tersisa termasuk sebagian besar <i>interlockingnya</i> dengan unit lain. c. Kualitas betonnya lebih baik daripada <i>core-loc</i>	Penempatannya sangat ketat, harus ditempatkan sedekat mungkin unit satu dan lainnya.



			Core- loc	a. Penempatannya tidak terlalu ketat/berdekatan b. Dapat digunakan untuk perbaikan <i>breakwater dolos</i> . c. Stabilitas hidrolis lebih baik daripada accropode. d. Tidak mudah goyang e. unit yang kuat	Kualitas betonnya lebih rendah daripada accropode
		Teratur	Shed	a. Hemat bahan beton karena berongga. b. Dapat ditempatkan di lereng dengan geometri yang rumit seperti melengkung atau bundar.	Tidak disarankan sebagai lapisan untuk pemecah gelombang terbuka.

Keterangan: n= jumlah lapisan batu untuk pemecah gelombang.

Lapisan tunggal yang ditempatkan secara acak merupakan pemecah gelombang yang paling mutakhir, berlaku untuk pemecah gelombang terbuka, dapat ditempatkan di air dalam, dan dapat menahan beban gelombang yang besar, lebih hemat biaya pemeliharaan dan integritas struktural unit-unit *armor* dijamin dengan memilih bentuk yang kompak sehingga mencegah unit *armor* goyang (Muttray and Reedijk, 2008).

Material untuk tipe sisi tegak pemecah gelombang bisa dibuat dari material-material seperti pasangan batu, sel turap baja yang di dalamnya diisi tanah atau batu, tumpukan buis beton, dinding turap baja atau beton, kaisan beton dan lain-lain.

5. Tanggul laut



urut surat edaran menteri pekerjaan umum nomor 07/SE/M/2010 pemberlakuan pedoman pembangunan konstruksi bangunan an pantai dijelaskan bahwa tanggul laut adalah struktur pengaman

pantai yang dibangun sejajar pantai dengan tujuan untuk melindungi dataran pantai rendah dari genangan yang disebabkan oleh air pasang, gelombang dan badai, tanggul laut dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Tanggul laut (Junarsa, 2004)

Tanggul laut yang juga disebut sebagai *sea dike* ini merupakan struktur yang tidak masif, yang terdiri dari batu lepas yang disusun dengan kemiringan yang landai agar mengurangi efek abrasi yang disebabkan gelombang laut. Tanggul laut dapat dibangun diatas tanah yang relatif lunak, merupakan bangunan yang fleksibel, dan harus merupakan stuktur yang kedap air.

F. Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) dikembangkan oleh Saaty (1993) dan menjadi metode yang mampu memecahkan permasalahan-

alahan dalam pengambilan keputusan. Aplikasi AHP sangat luas, anyanya digunakan dalam bidang teknik, namun juga dalam



permasalahan ekonomi dan bisnis. Pada bidang pemerintah, AHP digunakan oleh para analis untuk membantu aparat pemerintah dalam melakukan penentuan kebijakan publik yang sesuai (Widyaningsih,2012).

AHP merupakan suatu model pendukung keputusan. Model kepurusan ini akan menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki. Menurut Saaty (1993), pada dasarnya metode AHP ini memecah-mecah suatu situasi yang kompleks dan tidak terstruktur ke dalam bagian-bagian komponennya yang kemudian bagian-bagian tersebut ditata dalam suatu susunan hirarki, memberi nilai numerik pada pertimbangan subyektif tentang relatif pentingnya setiap variabel, dan mensintesis berbagai pertimbangan ini untuk menetapkan variabel mana memiliki prioritas paling tinggi dan bertindak untuk mempengaruhi hasil.

Terdapat 3 prinsip dasar dalam memecahkan persoalan menggunakan AHP (Falatehan, 2016), yaitu:

1. Menyusun hirarki yaitu menggambar dan menyusun persoalan secara hirarki, menjadi unsur-unsur yang terpisah.
2. Menentukan prioritas yaitu menentukan peringkat elemen-elemen menurut tingkat kepentingannya.
3. Konsistensi logis yaitu menjamin bahwa semua elemen dikelompokkan secara logis dan diperingkatkan secara konsisten.

Menetapkan prioritas elemen-elemen dalam suatu keputusan dengan membuat perbandingan berpasangan, elemen-elemen



dibandingkan terhadap suatu kriteria yang ditentukan dalam bentuk matriks. Skala banding secara berpasangan ini disajikan pada Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Skala banding secara berpasangan

Tingkat preferensi	Definisi Penilaian	Penjelasan
1	<i>Equal Importance</i> (sama penting)	Dua aktivitas memberikan kontribusi sama terhadap tujuan
3	<i>Moderate Importance</i> (sedikit lebih penting)	Pengalaman penilaian memberikan nilai tidak jauh berbeda antara satu aktivitas terhadap aktivitas lainnya.
5	<i>Strong Importance</i> (cukup penting)	Pengalaman dan penilaian memberikan nilai kuat berbeda antara satu aktivitas terhadap aktivitas lainnya.
7	<i>Very Strong Importance</i> (sangat penting)	Satu aktivitas sangat lebih disukai dibandingkan aktivitas lain.
9	<i>Extreme Importance</i> (mutlak lebih penting)	Satu aktivitas secara pasti menempati urutan.
2,4,6,8	Nilai kompromi atas nilai-nilai di atas (nilai antara)	Penilaian kompromi secara numeris dibutuhkan semenjak tidak ada kata yang tepat untuk menggambarkan tingkat preferensi.

Saaty (1993)



Dalam pengambilan keputusan, perlu diketahui tingkat konsistensi data karena bisa jadi suatu pengambilan keputusan memiliki tingkat konsistensi yang rendah. Konsistensi sampai pada tingkatan tertentu dapat menetapkan prioritas untuk elemen-elemen yang berkenaan dengan beberapa kriteria diperlukan untuk memperoleh hasil yang optimal dengan keadaan yang sebenarnya. AHP mengukur konsistensi menyeluruh dari berbagai pertimbangan melalui suatu rasio konsistensi.

Indeks konsistensi dari matriks berordo n dapat diperoleh dengan rumus:

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} \quad (6)$$

Dengan:

CI = Indeks konsistensi

λ_{maks} = Nilai *eigen* terbesar dari matriks berordo n

Nilai *eigen* terbesar didapat dengan menjumlahkan hasil perkalian jumlah kolom dengan *eigen vector*. Batas ketidak konsistensian diukur dengan menggunakan rasio konsistensi (CR), yakni perbandingan indeks konsistensi (CI) dengan nilai pembangkit random (RI). Nilai ini bergantung pada ordo matriks n . Rasio konsistensi dapat dirumuskan (Tabel 4):

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (7)$$

Tabel 4. Nilai RI berdasarkan ordo matriks n

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Sumber: Falatehan (2016)



Bila nilai $CR < 10\%$, ketidak konsistenan pertimbangan masih dianggap dapat diterima sedangkan bila $CR > 10\%$, pertimbangan yang telah dilakukan perlu diperbaiki.

Penetapan prioritas penanganan kerusakan jalan akibat abrasi pantai di Kabupaten Bantaeng dalam penelitian ini menggunakan metode AHP. Tujuannya untuk melakukan pemilihan alternatif keputusan terkait penanganan berdasarkan kriteria terbaik dengan menggunakan metode AHP. Penentuan pembobotan diperoleh dari wawancara/kuesioner dengan responden para ahli dari unsur akademis, perencana, dan pelaksana.

Jalan merupakan suatu kesatuan sistem jaringan jalan yang mengikat dan menghubungkan pusat-pusat pertumbuhan dengan wilayah yang berada dalam pengaruh pelayanannya dalam suatu hubungan hirarki. Sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan, jasa distribusi untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional dengan simpul jasa distribusi disebut sistem jaringan jalan primer, dan sistem jaringan jalan dengan peran pelayanan jasa distribusi untuk masyarakat di dalam kota membentuk sistem jaringan jalan sekunder (Jinca, 2011). Jalan merupakan bagian dalam sistem transportasi, oleh karena itu pemeliharaan sistem jaringan jalan yang efisien dan efektif dengan harga yang tepat menjadi dasar dalam perencanaan penanganan kerusakan

bat abrasi pantai.



G. Penelitian Terdahulu

Penelitian ini tidak terlepas dari penelitian-penelitian terdahulu yang dapat dijadikan sebagai bahan referensi . Penelitian terdahulu yang relevan ditunjukkan pada Tabel 5:

Tabel 5. Penelitian terdahulu

No	Nama/Judul	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Stevanny Kumaat (2016). <i>Pemilihan Tipe Bangunan Pengaman Pantai dengan Kearifan Lokal di Pulau Bunaken</i>	<i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP)	Perkembangan daerah pantai menjadi daerah pemukiman menimbulkan permasalahan pada pantai sehingga menjadi prioritas penanganan. Memilih tipe pengaman pantai yang memiliki kearifan lokal dengan cara membuat <i>sand dune</i> .
2.	Candrawati Mareta <i>et al.</i> (2014). <i>Perencanaan Bangunan Pelindung Pantai Tambakharjo.</i>	Analisis arus dengan menggunakan program <i>surface water modelling system</i> , peramalan gelombang	Nilai prioritas yang paling tinggi berupa bangunan pelindung pantai dengan konstruksi <i>seawall</i> . Bangunan ini direncanakan sepanjang 1200 m dengan ketinggian

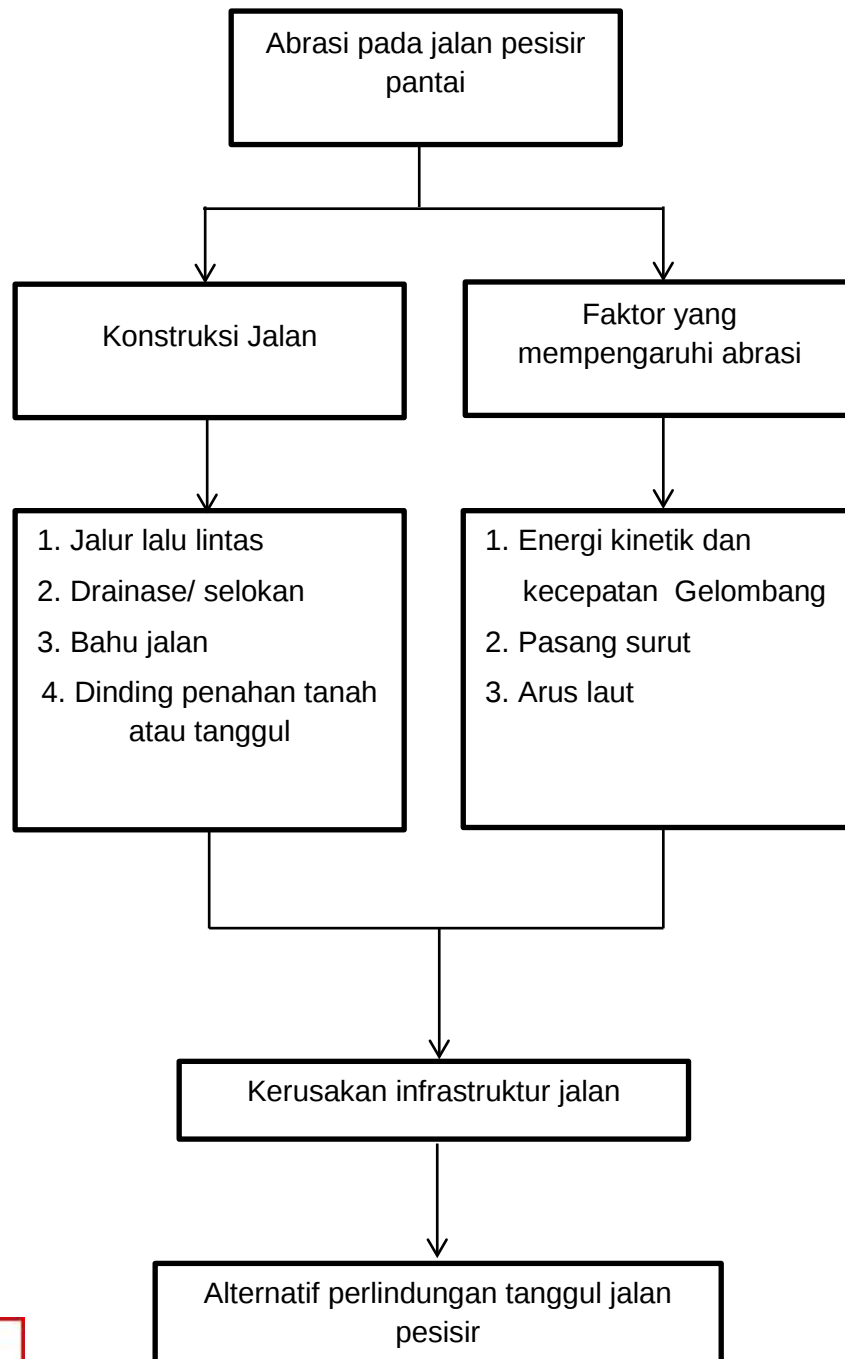


		menggunakan program GENESIS dan pemilihan bangunan pantai menggunakan metode AHP.	mercu 3 m untuk mereduksi rayapan gelombang.
3.	Rizky Reine Palngiten (2013). <i>Pemilihan Sistem Pengaman Pantai dengan menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process.</i>	<i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP)	Penelitian ini berlokasi di Pantai Wori Kecamatan Wori Kabupaten Minahas Utara. Sistem pengaman pantai yang dimaksud yaitu <i>seawall</i> , <i>groyne</i> , dan <i>jetty</i> . Penerapan metode ini menghasilkan keputusan sebagai berikut: <i>seawall</i> =42,25%, <i>groyne</i> =20,78%, <i>jetty</i> =36,97%.



H. Kerangka Konseptual Penelitian

Kerangka konseptual penelitian dapat dilihat pada Gambar 21 sebagai berikut:



Gambar 21. Kerangka konseptual penelitian

I. Definisi Operasional

Untuk menyamakan persepsi terhadap pengukuran suatu variabel yang diteliti, maka dikemukakan beberapa definisi operasional sebagai berikut:

1. Prasarana jalan adalah segala bagian jalan pada ruas jalan pesisir pantai yang meliputi komponen penampang melintang jalan.
2. Abrasi adalah kerusakan jalan akibat gerusan yang disebabkan oleh serangan gelombang , arus ataupun kombinasi keduanya serta kondisi pasang surut.
3. Energi gelombang adalah besarnya energi kinetik gelombang yang merusak jalan pesisir pantai (Joule).
4. Tanggul adalah dinding penahan tanah yang berfungsi untuk stabilitas dan pelindung jalan pesisir pantai.
5. Perlindungan pantai adalah upaya melindungi tanggul jalan pesisir pantai untuk mempertahankan stabilitas konstruksi jalan.

