

Penetapan Prioritas Penanganan Pantai Berdasarkan Pemilihan Jenis Bangunan Pada Proyek-Proyek Konstruksi Balai Wilayah Sungai Sulawesi-I (BWSS-I).

Deddy R. G. Ratulangi¹, Fabian .J.Manoppo², Debby Willar³

¹⁾ Mahasiswa Program studi Teknik Sipil Pasca Sarjana Unsrat

^{2,3)} Staf Pengajar Program studi Teknik Sipil Pasca Sarjana Unsrat

e-mail: ratulangid@gmail.com

ABSTRACT

The eastern outskirts of North Sulawesi province areas are areas of local government development. Its geographical position which almost entirely consist of coastal areas are ultimately requires protection in the framework of synergy for the holistic government policy. An alternative way to protect the beach is by construct a beach shoreline structures. Coastal protection building type if structurally reviewed consists of 4 (four) main type of building that is Seawall, Groin, Jetty, and Breakwater. These types of coastal protection buildings can be combined. The beaches in the eastern region of North Sulawesi province for this research are Rumbia beach, Walensorit beach, Bukit Tinggi beach, Parentek beach, Atep Oki beach, and Kament beach.

The aims of this research are to examine the extent of damage, vulnerability and coastal virtues on the beaches of the eastern ring road of North Sulawesi province and to conduct the process of selecting the type of security building on the eastern coastal beaches of North Sulawesi province if viewed in a priority scale of interest and also to determine the most dominant type of coastal security building to be built on the eastern coastal coasts of North Sulawesi province.

In this study, data were analized by using Analytical Hierarchy Process, AHP. Based on the research results obtained, for the type of coastal protection building that is generated are as follows: Rumbia beach: Seawall (24.142%), Breakwater (20.510%), and Seawall + Breakwater (17.965%); Walensorite beaches: Groin (17,671%), Jetty (17,033), and Seawall + Groin (14,528); Bukit Tinggi beaches: Seawall (15.349%), Jetty (12.674%), and Groin (12.609%); Parentek beaches: Seawall (13.149%), Groin (13.132%), and Seawall + Jetty (10,437%); Atep Oki beach: Groin (19.234%), Jetty (15.430%), Seawall + Groin (14.44%); And Kamenti beaches: Seawall (12.763%), Seawall + Breakwater (11.283%), and Breakwater (10.960%). For the type and condition of the eastern coastal shore, the most dominant type of coastal safety building is the Seawall and Groin beach type safety structures. Both types of buildings are very appropriate for large erosion, abrasion and wave rates. While the difference between these two types of coastal safety buildings is the level of sedimentation, which for Seawall is suitable for low sedimentation levels, while Groin is suitable for large sedimentation levels.

Keywords: Coastal Protection Structure, AHP, Seawall, Groin, Jetty, Breakwater

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pantai merupakan bagian dari suatu daerah yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai tujuan. Secara alami, elemen ini berfungsi sebagai pembatas antara darat dan laut, tempat hidup biota pantai dan tempat sungai bermuara. Dalam perkembangannya fungsi pantai mengalami perubahan sesuai kebutuhan manusia, antara lain : sebagai tempat saluran bermuara (tambak), tempat peralihan kegiatan hidup di darat dan di laut (pelabuhan, pelayaran), tempat hunian nelayan, tempat wisata, tempat usaha, tempat budi daya pantai (tambak, pertanian), sumber bahan bangunan (pasir, batu karang), dan kawan industri (pabrik, dan lain-lain).

Sulawesi Utara merupakan daerah yang memiliki wilayah pantai yang cukup luas. Hal ini disebabkan karena daerah ini dikelilingi kira-kira 85% oleh garis pantai. Jika ditinjau secara posisi geografis maka ibu kota propinsi, yakni kota Manado serta daerah sekitarnya merupakan daerah yang cukup dekat dengan garis pantai.

Saat ini pemerintah telah mulai melakukan pengembangan infrastruktur jalan pantai Timur sebagai salah satu program pengembangan tata ruang propinsi.

Dengan adanya peningkatan aktivitas oleh karena meningkatnya volume aktivitas serta masyarakat pada kawasan garis pantai ini, maka resiko kerusakan pantai sudah barang tentu semakin besar. Sesuai data-data yang ada, tingkat kerusakan pantai di kawasan lingkaran timur sudah cukup besar.

Sampai pada saat penelitian ini dilakukan, belum pernah ada penelitian-penelitian sebelumnya yang topiknya merupakan pengamanan pantai-pantai pada kawasan jalur lingkaran timur Propinsi Sulawesi Utara dengan cara membangun bangunan pengamanan pantai. Sehingga

dengan adanya penelitian ini maka diharapkan dapat memberikan kontribusi yang penting bagi pemerintah daerah dalam rangka penanganan pengamanan pantai jalur lingkaran timur ini.

Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Meneliti tingkat kerusakan, kerawanan, dan keutamaan pantai pada pantai-pantai kawasan jalur lingkaran timur propinsi Sulawesi Utara.
2. Melakukan proses pemilihan tipe bangunan pengamanan pada pantai-pantai kawasan lingkaran timur propinsi Sulawesi Utara jika ditinjau dalam skala prioritas kepentingan.
3. Menentukan tipe bangunan pengamanan pantai yang paling dominan untuk dibangun pada pantai-pantai kawasan lingkaran timur propinsi Sulawesi Utara.

STUDI LITERATUR

Pantai

Tinjauan Umum dan Definisi

Menurut Yuwono (1992), Pantai adalah jalur yang merupakan batas antara darat dan laut, diukur pada saat pasang tertinggi dan surut terendah, dipengaruhi oleh fisik laut dan sosial ekonomi bahari, sedangkan ke arah darat dibatasi oleh proses alami dan kegiatan manusia di lingkungan darat.

Penanganan masalah pantai yaitu perlindungan pantai, *shore protection*, merupakan satu hal yang sangat penting untuk dilakukan. Untuk mewujudkan sistem perlindungan pantai maka tentu sangatlah diperlukan tindakan-tindakan konkrit yang biasanya diawali dengan studi dan pengamatan yang mendalam dari berbagai pihak. Tindakan awal ini diperlukan untuk menentukan sistem

pengaman dan pengendalian daerah pantai yang paling tepat sesuai kondisi lokasi studi tersebut.

Studi Kerusakan Pantai

Proses kerusakan pantai yang berupa abrasi pantai dapat terjadi karena sebab alamiah dan juga sebab buatan. Pemahaman akan sebab abrasi merupakan dasar yang penting didalam perlindungan pantai. Perlindungan yang baik seharusnya bersifat komprehensif, selain itu diharapkan perlindungan tersebut efektif untuk menanggulangi permasalahan kerusakan yang ada. Hal itu akan dapat tercapai apabila penyebab kerusakan di pantai dapat diketahui. Pada umumnya sebab-sebab kerusakan pantai merupakan gabungan dari beberapa faktor di atas. Agar penanganan masalah abrasi pantai dapat dilakukan dengan baik, maka penyebabnya harus diidentifikasi terlebih dahulu. Secara umum, gaya yang menyebabkan terjadinya kerusakan pantai (abrasi) adalah gelombang angin.

Di dalam penetapan pengaman pantai maka terdapat faktor-faktor yang mengakibatkan kondisi pantai terganggu. Faktor-faktor ini pada penelitian ini akan dijadikan sebagai dasar penetapan pemilihan jenis bangunan pengaman pada pantai-pantai tinjauan penelitian. Faktor-faktor yang dimaksud antara lain :

Gelombang

Yang diamati pada faktor ini yakni riwayat gelombang, kerawanan daya gelombang, dan kemungkinan terjadinya gelombang pasang pada periode tertentu.

Erosi

Faktor ini digunakan dengan melihat perubahan garis pantai, gerusan dan panjang pantai itu sendiri.

Abrasi

Peninjauan pada faktor ini mencakup area luasan yang terabrasi.

Sedimentasi

Faktor ini sangat berhubungan erat dengan waktu dimana proses tertutupnya muara sungai, serta pengaruhnya terhadap daerah pesisir pantai.

Lingkungan

Tingkat kerusakan yang ditinjau meliputi kualitas air laut, keadaan terumbu karang, serta keadaan pesisir pantai yang berhubungan dengan kealamian pantai.

Keseluruhan faktor-faktor ini setelah diolah nantinya akan memberikan pengaruh secara proporsional terhadap pemilihan sistem bangunan untuk pengamanan pantai.

Pengamanan Pantai

Berdasarkan peraturan Menteri Pekerjaan Umum 09/PRT/M/2010 mengenai pedoman pengamanan pantai maka oleh karena pantai merupakan garis pertemuan darat dan laut, mempunyai peran yang penting, baik sebagai pusat pertumbuhan, pelabuhan, perdagangan, permukiman masyarakat maupun ekosistem alam tempat berkembangnya berbagai biota pantai dan perikanan; juga secara alami gelombang laut dapat berpotensi mengakibatkan erosi, abrasi, dan akresi perusakan yang dapat dipicu oleh kegiatan manusia atau bencana alam; dan juga demi untuk melindungi dan mengamankan masyarakat yang tinggal di sepanjang pantai, ekosistem pantai, fasilitas umum, fasilitas sosial dan kawasan yang mempunyai nilai ekonomi tinggi, atau nilai sejarah dari perusakan yang diakibatkan kegiatan manusia atau akibat bencana alam, maka perlu dilakukan pengamanan pantai.

Bangunan Pengaman Pantai

Bangunan pantai digunakan untuk melindungi pantai terhadap kerusakan karena serangan gelombang dan arus. Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk melindungi pantai yaitu :

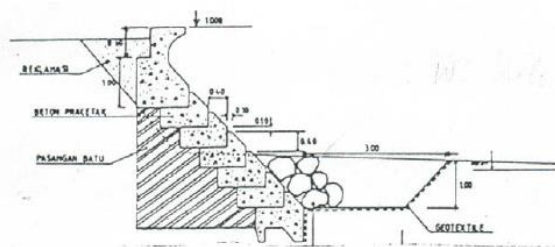
1. Memperkuat atau melindungi pantai agar mampu menahan serangan gelombang
2. Mengubah laju transpor sedimen sepanjang pantai
3. Mengurangi energi gelombang yang sampai ke pantai
4. Reklamasi dengan menambah suplai sedimen ke pantai atau dengan cara lain. (Triatmodjo,, 1999).

Sesuai dengan fungsinya, bangunan pantai diklasifikasikan menjadi 3 kelompok, yaitu :

1. Konstruksi yang dibangun di pantai dan sejajar dengan garis pantai, misalnya dinding pantai (*revetment*) dan tembok laut (*Seawall*)
2. Konstruksi yang dibangun kira-kira tegak lurus pantai dan tersambung ke pantai, misalnya *Groin* dan *Jetty*.
3. Konstruksi yang dibangun di lepas pantai dan kira-kira sejajar garis pantai, misalnya pemecah gelombang (*Breakwater*). (Triatmodjo, Hal.202, 1999).

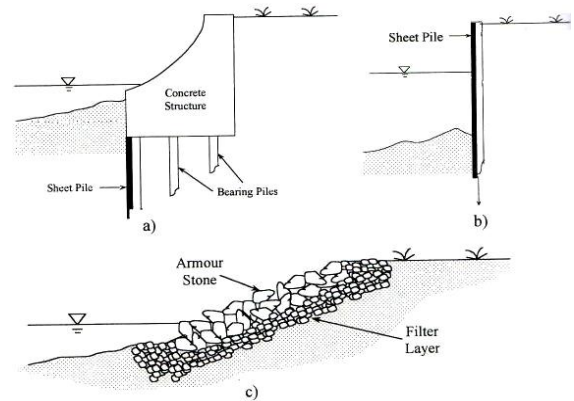
1. Tembok Laut (*Sea Wall*) dan *Revetment*.

Tembok laut biasanya dipergunakan untuk melindungi pantai atau tebing dari gempuran gelombang laut sehingga tidak terjadi erosi atau abrasi. Agar fasilitas yang ada dibalik tembok laut dapat aman biasanya tembok laut direncanakan tidak boleh *overtopping*. Tembok laut ada dua macam yaitu tembok laut massif dan tidak massif. Tembok laut massif biasanya dibuat dari konstruksi beton atau pasangan batu sedangkan tembok laut tidak massif berupa tumpukan batu (*rubble mound*). Konstruksi tembok laut dapat dilihat pada gambar :



Gambar. Sketsa Tembok Laut (*Sea Wall*)

Revetment adalah bangunan yang memisahkan daratan dan perairan pantai, yang terutama berfungsi sebagai pelindung pantai terhadap erosi dan limpasan gelombang (*overtopping*) ke darat. Daerah yang dilindungi adalah daratan tepat di belakang bangunan. Dinding pantai biasanya berbentuk dinding vertikal, sedang *revetment* mempunyai sisi miring. Bangunan ini ditempatkan sejajar atau hampir sejajar dengan garis pantai, dan bisa terbuat dari pasangan batu, beton, tumpukan pipa beton, turap, kayu atau tumpukan batu. (Triatmodjo, 1999). Ilustrasi mengenai *revetment* dapat dilihat pada gambar berikut:

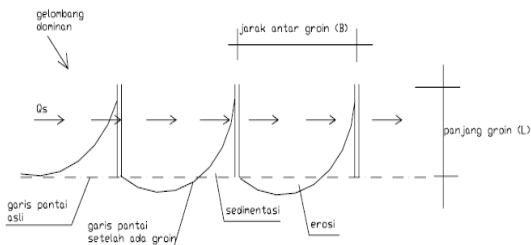


Gambar. Contoh Tembok Laut dan *Revetment*.

2. *Groin*

Groin adalah bangunan pelindung pantai yang biasanya dibuat tegak lurus pantai dan berfungsi untuk menahan transport sedimen sepanjang pantai sehingga bisa mengurangi atau menghentikan erosi yang terjadi. *Groin* hanya bisa menahan transpor sediman sepanjang pantai. (Triatmodjo, 1999).

Ilustrasi sketa penentuan jarak bangunan pengaman pantai berjenis *Groin* dapat dilihat pada gambar :



Gambar . Sketsa penentuan jarak *Groin*.

3. *Jetty*

Jetty adalah bangunan tegak lurus pantai yang diletakkan pada kedua sisi muara sungai yang berfungsi untuk mencegah pendangkalan di muara dalam kaitannya dengan pengendalian banjir.

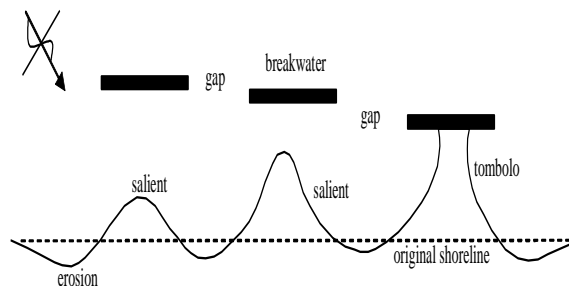
4. Pemecah gelombang (*Break Water*)

Pemecah gelombang lepas pantai merupakan salah satu alternatif yang dapat dipakai sebagai pengamanan pantai jika angkutan sedimen tegak lurus pantai dominan.

Tipe ini lebih disukai di daerah pantai wisata dimana *Groin* atau *revetment* dianggap mengganggu pemandangan dan membatasi ruang gerak wisatawan.

Pemecah gelombang lepas pantai mereduksi sebagian besar energi gelombang datang, dan menghasilkan kondisi perairan yang tenang di belakangnya. Sebagian energi gelombang ditransfer dalam arah lateral melalui celah pemecah gelombang dan gelombang yang terdifraksi di belakang pemecah gelombang akan merubah bentuk pantai yang semula relatif lurus menjadi bentuk tonjolan (*salient*) atau *tombolo*.

Ilustrasi mengenai jenis bangunan ini dapat dilihat pada gambar :



Gambar. Sketsa penempatan *Break Water*

Analytical Hierarchy Process (AHP)

Pengertian AHP (*Analitycal Hierarchy Process*)

AHP merupakan suatu model pendukung keputusan yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model pendukung keputusan ini akan menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki, menurut Saaty (1993), hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif. Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang

kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis. AHP sering digunakan sebagai metode pemecahan masalah dibanding dengan metode yang lain karena alasan-alasan sebagai berikut :

- a. Struktur yang berhirarki, sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih, sampai pada subkriteria yang paling dalam.
- b. Memperhitungkan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsistensi berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh pengambil keputusan.
- c. Memperhitungkan daya tahan output analisis sensitivitas pengambilan keputusan.

. Kelebihan dan Kelemahan AHP

Layaknya sebuah metode analisis, AHP pun memiliki kelebihan dan kelemahan dalam system analisisnya. Kelebihan-kelebihan analisis ini yaitu :

- a. Kesatuan (*Unity*)
AHP membuat permasalahan yang luas dan tidak terstruktur menjadi suatu model yang fleksibel dan mudah dipahami.
- b. Kompleksitas (*Complexity*)
AHP memecahkan permasalahan yang kompleks melalui pendekatan sistem dan pengintegrasian secara deduktif.
- c. Saling ketergantungan (*Inter Dependence*)
AHP dapat digunakan pada elemen-elemen sistem yang saling bebas dan tidak memerlukan hubungan linier.
- d. Struktur Hirarki (*Hierarchy Structuring*)
AHP mewakili pemikiran alamiah yang cenderung mengelompokkan elemen sistem ke level-level yang berbeda dari masing-masing level berisi elemen yang serupa.
- e. Pengukuran (*Measurement*)
AHP menyediakan skala pengukuran dan metode untuk mendapatkan prioritas.
- f. Konsistensi (*Consistency*)
AHP mempertimbangkan konsistensi logis dalam penilaian yang digunakan untuk menentukan prioritas.
- g. Sintesis (*Synthesis*)
AHP mengarah pada perkiraan keseluruhan mengenai seberapa diinginkannya masing-masing alternatif.

h. *Trade Off*

AHP mempertimbangkan prioritas relatif faktor-faktor pada sistem sehingga orang mampu memilih alternatif terbaik berdasarkan tujuan mereka.

i. Penilaian dan Konsensus (*Judgement and Consensus*)

AHP tidak mengharuskan adanya suatu konsensus, tapi menggabungkan hasil penilaian yang berbeda.

j. Pengulangan Proses (*Process Repetition*)

AHP mampu membuat orang menyaring definisi dari suatu permasalahan dan mengembangkan penilaian serta pengertian mereka melalui proses pengulangan. Sedangkan kelemahan metode AHP adalah sebagai berikut:

k. Ketergantungan model AHP pada input utamanya. Input utama ini berupa persepsi seorang ahli sehingga dalam hal ini melibatkan subyektifitas sang ahli selain itu juga model menjadi tidak berarti jika ahli tersebut memberikan penilaian yang keliru.

l. Metode AHP ini hanya metode matematis tanpa ada pengujian secara statistik sehingga tidak ada batas kepercayaan dari kebenaran model yang terbentuk

Tahapan AHP

Dalam metode AHP dilakukan langkah-langkah sebagai berikut (Kadarsyah Suryadi dan Ali Ramdhani, 1998) :

a. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan.

Dalam tahap ini kita berusaha menentukan masalah yang akan kita pecahkan secara jelas, detail dan mudah dipahami. Dari masalah yang ada kita coba tentukan solusi yang mungkin cocok bagi masalah tersebut. Solusi dari masalah mungkin berjumlah lebih dari satu. Solusi tersebut nantinya kita kembangkan lebih lanjut dalam tahap berikutnya.

b. Membuat struktur hierarki yang diawali dengan tujuan utama.

Setelah menyusun tujuan utama sebagai level teratas akan disusun level hirarki yang berada di bawahnya yaitu kriteria-kriteria yang cocok untuk mempertimbangkan atau menilai alternatif yang kita berikan dan menentukan alternatif tersebut. Tiap kriteria mempunyai

intensitas yang berbeda-beda. Hirarki dilanjutkan dengan subkriteria (jika mungkin diperlukan).

c. Membuat matrik perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya.

Matriks yang digunakan bersifat sederhana, memiliki kedudukan kuat untuk kerangka konsistensi, mendapatkan informasi lain yang mungkin dibutuhkan dengan semua perbandingan yang mungkin dan mampu menganalisis kepekaan prioritas secara keseluruhan untuk perubahan pertimbangan. Pendekatan dengan matriks mencerminkan aspek ganda dalam prioritas yaitu mendominasi dan didominasi. Perbandingan dilakukan berdasarkan judgment dari pengambil keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan elemen lainnya. Untuk memulai proses perbandingan berpasangan dipilih sebuah kriteria dari level paling atas hirarki misalnya K dan kemudian dari level di bawahnya diambil elemen yang akan dibandingkan misalnya E1,E2,E3,E4,E5.

d. Melakukan Mendefinisikan perbandingan berpasangan sehingga diperoleh jumlah penilaian seluruhnya sebanyak $n \times [(n-1)/2]$ buah, dengan n adalah banyaknya elemen yang dibandingkan.

Hasil perbandingan dari masing-masing elemen akan berupa angka dari 1 sampai 9 yang menunjukkan perbandingan tingkat kepentingan suatu elemen. Apabila suatu elemen dalam matriks dibandingkan dengan dirinya sendiri maka hasil perbandingan diberi nilai 1. Skala 9 telah terbukti dapat diterima dan bisa membedakan intensitas antar elemen. Hasil perbandingan tersebut diisikan pada sel yang bersesuaian dengan elemen yang dibandingkan. Skala perbandingan perbandingan berpasangan dan maknanya yang diperkenalkan oleh Saaty bisa dilihat di bawah. Intensitas Kepentingan 1 = Kedua elemen sama pentingnya, Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar 3 = Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya, Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen yang lainnya 5 = Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya,

Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen yang lainnya 7 = Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya, Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam praktek. 9 = Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya, Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan. 2,4,6,8 = Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan, Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi di antara 2 pilihan Kebalikan = Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka dibanding dengan aktivitas j , maka j mempunyai nilai kebalikannya dibanding dengan i

e. Menghitung nilai eigen dan menguji konsistensinya.

Jika tidak konsisten maka pengambilan data diulangi.

f. Mengulangi langkah 3,4, dan 5 untuk seluruh tingkat hirarki.

g. Menghitung vektor eigen dari setiap matriks perbandingan berpasangan yang merupakan bobot setiap elemen untuk penentuan prioritas elemen-elemen pada tingkat hirarki terendah sampai mencapai tujuan. Penghitungan dilakukan lewat cara menjumlahkan nilai setiap kolom dari matriks, membagi setiap nilai dari kolom dengan total kolom yang bersangkutan untuk memperoleh normalisasi matriks, dan menjumlahkan nilai-nilai dari setiap baris dan membaginya dengan jumlah elemen untuk mendapatkan rata-rata.

h. Memeriksa konsistensi hirarki.

Yang diukur dalam AHP adalah rasio konsistensi dengan melihat index konsistensi. Konsistensi yang diharapkan adalah yang mendekati sempurna agar menghasilkan keputusan yang mendekati valid. Walaupun sulit untuk mencapai yang sempurna, rasio konsistensi diharapkan kurang dari atau sama dengan 10 %.

Prinsip Dasar dan Aksioma AHP

AHP didasarkan atas 3 prinsip dasar yaitu :

a. Dekomposisi Dengan prinsip ini struktur masalah yang kompleks dibagi menjadi bagian-

bagian secara hierarki. Tujuan didefinisikan dari yang umum sampai khusus. Dalam bentuk yang paling sederhana struktur akan dibandingkan tujuan, kriteria dan level alternatif. Tiap himpunan alternatif mungkin akan dibagi lebih jauh menjadi tingkatan yang lebih detail, mencakup lebih banyak kriteria yang lain. Level paling atas dari hirarki merupakan tujuan yang terdiri atas satu elemen. Level berikutnya mungkin mengandung beberapa elemen, di mana elemen-elemen tersebut bisa dibandingkan, memiliki kepentingan yang hampir sama dan tidak memiliki perbedaan yang terlalu mencolok. Jika perbedaan terlalu besar harus dibuatkan level yang baru.

b. Perbandingan penilaian/pertimbangan (*comparative judgments*). Dengan prinsip ini akan dibangun perbandingan berpasangan dari semua elemen yang ada dengan tujuan menghasilkan skala kepentingan relatif dari elemen. Penilaian menghasilkan skala penilaian yang berupa angka. Perbandingan berpasangan dalam bentuk matriks jika dikombinasikan akan menghasilkan prioritas.

c. Sintesa Prioritas. Sintesa prioritas dilakukan dengan mengalikan prioritas lokal dengan prioritas dari kriteria bersangkutan di level atasnya dan menambahkannya ke tiap elemen dalam level yang dipengaruhi kriteria. Hasilnya berupa gabungan atau dikenal dengan prioritas global yang kemudian digunakan untuk memboti prioritas lokal dari elemen di level terendah sesuai dengan kriterianya. AHP didasarkan atas 3 aksioma utama yaitu :

a. Aksioma Resiprokal

Aksioma ini menyatakan jika PC (EA,EB) adalah sebuah perbandingan berpasangan antara elemen A dan elemen B, dengan memperhitungkan C sebagai elemen parent, menunjukkan berapa kali lebih banyak properti yang dimiliki elemen A terhadap B, maka PC (EB,EA)= 1/ PC (EA,EB). Misalnya jika A 5 kali lebih besar daripada B, maka B=1/5 A.

b. Aksioma Homogenitas

Aksioma ini menyatakan bahwa elemen yang dibandingkan tidak berbeda terlalu jauh. Jika perbedaan terlalu besar, hasil yang didapatkan mengandung nilai kesalahan yang

tinggi. Ketika hirarki dibangun, kita harus berusaha mengatur elemen-elemen agar elemen tersebut tidak menghasilkan hasil dengan akurasi rendah dan inkonsistensi tinggi.

c. Aksioma Ketergantungan

Aksioma ini menyatakan bahwa prioritas elemen dalam hirarki tidak bergantung pada elemen level di bawahnya. Aksioma ini membuat kita bisa menerapkan prinsip komposisi hirarki.

Dalam penyusunan hierarki atau struktur keputusan dilakukan dengan menggambarkan elemen sistem atau alternatif keputusan dalam suatu abstraksi sistem hierarki keputusan.

Uraian Perhitungan Manipulasi Matriks.

Adapun langkah-langkah untuk perhitungan manipulasi matriks yakni sebagai berikut :

- 1) Kuadrat dari matriks A.
A dikuadratkan menjadi A'_{ij} . Elemen A'_{ij} jika ditulis secara matematis adalah

$$a'_{ij} = \sum_{i=1, j=1}^m (a_{ij} \cdot a_{ji}) \dots\dots\dots(1)$$

- 2) Perhitungan jumlah bobot dalam baris A'_{ij} .

$$B_b = \sum_{i=1}^m a'_i \dots\dots\dots(2)$$

- 3) Perhitungan Jumlah dari jumlah bobot dalam baris A'_{ij} .

$$B_T = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^m a'_i \dots\dots\dots(3)$$

- 4) Matriks Stokastik (normalisasi) dihasilkan dengan merubah jumlah bobot baris A'_{ij} .

$$B'_b = \frac{\sum_{i=1}^m a'_i}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^m a'_i} \dots\dots\dots(4)$$

Prosedur di atas merupakan proses iterasi yang pertama. Pada iterasi kedua, maka matriks A'_{ij} dikuadratkan. Matriks hasil kuadrat ini selanjutnya disebut matriks A''_{ij} . Selanjutnya dilakukan proses perhitungan b, c, dan d. Prosedur iterasi akan berhenti apabila selisih nilai eigen (Nilai Eigen adalah B_b dari matriks stokastik) sebelum dan sesudah sudah tidak berbeda sampai 4 (empat) angka desimal.

CR merupakan parameter yang digunakan dalam teknik AHP untuk memeriksa apakah perbandingan berpasangan telah dilakukan dengan konsekuen atau tidak. Perlu diketahui bahwa ratio yang dianggap baik yaitu apabila $CR \leq 0,1$ dimana CR merupakan perbandingan antara CI dan RI.

Nilai RI merupakan nilai random indeks yang dikeluarkan oleh *Oarkridge Laboratory* .

Untuk menentukan *Consistency Ratio* (CR) dihasilkan dengan mengalikan matriks perbandingan berpasangan awal dengan nilai eigen pada iterasi terakhir, atau dalam ekspresi matematik dapat ditulis :

$$\{CR\}_{m \times 1} = \begin{bmatrix} 1 & A_{12} & \dots & A_{1j} \\ 1/A_{12} & 1 & \dots & A_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/A_{1i} & 1/A_{2i} & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} B_{b1}^n \\ B_{b2}^n \\ \vdots \\ B_{bm}^n \end{Bmatrix} \dots\dots\dots(5)$$

dimana n menandakan tingkat prosedur iterasi. Selanjutnya dilakukan perhitungan vektor konsistensi (*Consistency Vector*).

$$\{CV\} = \left\{ \begin{array}{l} CR_1 / B_{b1}^n \\ CR_2 / B_{b2}^n \\ \dots \\ CR_m / B_{bi}^n \end{array} \right\} \dots\dots\dots(6)$$

Nilai rata-rata (p) dari vektor konsistensi dapat ditulis :

$$p = \frac{\sum_{i=1}^m CV_i}{m} \dots\dots\dots(7)$$

Nilai Konsistensi Indeks (CI) dapat dihitung sebagai berikut :

$$CI = \frac{p - m}{m - 1} = \frac{\sum_{i=1}^m CV_i - m^2}{m^2 - m} \dots\dots\dots(8)$$

Setelah nilai CI didapat maka nilai Consistency Ratio (CR) dapat dihitung menjadi

$$CR = CI / RI \dots\dots\dots(9)$$

dimana RI ditentukan berdasarkan banyaknya alternatif, "m".

Persyaratan Bangunan Pengaman Pantai

Berdasarkan uraian faktor-faktor yang menjadi kriteria dari penilaian pantai maka persyaratan penentuan jenis pengaman pantai harus ditinjau terkait dengan faktor-faktor ini. Adapun persyaratan yang ditetapkan untuk tipe-tipe bangunan pengaman pantai yakni sebagai berikut :

1. *Seawall*
 - a. Tidak ada sungai
 - b. Keadaan gelombang besar
 - c. Keadaan lingkungan berkualitas rendah
 - d. Tingkat erosi dan abrasi besar
 - e. Proses sedimentasi di muara rendah
2. *Groin*
 - a. Keadaan sungai relatif, ada dan tidak ada
 - b. Keadaan Gelombang sedang
 - c. Tingkat erosi dan abrasi besar

- d. Kualitas lingkungan berada dalam interval rendah – sedang
- e. Proses sedimentasi di muara rendah
3. *Jetty*
 - a. Terdapat sungai
 - b. Keadaan gelombang berada dalam interval rendah – sedang
 - c. Tingakt erosi dan abrasi berada dalam interval rendah – sedang
 - d. Kualitas lingkungan berada dalam interval rendah – tinggi
 - e. Proses sedimentasi di muara besar
4. *Break Water*
 - a. Tidak terdapat sungai
 - b. Keadaan gelombang berada dalam interval sedang – besar
 - c. Tingakt erosi dan abrasi berada dalam interval sedang – besar
 - d. Kualitas lingkungan berada dalam interval rendah – tinggi
 - e. Proses sedimentasi di muara sedang
5. *Seawall + Jetty*
 - a. Keadaan sungai relatif, ada dan tidak ada
 - b. Keadaan gelombang besar
 - c. Tingakt erosi dan abrasi besar
 - d. Kualitas lingkungan rendah
 - e. Proses sedimentasi di muara besar
6. *Seawall + Break Water*
 - a. Tidak terdapat sungai
 - b. Keadaan gelombang sedang - besar
 - c. Tingakt erosi dan abrasi sedang - besar
 - d. Kualitas lingkungan rendah - tinggi
 - e. Proses sedimentasi di muara rendah
7. *Seawall + Groin*
 - a. Keadaan sungai relatif, ada dan tidak ada
 - b. Keadaan gelombang besar
 - c. Tingakt erosi dan abrasi besar
 - d. Kualitas lingkungan rendah
 - e. Proses sedimentasi di muara besar
8. *Groin + Jetty*
 - a. Terdapat sungai
 - b. Keadaan gelombang sedang
 - c. Tingakt erosi dan abrasi besar
 - d. Kualitas lingkungan berada dalam interval rendah - sedang
 - e. Proses sedimentasi di muara besar
9. *Groin + Break Water*

a. Keadaan sungai relatif, ada dan tidak ada

- b. Keadaan gelombang sedang - besar
- c. Tingakt erosi dan abrasi sedang - besar
- d. Kualitas lingkungan rendah - tinggi
- e. Proses sedimentasi di muara rendah

10. *Jetty + Break Water*

a. Keadaan sungai relatif, ada dan tidak ada

- b. Keadaan gelombang rendah - besar
- c. Tingakt erosi dan abrasi rendah - besar
- d. Kualitas lingkungan rendah - tinggi
- e. Proses sedimentasi di muara sedang

Penelitian-penelitian Sebelumnya

Adapun penelitian-penelitian sebelumnya yang pernah dilakukan dalam rangka untuk pengamanan suatu pantai antara lain sebagai berikut :

1. Stefanny Kumaat pada tahun 2016 melakukan penelitian mengenai Pemilihan Tipe Bangunan Pengaman Pantai Dengan Kearifan Lokal Di Pulau Bunaken. Metode analisa dilakukan menggunakan metode AHP yang membantu memecahkan persoalan kompleks dengan menstruktur suatu hirarki riteria, pihak yang berkepentingan, hasil dan dengan menarik berbagai pertimbangan guna mengembangkan bobot atau prioritas. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa perkembangan daerah pantai menjadi daerah pemukiman di Pulau Bunaken menimbulkan permasalahan pantai sehingga menjadi prioritas penanganan. Pengambilan keputusan untuk memilih tipe bangunan pengaman pantai untuk bangunan pengamat pantai yang memiliki kearifan local adalah dengan cara membangun *Sand Dune*.
2. Rizky Reine Plangiten pada tahun 2013 meneliti tentang Pemilihan Sistem Pengamanan Pantai Dengan Menggunakan Metode AHP untuk Studi Kasus : Pantai Wori Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara. Dengan menerapkan metode AHP pada kuantitatif dapat diterima dan digunakan

untuk pemilihan bangunan pengaman pantai dimana pada pantai Wori, penerapan metode ini menghasilkan keputusan untuk membangun *Seawall*.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya di atas bahwa penelitian pemilihan bangunan pengaman pantai telah dilakukan pada area pantai Utara Provinsi Sulawesi Utara. Pada penelitian ini maka akan dilakukan penelitian mengenai pemilihan bangunan pengaman pantai pada daerah kawasan lingkur Timur Provinsi Sulawesi Utara. Hal ini dilakukan karena sampai pada saat ini, penelitian dalam rangka penanganan pengaman pantai kawasan lingkur Timur belum pernah dilakukan.

Metode-metode Untuk Menetapkan Skala Prioritas

Cara pemilihan prioritas terdiri dari berbagai macam, namun dapat digolongkan menjadi 2 (dua) bagian yakni *Scoring Technique* dan *Non-Scoring Technique*. Apabila tidak tersedia data maka cara menetapkan prioritas masalah yang lazim digunakan yakni *Non-Scoring Technique* dimana pada teknik ini terdapat beberapa metode yang sering dipakai antara lain yakni metode *Delbeq*, metode *Delphi*, dan metode *Bryant*. Metode *Delbeq* yakni metode untuk menetapkan prioritas masalah dengan cara diskusi kelompok namun peserta diskusi memiliki keahlian yang tidak sama, sehingga untuk nantinya akan diminta pendapat berdasarkan persepsi dari masing-masing keahlian peserta. Cara-cara yang dipakai pada metode ini yakni sebagai berikut :

1. Peringkat masalah ditentukan oleh sekelompok ahli yang berjumlah antara 6 sampai 8 orang.
2. Mula-mula dituliskan pada *white board* masalah apa yang akan ditentukan peringkat prioritasnya.
3. Kemudian masing-masing orang tersebut menuliskan peringkat urutan prioritas untuk setiap masalah yang akan ditentukan prioritasnya.
4. Penulisan tersebut dilakukan secara tertutup.

5. Kemudian kertas dari masing-masing orang dikumpulkan dan hasilnya dituliskan dibelakang setiap masalah.
6. Nilai peringkat untuk setiap masalah dijumlahkan, jumlah paling kecil berarti mendapat peringkat tertinggi (prioritas tinggi).

Kelemahan dari metode ini yakni :

1. Menentukan siapa yang seharusnya ikut dalam menentukan peringkat prioritas tersebut.
2. Penentuan peringkat bias sangat subjektif.
3. Cara ini lebih bertujuan mencapai konsensus dari interest yang berbeda dan tidak untuk menentukan prioritas atas dasar fakta.

Untuk metode *Delphi*, masalah-masalah didiskusikan oleh sekelompok orang yang mempunyai keahlian yang sama. Melalui diskusi tersebut akan menghasilkan prioritas masalah yang disepakati bersama. Pemilihan prioritas masalah dilakukan melalui pertemuan khusus. Setiap peserta yang sama keahliannya dimintakan untuk mengemukakan beberapa masalah pokok, masalah yang paling banyak dikemukakan adalah prioritas masalah yang dicari.

Untuk metode *Bryant*, terdapat beberapa kriteria yang harus dipenuhi, antara lain : *Prevelance*, yang berarti besarnya masalah yang dihadapi; *Seriousness*, yang berarti pengaruh buruk yang diakibatkan oleh suatu masalah dalam masyarakat dan dilihat dari besarnya angka dari faktor yang ditinjau; *Manageability*, yang berarti kemampuan untuk mengelola dan berkaitan dengan sumber daya.

Penerapan metode-metode ini (*Non-Scoring Technique*) memerlukan data-data yang bersifat kualitatif misalnya karakteristik bangunan pengaman pantai, perilaku dan keinginan dari penduduk setempat, dan lain sebagainya, sehingga untuk penentuan skala prioritasnya hanya akan didasari pada pengalaman serta pendapat dari para ahli.

Apabila metode-metode ini diterapkan untuk penentuan prioritas penanganan pantai maka faktor-faktor untuk menentukan kriteria-kriteria tingkat kerusakan pantai, seperti erosi, abrasi, sedimentasi, gelombang, dan lain-lain akan bersifat kualitatif saja. Pada penelitian ini maka digunakan metode AHP yang merupakan *Scoring Technique*, dimana data-data yang ada merupakan hasil pemberian skor dan untuk proses penentuan prioritas penanganan pantai didasarkan pada perhitungan secara kuantitatif yang berupa analisa matriks.

ANALISIS, HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis

Berdasarkan uraian landasan teori maka langkah-langkah proses analisis yang dilakukan dimulai sebagai berikut :

1. Penetapan kriteria-kriteria

Kriteria-kriteria ditetapkan berdasarkan indikator-indikator yang dianggap sangat mempengaruhi kondisi pantai, baik untuk tingkat kerusakannya, tingkat kerawannya, serta tingkat keutamaan/nilai kepentingannya. Setelah kriteria-kriteria yang mempengaruhi sebuah pantai ditetapkan, selanjutnya ditetapkan sub kriteria-sub kriteria yang dianggap dominan berpengaruh terhadap masing-masing kriteria. Selanjutnya ditetapkan faktor penting, dengan penilaian secara menyeluruh meliputi seluruh komponen-komponen yang ada, baik kriteria-kriteria yang mempengaruhi kondisi sebuah pantai dalam rangka perencanaan pengaman pantai, maupun sub kriteria – sub kriteria yang merupakan indikator penentu dari peninjauan sebuah kriteria.

Untuk penelitian ini, maka kriteria-kriteria, sub kriteria-sub kriteria, dan faktor penting-faktor penting, yang menjadi dasar penilaian untuk memperoleh skor penetapan kondisi sebuah pantai, dapat dilihat pada Tabel berikut ini:

Tabel .Kriteria-kriteria pantai dan faktor penting

| No. | Kriteria / Sub Kriteria | Faktor Penting | Kode |
|-----|--|----------------|------|
| 1. | Erosi | | |
| | Perubahan Garis Pantai | 7 | E1 |
| | Gerusan | 3 | E2 |
| | Panjang Pantai | 10 | E3 |
| 2. | Abrasi | | |
| | Lebar Terabrasi | 6 | A1 |
| | Panjang Terabrasi | 8 | A2 |
| 3. | Sedimentasi | | |
| | Lama Tertutup | 7 | S1 |
| | Presentase Muara Tertutup | 6 | S2 |
| | Pengaruh | 3 | S3 |
| 4. | Gelombang | | |
| | Riwayat | 2 | G1 |
| | Kerawanan | 5 | G2 |
| | Ancaman Maksimum | 8 | G3 |
| | Probabilitas | 4 | G4 |
| 5. | Lingkungan | | |
| | Kerusakan Pada Permukiman dan Fasilitas Umum | 5 | L1 |
| | Kualitas Mangrove | 2 | L2 |
| | Kualitas Terumbu Karang | 2 | L3 |
| | Rob pada Kawasan Pesisir | 7 | L4 |
| 6. | Pemanfaatan Ruang | | |
| | Negara | 3 | P1 |
| | Provinsi | 2 | P2 |
| | Kabupaten | 1 | P3 |
| | Lokal (Penduduk dan Ekonomi) | 5 | P4 |
| | Lokal (Pertanian dan Perkebunan) | 3 | P5 |
| | Tidak ada kepentingan tertentu | 1 | P6 |

Penetapan alternatif-alternatif

Untuk alternatif-alternatif ditetapkan berupa tipe bangunan pengaman pantai, yakni *Seawall*, *Groin*, *Jetty*, dan *Breakwater*, serta kombinasi berganda dari tipe-tipe yang ada.

Analisis Kriteria

Prosedur selanjutnya yang dilakukan yakni dengan melakukan pembentukan matriks

berpasangan kategori kriteria, untuk masing-masing pantai. Berdasarkan proses analisis yang dilakukan (terlampir) maka matriks perbandingan berpasangan yang terbentuk untuk masing-masing pantai dapat dilihat pada tabel-tabel berikut:

Tabel . Matriks Perbandingan berpasangan pantai Rumbia

| | Erosi | Abrasi | Sedimentasi | Gelombang | Lingkungan | P. Ruang |
|-------------|-------|--------|-------------|-----------|------------|----------|
| Erosi | 1/1 | 1/3 | 1/2 | 1/5 | 1/2 | 1/2 |
| Abrasi | 3/1 | 1/1 | 2/1 | 1/3 | 5/1 | 5/1 |
| Sedimentasi | 2/1 | 1/2 | 1/1 | 1/5 | 2/1 | 2/1 |
| Gelombang | 5/1 | 3/1 | 5/1 | 1/1 | 7/1 | 9/1 |
| Lingkungan | 2/1 | 1/5 | 1/2 | 1/7 | 1/1 | 2/1 |
| P. Ruang | 2/1 | 1/5 | 1/2 | 1/9 | 1/2 | 1/1 |

Tabel . Matriks Perbandingan berpasangan pantai Walensorit

| | Erosi | Abrasi | Sedimentasi | Gelombang | Lingkungan | P. Ruang |
|-------------|-------|--------|-------------|-----------|------------|----------|
| Erosi | 1/1 | 3/1 | 5/1 | 3/1 | 7/1 | 9/1 |
| Abrasi | 1/3 | 1/1 | 3/1 | 2/1 | 5/1 | 7/1 |
| Sedimentasi | 1/5 | 1/3 | 1/1 | 1/5 | 3/1 | 2/1 |
| Gelombang | 1/3 | 1/2 | 5/1 | 1/1 | 5/1 | 7/1 |
| Lingkungan | 1/7 | 1/5 | 1/3 | 1/5 | 1/1 | 1/2 |
| P. Ruang | 1/9 | 1/7 | 1/2 | 1/7 | 2/1 | 1/1 |

Tabel . Matriks Perbandingan berpasangan pantai Bukit Tinggi

| | Erosi | Abrasi | Sedimentasi | Gelombang | Lingkungan | P. Ruang |
|-------------|-------|--------|-------------|-----------|------------|----------|
| Erosi | 1/1 | 1/3 | 5/1 | 1/6 | 1/2 | 2/1 |
| Abrasi | 3/1 | 1/1 | 7/1 | 1/3 | 3/1 | 4/1 |
| Sedimentasi | 1/5 | 1/7 | 1/1 | 1/7 | 1/3 | 1/3 |
| Gelombang | 6/1 | 3/1 | 7/1 | 1/1 | 3/1 | 5/1 |
| Lingkungan | 2/1 | 1/3 | 3/1 | 1/3 | 1/1 | 3/1 |
| P. Ruang | 1/2 | 1/4 | 3/1 | 1/5 | 1/3 | 1/1 |

Tabel Matriks Perbandingan berpasangan pantai Parentek

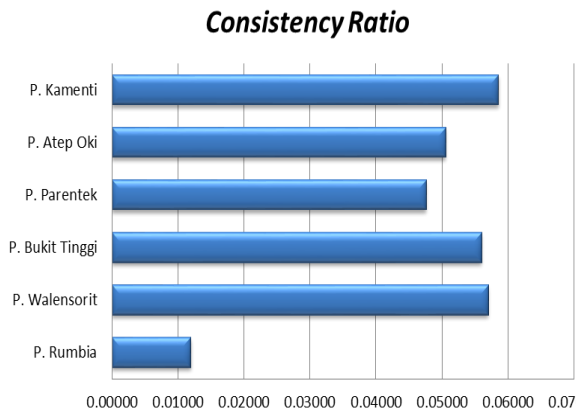
| | Erosi | Abrasi | Sedimentasi | Gelombang | Lingkungan | P. Ruang |
|-------|-------|--------|-------------|-----------|------------|----------|
| Erosi | 1/1 | 1/3 | 2/1 | 1/5 | 1/2 | 1/2 |

| | | | | | | |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Abrasi | 3/1 | 1/1 | 3/1 | 1/3 | 3/1 | 2/1 |
| Sedimentasi | 1/2 | 1/3 | 1/1 | 1/5 | 1/2 | 1/3 |
| Gelombang | 5/1 | 3/1 | 5/1 | 1/1 | 7/1 | 5/1 |
| Lingkungan | 2/1 | 1/3 | 2/1 | 1/7 | 1/1 | 1/3 |
| P. Ruang | 2/1 | 1/2 | 3/1 | 1/5 | 3/1 | 1/1 |

Tabel . Matriks Perbandingan berpasangan pantai Atepi Oki

| | Erosi | Abrasi | Sedimentasi | Gelombang | Lingkungan | P. Ruang |
|-------------|-------|--------|-------------|-----------|------------|----------|
| Erosi | 1/1 | 1/2 | 5/1 | 1/5 | 1/2 | 3/1 |
| Abrasi | 2/1 | 1/1 | 5/1 | 1/3 | 2/1 | 3/1 |
| Sedimentasi | 1/5 | 1/5 | 1/1 | 1/7 | 1/3 | 1/3 |
| Gelombang | 5/1 | 3/1 | 7/1 | 1/1 | 3/1 | 5/1 |
| Lingkungan | 2/1 | 1/2 | 3/1 | 1/3 | 1/1 | 3/1 |
| P. Ruang | 1/3 | 1/3 | 3/1 | 1/5 | 1/3 | 1/1 |

Adapun nilai *Consistency Ratio* dari matriks berpasangan kategori kriteria di atas, untuk masing-masing pantai, dapat dilihat pada Gambar :

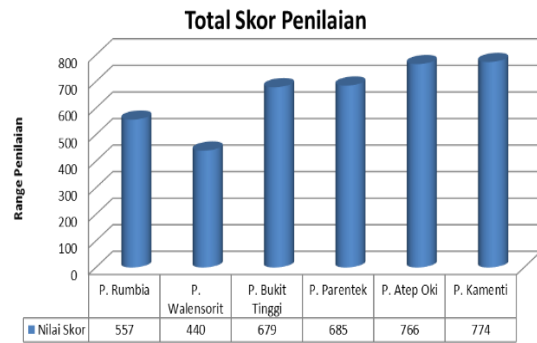


Gambar. *Consistency Ratio* Matriks Perbandingan Berpasangan masing-masing pantai

Hasil

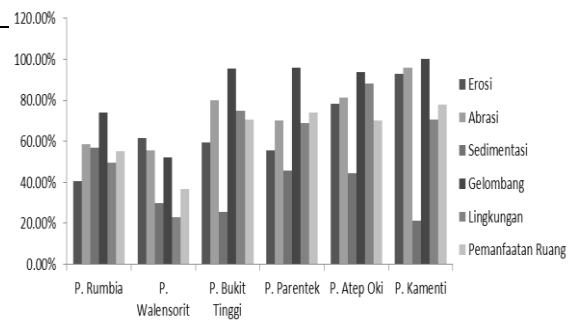
1. Skor Penilaian

Untuk skor penilaian tingkat kerusakan, kerawanan, dan keutamaan pantai, dari masing-masing pantai tinjauan, dapat dilihat pada Gambar :



Gambar. Skor Penilaian masing-masing pantai

Untuk tingkat pengaruh relatif, pada setiap kriteria, untuk masing-masing pantai, dapat dilihat pada Gambar :



Gambar. Prosentase Relatif masing-masing sub kriteria relatif terhadap nilai maksimumnya untuk tiap-tiap kriteria pantai-pantai tinjauan

2. Prosentase Nilai *Eigen* Alternatif Terhadap Kriteria

Berdasarkan proses analisis maka dihasilkan nilai *Eigen* alternatif, untuk tipe-tipe bangunan pengaman pantai beserta kombinasinya, dalam hubungannya dengan kriteria. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini.

a. Pantai Rumbia

Tabel. Tingkat prioritas Bangunan Pengaman untuk Pantai Rumbia

| Pantai Rumbia | Erosi | Abrasi | Sedimentasi | Gelombang | Lingkungan | Pemanfaatan Ruang | (Bw) | | | | | |
|-----------------|--------|--------|-------------|-----------|------------|-------------------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | | | | S + G | S + J | S + Bw | G + J | G + Bw | J + Bw |
| | | | | | | | 23,39 % | 8,65% | 14,91% | 6,63% | 8,56% | 12,80% |
| Seawall (S) | 6,78% | 30,36% | 19,02% | 25,17% | 22,93% | 20,14% | 8,07% | 3,88% | 5,01% | 14,10% | 4,61% | 19,09% |
| Groin (G) | 4,61% | 9,03% | 7,18% | 4,10% | 10,22% | 9,81% | 1,56% | 16,86 % | 3,32% | 3,79% | 17,23% | 2,63% |
| Jetty (J) | 2,93% | 2,06% | 3,05% | 1,54% | 2,50% | 2,36% | 7,02% | 1,87% | 9,70% | 12,35% | 2,29% | 8,34% |
| Breakwater (Bw) | 24,81% | 19,37% | 19,02% | 19,33% | 21,85% | 30,12% | 16,09 % | 5,19% | 15,40% | 6,46% | 5,55% | 5,31% |
| S + G | 4,02% | 8,65% | 7,18% | 11,59% | 8,56% | 4,52% | 11,04 % | 2,74% | 7,29% | 9,81% | 4,26% | 12,55% |
| S + J | 10,87% | 3,88% | 4,51% | 3,98% | 4,61% | 5,72% | | | | | | |
| S + Bw | 16,72% | 16,86% | 19,02% | 19,33% | 17,23% | 13,39% | | | | | | |
| G + J | 2,56% | 1,87% | 2,07% | 2,03% | 2,29% | 1,85% | | | | | | |
| G + Bw | 14,25% | 5,19% | 7,18% | 10,09% | 5,55% | 8,53% | | | | | | |
| J + Bw | 12,44% | 2,74% | 11,77% | 2,83% | 4,26% | 3,57% | | | | | | |

d. Pantai Parentek

Tabel. Tingkat prioritas Bangunan Pengaman untuk Pantai Parentek

| Pantai Parentek | Erosi | Abrasi | Sedimentasi | Gelombang | Lingkungan | Pemanfaatan Ruang |
|-----------------|--------|--------|-------------|-----------|------------|-------------------|
| Seawall (S) | 2,78% | 24,77% | 3,34% | 10,07% | 22,93% | 2,93% |
| Groin (G) | 23,39% | 9,97% | 15,06% | 14,72% | 10,24% | 5,56% |
| Jetty (J) | 5,11% | 2,18% | 21,45% | 10,08% | 2,51% | 27,06% |
| Breakwater (Bw) | 1,56% | 20,23% | 3,61% | 5,06% | 21,67% | 3,72% |
| S + G | 23,39% | 9,38% | 15,06% | 7,84% | 8,58% | 12,80% |
| S + J | 8,07% | 4,17% | 5,24% | 15,91% | 4,62% | 19,09% |
| S + Bw | 1,56% | 18,54% | 3,44% | 5,85% | 17,26% | 2,63% |
| G + J | 7,02% | 2,02% | 9,83% | 12,16% | 2,34% | 8,34% |
| G + Bw | 16,09% | 5,69% | 15,57% | 8,47% | 5,56% | 5,31% |
| J + Bw | 11,04% | 3,06% | 7,39% | 9,84% | 4,28% | 12,55% |

b. Pantai Walensorit

Tabel. Tingkat prioritas Bangunan Pengaman untuk Pantai Walensorit

| Pantai Walensorit | Erosi | Abrasi | Sedimentasi | Gelombang | Lingkungan | Pemanfaatan Ruang |
|-------------------|--------|--------|-------------|-----------|------------|-------------------|
| Seawall (S) | 2,78% | 2,79% | 3,32% | 3,55% | 2,27% | 2,93% |
| Groin (G) | 23,39% | 21,45% | 14,91 % | 16,75% | 19,95 % | 5,56% |
| Jetty (J) | 5,11% | 5,12% | 22,84 % | 24,48% | 8,06% | 27,06% |
| Breakwater (Bw) | 1,56% | 1,62% | 3,32% | 3,55% | 3,07% | 3,72% |
| S + G | 23,39% | 25,28% | 14,91 % | 5,87% | 19,95 % | 12,80% |
| S + J | 8,07% | 8,06% | 5,01% | 16,75% | 11,78 % | 19,09% |
| S + Bw | 1,56% | 1,62% | 3,32% | 3,55% | 3,64% | 2,63% |
| G + J | 7,02% | 7,02% | 9,70% | 11,16% | 6,99% | 8,34% |
| G + Bw | 16,09% | 16,02% | 15,40 % | 5,69% | 12,14 % | 5,31% |
| J + Bw | 11,04% | 11,02% | 7,29% | 8,66% | 12,14 % | 12,55% |

e. Pantai Atep Oki

Tabel. Tingkat prioritas Bangunan Pengaman untuk Pantai Atep Oki

| Pantai Atep Oki | Erosi | Abrasi | Sedimentasi | Gelombang | Lingkungan | Pemanfaatan Ruang |
|-----------------|--------|--------|-------------|-----------|------------|-------------------|
| Seawall (S) | 3,19% | 3,15% | 3,30% | 3,53% | 2,44% | 3,31% |
| Groin (G) | 22,31% | 21,35% | 17,81% | 19,87% | 19,66% | 5,68% |
| Jetty (J) | 5,18% | 5,21% | 20,28% | 21,65% | 8,13% | 24,91% |
| Breakwater (Bw) | 1,55% | 1,62% | 3,30% | 3,53% | 3,09% | 4,46% |
| S + G | 23,51% | 25,15% | 14,87% | 5,84% | 19,56% | 13,00% |
| S + J | 8,17% | 8,20% | 4,97% | 16,72% | 11,86% | 19,30% |
| S + Bw | 1,55% | 1,62% | 3,30% | 3,53% | 3,76% | 2,61% |
| G + J | 7,12% | 7,15% | 9,63% | 11,09% | 7,05% | 8,53% |
| G + Bw | 16,24% | 15,34% | 15,35% | 5,66% | 12,22% | 5,44% |

c. Pantai Bukit Tinggi

Tabel. Tingkat prioritas Bangunan Pengaman untuk Pantai Bukit Tinggi

| Pantai Bukit Tinggi | Erosi | Abrasi | Sedimentasi | Gelombang | Lingkungan | Pemanfaatan Ruang |
|---------------------|---------|---------|-------------|-----------|------------|-------------------|
| Seawall (S) | 2,78% | 30,36 % | 3,32% | 11,94% | 22,93% | 2,93% |
| Groin (G) | 23,39 % | 9,03% | 14,91% | 14,10% | 10,22% | 5,56% |
| Jetty (J) | 5,11% | 2,06% | 22,84% | 17,04% | 2,50% | 27,06% |
| Breakwater | 1,56% | 19,37 % | 3,32% | 3,79% | 21,85% | 3,72% |

J + Bw 11,17% 11,20% 7,20% 8,58% 12,22% 12,75%

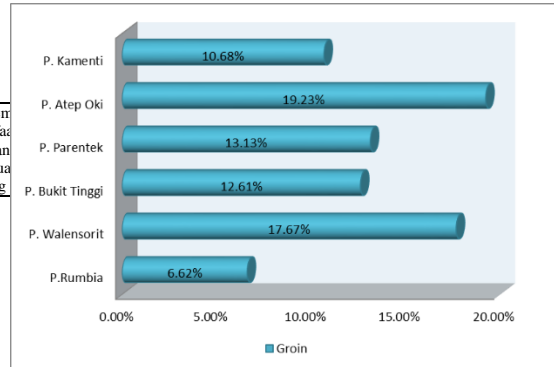
Gambar. Prosentase *Seawall*

f. Pantai Kamenti

Tabel. Tingkat prioritas Bangunan Pengaman untuk Pantai Kamenti

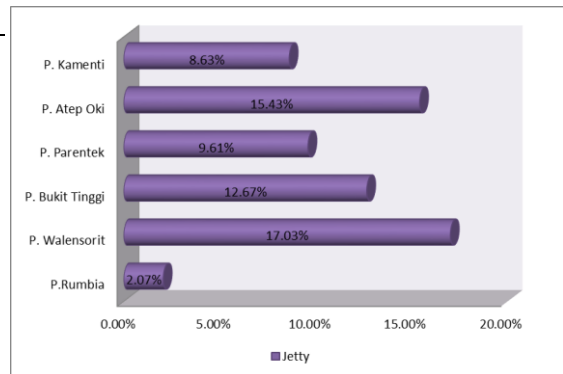
| Pantai Kamenti | Erosi | Abrasi | Sedimentasi | Gelombang | Lingkungan | Penilaian Ruang |
|------------------------|--------|--------|-------------|-----------|------------|-----------------|
| <i>Seawall</i> (S) | 3,24% | 24,52% | 3,33% | 9,18% | 22,89% | 3,39% |
| <i>Groin</i> (G) | 16,97% | 9,15% | 14,29% | 10,36% | 10,42% | 6,39% |
| <i>Jetty</i> (J) | 5,88% | 2,19% | 20,57% | 9,23% | 2,56% | 17,97% |
| <i>Breakwater</i> (Bw) | 3,94% | 20,05% | 3,90% | 7,10% | 21,61% | 6,52% |
| S + G | 21,96% | 10,97% | 12,83% | 8,03% | 8,72% | 9,85% |
| S + J | 8,74% | 4,11% | 5,37% | 16,39% | 4,72% | 18,33% |
| S + Bw | 3,94% | 18,39% | 6,58% | 8,58% | 16,13% | 10,43% |
| G + J | 7,83% | 2,00% | 9,95% | 12,45% | 2,80% | 8,78% |
| G + Bw | 15,96% | 5,60% | 15,47% | 8,44% | 5,79% | 5,62% |
| J + Bw | 11,53% | 3,02% | 7,70% | 10,24% | 4,36% | 12,73% |

b. *Groin*



Gambar . Prosentase *Groin*

c. *Jetty*

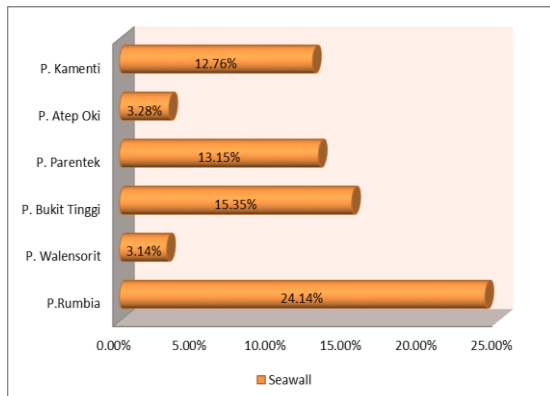


Gambar. Prosentase *Jetty*

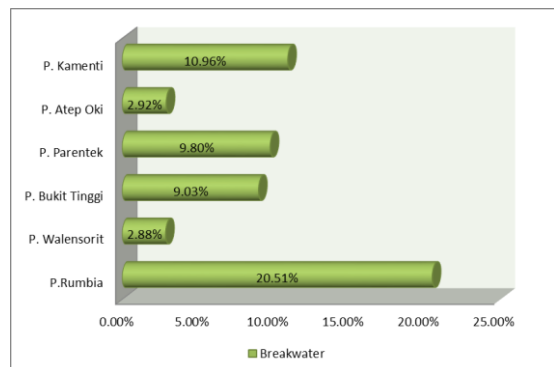
Perbandingan Tipe Alternatif untuk Pantaipantai Tinjauan

Selanjutnya akan disajikan perbandingan setiap tipe alternatif untuk keseluruhan pantai. Gambar-gambar yang memperlihatkan perbandingan tersebut dapat dilihat berikut ini

a. *Seawall*



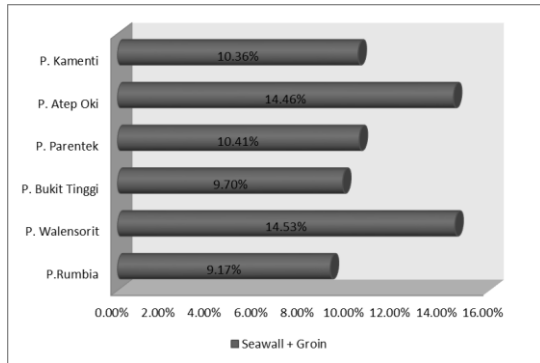
d. *Breakwater*



Gambar. Prosentase *Breakwater*

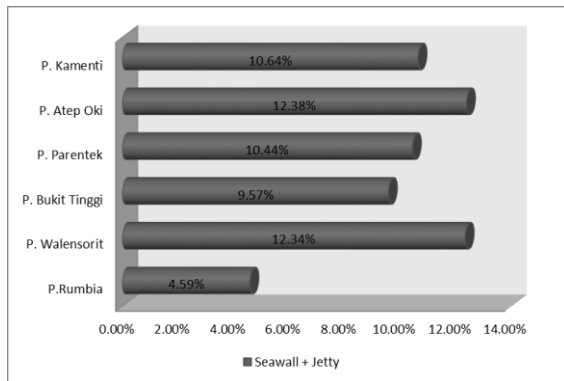
| | | | | | | |
|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| S + G | 9,17% | 14,53% | 9,70% | 10,41% | 14,46% | 10,36% |
| S + J | 4,59% | 12,34% | 9,57% | 10,44% | 12,38% | 10,64% |
| S + BW | 17,97% | 2,86% | 7,94% | 9,25% | 2,86% | 11,28% |
| G + J | 2,04% | 9,17% | 7,97% | 7,95% | 9,18% | 8,20% |
| G + BW | 8,27% | 10,62% | 7,65% | 8,65% | 10,45% | 8,63% |
| J + BW | 4,64% | 9,76% | 7,50% | 7,61% | 9,79% | 7,85% |

e. *Seawall + Groin*



Gambar . Prosentase *Seawall + Groin*

f. *Seawall + Jetty*



Gambar . Prosentase *Seawall + Jetty*

5. Rekapitulasi Akhir

Tabel . Rekapitulasi Akhir Tipe Bangunan Pengaman Pantai

| Pantai | Rumbia | Walensorit | Bukit Tinggi | Parentek | Atep Oki | Kamenti |
|--------|--------|------------|--------------|----------|----------|---------|
| S | 24,14% | 3,14% | 15,35% | 13,15% | 3,28% | 12,76% |
| G | 6,62% | 17,67% | 12,61% | 13,13% | 19,23% | 10,68% |
| J | 2,07% | 17,03% | 12,67% | 9,61% | 15,43% | 8,63% |
| BW | 20,51% | 2,88% | 9,03% | 9,80% | 2,92% | 10,96% |

Pembahasan

Penentuan Matriks Perbandingan Berpasangan

Adapun langkah-langkah untuk menentukan matriks perbandingan berpasangan yakni sebagai berikut, berdasarkan Tabel 3, ditentukan skor penilaian kondisi masing-masing pantai. Total penilaian kriteria untuk masing-masing pantai selanjutnya, berdasarkan data-data lapangan, dihitung prosentase relatif terhadap total penilaian maksimum untuk setiap kriteria. Langkah berikutnya yaitu dengan mengatur perbandingan berdasarkan prosentase yang ada dari setiap kriteria untuk masing-masing pantai, Tabel 5 sampai Tabel 4.11. Untuk menguji tingkat konsistensi dari matriks perbandingan berpasangan, dalam hal ini kategori kriteria, pada masing-masing pantai, maka dilakukan prosedur dari metode *Analytical Hierarchy Process*, seperti yang tertera pada Gambar 27. Tingkat konsistensi yang dihasilkan dari pembentukan matriks perbandingan berpasangan, seperti yang terlihat pada Gambar 27, untuk pantai Rumbia menempati urutan teratas dengan tingkat konsistensi sebesar 1,198%. Selanjutnya pantai Parentek 4,795%, pantai Atep Oki 5,059%, pantai Bukit Tinggi 5,063%, pantai Walensorit 5,072%, dan terakhir pantai Kamenti sebesar 5,854%.

Jadi secara umum, dari pembahasan mengenai keseluruhan pantai-pantai tinjauan, dikarenakan kondisi geografis dan geologi area pantai-pantai ini maka untuk penanganan pengamanan pantai-pantai timur Sulawesi Utara, tipe bangunan pengaman pantai yang paling dominan untuk digunakan, berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan yakni

Seawall dan *Groin*. Hal yang membedakan dari kedua tipe bangunan pengaman pantai ini terletak pada kondisi sedimentasi yang terdapat pada pantai-pantai tinjauan ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis, hasil, dan pembahasan yang telah dilakukan maka, untuk penelitian ini dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Total skor penilaian berdasarkan tingkat kerusakan, kerawanan, dan keutamaan pantai pada kawasan jalur lingkaran timur propinsi Sulawesi Utara, berturut-turut sebagai berikut, pantai Kamenti sebesar 774 (kategori Tinggi), pantai Atep Oki sebesar 766 (kategori Tinggi), pantai Parentek sebesar 685 (kategori Sedang), pantai Bukit Tinggi sebesar 679 (kategori Sedang), pantai Rumbia sebesar 557 (kategori Sedang), dan pantai Walensorit sebesar 440 (kategori Sedang).
2. Tipe bangunan pengaman pantai yang menempati tiga urutan teratas berdasarkan penerapan metode *Analytical Hierarchy Process*, untuk masing-masing pantai yakni pantai Rumbia : *Seawall* (24,142%), *Breakwater* (20,510%), dan *Seawall+Breakwater* (17,965%); pantai Walensorit : *Groin* (17,671%), *Jetty* (17,033), dan *Seawall+Groin* (14,528); pantai Bukit Tinggi : *Seawall* (15,349%), *Jetty* (12,674%), dan *Groin* (12,609%); pantai Parentek : *Seawall* (13,149%), *Groin* (13,132%), dan *Seawall+Jetty* (10,437%); pantai Atep Oki : *Groin* (19,234%), *Jetty* (15,430%), *Seawall+Groin* (14,464%); serta pantai Kamenti : *Seawall* (12,763%), *Seawall+Breakwater* (11,283%), dan *Breakwater* (10,960%).
3. Untuk tipe dan kondisi pantai-pantai lingkaran timur maka tipe bangunan pengaman pantai yang paling dominan yaitu bangunan pengaman pantai tipe *Seawall* dan *Groin*. Kedua tipe bangunan ini sangatlah tepat digunakan untuk tingkat erosi, abrasi, dan gelombang yang besar. Sedangkan yang membedakan kedua tipe bangunan

pengaman pantai ini yakni tingkat sedimentasi, dimana untuk *Seawall* cocok untuk tingkat sedimentasi rendah, sedangkan *Groin* cocok untuk tingkat sedimentasi besar.

B. Saran

Penelitian-penelitian mengenai kondisi pantai-pantai jalur lingkaran Timur diharapkan lebih ditingkatkan dengan melakukan kajian-kajian yang lebih mendalam mengenai jalur lingkaran Timur merupakan salah satu dari tiga jalur arteri yang menghubungkan ibukota provinsi dengan daerah-daerah kota/kabupaten lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldin, M., 2014, "Perencanaan Alternatif Bangunan Pengaman Pantai Namrole Kecamatan Buru Selatan – Maluku", Jurnal, Makasar, Ujung Pandang.
- Arga, B., 2014, "Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai Tipe Groin (Pantai Pasir Parupuk Raya Padang Utara)", Jurnal Teknik Sipil Vol.1 No.2 (2014).
- Chao, C., Y., Huang, Y., Wang, M., 2006, *An application of the Analytic Hierarchy Process (AHP) for a competence analysis of technology managers from the manufacturing industry in Taiwan*, *World Transactions on Engineering and Technology Education*, Vol.5, No.1.
- Dinas Pekerjaan Umum, 2010, "Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 09/PRT/M/2010 : Pedoman Pengamanan Pantai", Jakarta
- Diposaptono, S., 2001, "Erosi Pantai dan Klasifikasinya", BPPT. Prosiding Konferensi Esdal
- Direktorat Rawa dan Pantai, Ditjen Pengairan, 2009, "Pedoman Perencanaan Bangunan Pengaman Pantai di Indonesia", Jakarta
- Dundu, A., K., T., 2013, "Pengamanan Daerah Pantai Dengan Menggunakan Kearifan

- Lokal Di Batu Putih Kota Bitung Manado, Jurnal Ilmiah Media Engineering, Vol.4 No.2
- Durgappa H.R., 2008, *Coastal Protection Works*, Proceedings of COPEDEC VII, Dubai, UAE.
- GP007-A, 2011, "Garis Panduan Perancangan Pemeliharaan dan Pembangunan Kawasan Pesisiran Pantai", Malaysia
- Kumaat, S., 2016, "Pemilihan Tipe Bangunan Pengaman Pantai Dengan Kearifan Lokal di Pulau Bunaken", Jurnal Ilmiah Media Engineering, Vol.6 No.2, ISSN : 2087-9334.
- Laporan Akhir LIPI, 2010, "Morfologi Pantai Pasir dan Pola Arus di kawasan Pantai Ciamis, Jawa Barat", Jakarta
- Marimin, 2004, "Teknik dan Aplikasi : Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk", Grasindo, Jakarta.
- Menteri Kelautan dan Perikanan, 2002, "Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 10/Men/2002 Tentang Pedoman Umum Perencanaan Pengelolaan Pesisir Terpadu", Jakarta
- Menteri Pekerjaan Umum, 2007, "Modul Terapan : Pedoman Perencanaan Tata Ruang Kawasan Reklamasi Pantai", Jakarta
- Olga, P., dkk, 2013, "Analisa Stabilitas Struktur Pelindung Pantai Batu Bronjong", Jurnal Teknik Sipil Vol.9 No.1 April 2013.
- Peraturan Pemerintah Nomor 42, 2008, "Pengelolaan Sumber Daya Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2008, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 48)", Jakarta
- Pilcher, R., 1992, *Principles of Construction Management*, McGraw-Hill, London.
- Plangiten, R., R., 2013, "Pemilihan Sistem Pengamanan Pantai Dengan Menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Process* (Studi Kasus : Pantai Wori di Kecamatan Wori Kabupaten Minahasa Utara)", Jurnal Sipil Statik Vol. 1 No. 8 ISSN : 2337-6732.
- Saaty, T., L., 1993, "Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin : Proses Hirarki Analitik untuk Pengambilan Keputusan dalam Situasi yang Kompleks", Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.
- Samah, M., A., Latifah, 2008, *Application of the Analytical Hierarchy Process (AHP): Assigning weights for selecting an appropriate solid waste treatment technology*, International Conference on Environmental Research and Technology (ICERT 2008).
- Soeharto, I., 1995, "Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional", Erlangga, Jakarta.
- Syamsudin, Kardana, 1997, "Rehabilitasi Pantai/Zona Pesisir", P3P Departemen Pekerjaan Umum.
- Tawas, H., J., 2011, "Metode Pelaksanaan Pembangunan Pengaman Pantai Girian Bawah Kota Bitung Sulawesi Utara Indonesia", Jurnal Ilmiah Media Engineering, Vol.1 No.1 Maret 2011 ISSN : 2087 – 9334.
- Triatmodjo, B., 1999, "Teknik Pantai", Beta Offset, Yogyakarta
- Triatmojo, B., 2008, "Pelabuhan", Yogyakarta: Beta Offset
- Triatmojo, B., 2012, "Bangunan Pengaman Pantai", Yogyakarta: Beta Off

Yuwono, N., 1992, “Dasar-dasar Perencanaan Bangunan Pantai”, Volume 2, Laboratorium Hidrolika dan Hidrologi, PAU-IT-UGM, Yogyakarta.

Zografos, K., 2007, *Analytic Hierarchy Process (AHP) : ITS APPLICATION IN FTS BUSINESS MODEL ASSESSMENT*, Athens University, Yunani.