

**ANALISIS PENGAMBILAN KEPUTUSAN PEMILIHAN LOKASI PEMBANGUNAN
GRAVING DOCK DI KOTA AMBON DENGAN METODE
ANALITYCAL HIERARCHY PROCESS**

Victor O. Lawalata, ST. MT.

Dosen Program Studi Tek. Industri, Jur. Tek. Mesin, Fak. Teknik, Universitas Pattimura Ambon
e-mail: l4w4l4t4@hotmail.com

Alfred J. Sutrisno

Mahasiswa Program Studi Tek. Industri, Jur. Tek. Mesin, Fak. Teknik, Universitas Pattimura Ambon
e-mail: alfredjs14@yahoo.com

G. Richard Latuhihin, ST., MT.

Dosen Program Studi Tek. Perkapalan, Jur. Tek. Perkapalan, Fak. Teknik, Universitas Pattimura Ambon

ABSTRAK

Galangan kapal di Provinsi Maluku umumnya hanya mampu melayani kapal berbobot rendah (≤ 500 DWT). Untuk meningkatkan kapasitas tampung, maka graving dock diusulkan untuk menjadi alternatif tipe galangan kapal yang dibangun untuk melayani kapal antara 500 sampai 1000 DWT. Penelitian ini dikembangkan untuk menentukan lokasi yang paling tepat untuk dijadikan sebagai lokasi pembangunan galangan ini. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa berdasarkan 3 kriteria dan 11 sub kriteria, Desa Talake merupakan lokasi yang lebih tepat untuk pembangunan graving dock dengan keunggulan dari sisi kepadatan penduduk, sumber bahan bakar, stasiun pemadam kebakaran dan pelabuhan, yang ditunjang oleh kedalaman laut, gelombang, gempa bumi dan kadar logam tembaga (Cu) yang rendah.

Kata Kunci: *Graving Dock, Pemilihan Lokasi, Analitical Hierarchy Process.*

ABSTRACT

Muluku Province has had docks which serve only low weighted ships (≤ 500 DWT). In order to increase dock's capacity, we recomment a development of graving dock as an alternate dock type to server ships with weight between 500 to 1000 DWT. This research is conducted to determine the most better place as location to build the dock. According to 3 criteria and 11 sub criteria, the result show Talake Village as the right location which have superiority on population density, fuels source, fire station, and harbor supporting by lower level of sea depths, waves, earthquake, and degree of copper (Cu).

Keywords: *Graving Dock, Location, Analitical Hierarchy Process.*

PENDAHULUAN

Galangan kapal (*dock*) menjadi salah satu infrastruktur penting di Indonesia untuk mendukung keberlangsungan bisnis dari beragam industri, khusus yang proses bisnisnya berkaitan dengan aktivitas logistik dan transportasi lintas pulau, dan eksplorasi hasil laut menggunakan sarana transportasi laut seperti kapal. Galangan Kapal pada dasarnya merupakan sebuah tempat di atas atau di air yang dibatasi oleh dinding (dermaga) atau dua buah dinding yang di dalamnya sebuah kapal yang mula-mula terapung akan dapat duduk terletak di atas bantalan yang sudah disiapkan sebelumnya (Comick, 1968). Fasilitas ini berfungsi sebagai tempat untuk membangun, mereparasi dan atau merawat kapal sesuai kebutuhan pemilik serta jenis kapal yang dilayaninya. Ketersediaan fasilitas ini diwilayah Indonesia cukup beragam tergantung bobot kapal yang dapat dilayani.

Galangan kapal di Provinsi Maluku umumnya hanya mampu melayani kapal berbobot rendah. Fasilitas yang masih aktif dimiliki oleh 3 perusahaan, yaitu PT. Dok dan Perkapalan Wayame Ambon, PT. Dok dan Perkapalan Tawiri dan PT. Perikanan Nusantara Maluku. PT. Dok dan Perkapalan Wayame Ambon ialah sebuah perusahaan dok kapal yang berlokasi di Talake. Perusahaan ini sekarang hanya mampu memperbaiki 40 kapal/tahun sementara permintaan untuk perbaikan kapal bisa mencapai 2-3 kali

lipat setiap tahunnya dari jumlah tersebut. Sementara itu perusahaan ini hanya memiliki 2 buah *slip way* (dok tarik) dengan kemampuan menampung bobot dibawah 500 DWT (Dirut PT. Dok dan Perkapalan Wayame Ambon, 2011). PT. Dok dan Perkapalan Tawiri ialah perusahaan dok kapal yang berlokasi di Jl. Dr. J. Leimena desa Tawiri. Perusahaan ini sekarang hanya mampu memperbaiki 28 kapal/tahun sementara permintaan untuk perbaikan kapal bisa mencapai 2 kali lipat setiap tahunnya dari jumlah tersebut. Perusahaan dok ini hanya memiliki 2 buah *slip way* yaitu 1 buah dengan kapasitas 250 DWT dan 1 buah lagi 500 DWT (Manajer Operasi PT. Dok dan Perkapalan Tawiri, 2011). PT. Perikanan Nusantara Maluku ialah sebuah perusahaan dok kapal yang berlokasi di desa Galala di Jl. Piere Tandean. Perusahaan ini sekarang hanya mampu memperbaiki 20 kapal/tahun sementara permintaan untuk perbaikan kapal bisa mencapai 2 kali lipat setiap tahunnya dari jumlah tersebut. Perusahaan dok ini hanya memiliki 1 buah *slip way* dengan kapasitas 500 DWT (Kompas online, 2010).

Jumlah kapal yang beroperasi di perairan Maluku sekitar 500 unit dengan bobot yang bervariasi 100 DWT, 500 DWT, 1.000 DWT, juga di atas 1.000 DWT (Adpel kls 1 Ambon, 2011). Dengan jumlah kapal yang banyak tersebut 3 galangan kapal yang berada di Maluku harus mampu menjawab layanan perbaikan kapal-kapal tersebut. Tetapi pada kenyataannya, tidak seperti itu dapat dilihat bahwa 3 buah galangan tersebut hanya memiliki dock yang berjenis *slip way* (dok tarik) yang hanya mampu memperbaiki kapal dibawah 500 DWT (dead weight ton) keadaan dock yang hanya mampu memperbaiki kapal dibawah 500 DWT membuat semua kapal yang beroperasi di perairan Maluku terpaksa melakukan perawatan dan perbaikan di luar Maluku dari 500 unit jumlah kapal 386 unit atau sekitar 76% harus pergi keluar Maluku untuk melakukan perbaikan sedangkan 34% sisa atau sekitar 124 unit dapat melakukan perbaikan dan perawatan di Maluku karena 124 unit kapal tersebut tentunya memiliki bobot dibawah 500 DWT.

Masalah galangan kapal yang tidak mampu menampung perbaikan kapal diatas 500 DWT menjadi masalah di setiap galangan kapal yang ada di Maluku belum lagi pengerjaan reparasi kapal di *slip way* memakan waktu yang lebih lama sehingga pihak perusahaan hanya bisa merelakan kapal-kapal yang tidak tertampung pergi ke luar Maluku untuk perbaikan jika mereka tetap mempertahankan kondisi ini maka ketiga perusahaan galangan kapal tersebut akan mengalami kekurangan jumlah permintaan untuk perbaikan. *Graving dock* (dok kolam) merupakan sebuah dok yang memiliki dinding dan lantai layaknya seperti sebuah kolam dibandingkan dengan *slip way* dok ini memiliki biaya perawatan yang lebih murah karena bisa dipergunakan lebih dari 50 tahun di Indonesia sendiri dok ini sudah ada dan sudah dipergunakan.

Melihat berbagai fakta diatas, jika perusahaan galangan di Maluku ingin tetap bersaing dengan perusahaan galangan didaerah lain dan mampu menampung kapal-kapal yang lebih banyak lagi, maka perlu dilakukannya pembangunan sebuah dok yang baru. Dok yang dibangun haruslah dok yang memiliki kemampuan 500-1000 DWT dan dok tersebut haruslah dok yang tentunya memiliki biaya perawatan yang murah dan umur penggunaannya yang lama, sehingga, *graving dock* dianggap dapat menjawab masalah tersebut dan pemilihan lokasi untuk pembangunan *graving dock* haruslah tepat karena biaya pembuatan *graving dock* terbilang lebih mahal dibandingkan dengan biaya pembuatan *slip way*. Karena itu, penelitian ditujukan menyelesaikan masalah pemilihan lokasi pembangunan *graving dock* tersebut

LANDASAN TEORI

Graving Dock

Dock adalah sebuah tempat di atas atau di air yang dibatasi oleh dinding (dermaga) atau dua buah dinding yang di dalamnya sebuah kapal yang mula-mula terapung akan dapat duduk terletak di atas bantalan yang sudah disiapkan sebelumnya (Comick, 1968). Dok diklasifikasikan berdasarkan perbedaan karakteristik lebar dan fungsinya menjadi 3 kelas utama yaitu *wet docks*, *dry or graving docks* dan *slip docks* atau *slip ways*, dan *floating docks*. *Graving dock* sendiri adalah sebuah lubang di pantai (di tepi air) yang tertutup dengan dinding dan memiliki lantai. Ke dalamnya sebuah kapal dapat terapung untuk dilaksanakan pembersihan badan kapal bawah garis air dan reparasi. Sesudah kapal memasuki dok, pintu masuk ditutup dengan dinding penutup yang terapung. Selanjutnya dock dapat dikeringkan dengan memompa air keluar dari dalam dock tersebut. Fasilitas ini dapat juga bekerja sebagai galangan tempat pembuatan kapal. Pada umumnya dinding-dinding sisi samping dan belakang terdiri dari bangunan beton bertulang dan dasarnya juga terdiri dari bangunan beton bertulang yang telah dipasang paku-paku bumi (*concrete pile*). Sedang pintu penutupnya dibuat dari plat baja, yang konstruksinya dibuat sedemikian rupa, sehingga pintu tersebut dapat mengapung, karena pintu penutup ini dilengkapi tangki- tangki ballast yang digunakan untuk menenggelamkan dan mengapungkan pada waktu pengoperasiannya dan dilengkapi dengan katup-katup (*velves*) dari pompa-pompa. Sebelum kapal dimasukkan ke dalam *graving*

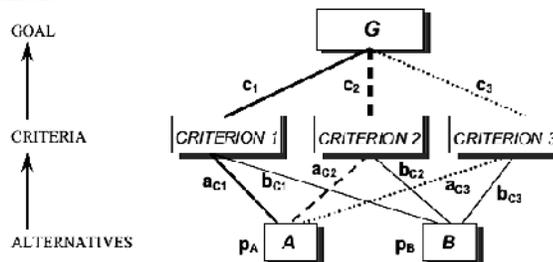
dock , maka dok diisi air dengan cara membuka katup. Setelah permukaan air di dalam *graving dock* sama dengan perairan bebas, maka pintu (*gate*) dibuka dengan cara digeser dengan bantuan kapal tunda sehingga kapal dapat masuk . Kapal didudukkan di atas *keel block* yang telah direncanakan sebelumnya, kemudian pintu *graving* ditutup lagi dan air di dalam *graving dock* dipompa keluar. Pada bagian bibir pintu yang bersinggungan dengan bibir kolam (*graving dock*) diberi packing dari karet untuk memperoleh kedekatan pada waktu air di dalam kolam kosong.



Contoh *Graving Dock*
(Sumber: gothamgazette.com)

Analitycal Hierarchy Process (AHP)

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 (1988), 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.



Model Hirarki Sederhana
(Sumber: Byukyazici & Sucu, 2003, hal. 66)

Pendekatan AHP ini didasarkan pada 3 prinsip perilaku manusia, yaitu (1) **dekomposisi** sebuah permasalahan kompleks untuk memahaminya; (2) **perbandingan** bagian-bagiannya untuk menentukan tingkat atau intensitas interaksi dan dpengaruh secara keseluruhan; dan (3) **sintesis** untuk menggabungkan pemahaman dan pengetahuan secara keseluruhan (Assad & Gass, 2011).

Penjabaran Winston (2004) menunjukkan bahwa untuk mendapatkan alternatif terbaik, penilaian aktual dalam perbandingan akan dinormalkan diperoleh bobot nilai relatif atau disebut juga eigenvektor utama yang dinormalkan (Teknomo *et al.*, 1999). Menurut Triantaphyllou dan Mann (1995), eigenvektor utama atau *right principal eigenvector* diperoleh melalui hasil normalisasi nilai rata-rata geometrik dari setiap baris pada matriks perbandingan berpasangan. Skor keputusan akhir diperoleh dengan memperhitungkan bobot dan skor keputusan pada setiap level hirarki.

Untuk mengetahui sejauhmana konsistensi hasil akhir, dilakukan analisis sensitivitas. Menurut Saaty (1988), indeks konsistensi matriks berordo n diperoleh dari:

$$CI = \frac{\lambda_{Max} - n}{n - 1}$$

dimana:

CI : indeks konsistensi

λ_{max} : nilai eigen terbesar dari matriks berordo n

Batas ketidak konsistenan diukur berdasarkan nilai konsistensi rasio (CR) dengan memperhitungkan nilai indeks random (RI) dengan rumus (Winston, 2004):

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

CR dibawah 10% menunjukkan nilai konsistensi yang tinggi.

Nilai Indeks Random (RI)

| | | | | | | | | | | |
|----|---|---|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| RI | 0 | 0 | 0.58 | 0.9 | 1.12 | 1.14 | 1.32 | 1.41 | 1.45 | 1.49 |

Skala Dasar Penilaian Perbandingan Pada AHP

| Intensity of Importance | Defention | Explanation |
|--------------------------------|--|---|
| 1 | Equal importance | Two activities contribute equally to the objective |
| 2 | Weak or slight | |
| 3 | Moderate importance | Experience and judgment slightly favor one activity over another |
| 4 | Moderate plus | |
| 5 | Strong importance | Experience and judgment strongly favor one activity over another |
| 6 | Strong plus | |
| 7 | Very strong & demonstrated importance | An activity is favored very stronger over another; its dominance demonstrated in practice |
| 8 | Very very strong | |
| 9 | Extreme importance | The evidence favoring one activity over another is of the highest possible order of affirmation |
| 1.1 – 1.9 | When activities are very close a decimal is added to 1 to show their difference as appropriate | A better alternative way to assigning the small decimals is to compare two close activities with other widely contrasting ones, favoring the larger one a little over the smaller one when using the 1–9 values |
| Reciprocals of above | If activity i has one of the above nonzero numbers assigned to it when compared with activity j , then j has the reciprocal value when compared with i | A logical assumption |
| Measurements from ratio scales | | When it is desired to use such numbers in physical applications. Alternatively, often one estimates the ratios of such magnitudes by using judgment |

(Sumber: Saaty, 2008)

METODOLOGI PENELITIAN

Objek penelitian ini adalah 3 perusahaan galangan kapal di Kota Ambon, yaitu PT. Dok dan Perkapalan Wayame Ambon (Kelurahan Talake), PT. Dok dan Perkapalan Tawiri (Desa Tawiri), dan PT.

Perikanan Nusantara Maluku (Desa Galala). Penelitian berlangsung selama 5 bulan (Pebruari-Juni 2012) dengan menggunakan pendekatan wawancara, studi literatur dan penggunaan data sekunder dari instansi terkait, dan kuesioner dalam pengumpulan data. Khusus untuk kuesioner, melibatkan 25 ahli bidang galangan kapal dari perusahaan, yaitu PT. Adhi Karya Tbk, PT. Waskita Karya, PT. Kodja Bahari, dan PT. Industri Kapal Indonesia Makasar. Kriteria-kriteria pemilihan lokasi yang relevan (tabel 3) diambil dari standar rancangan *graving dock* (*Department of Defense United State of America*, 2002) yang dikategorikan dalam 3 aspek: (1) Meteorologi, Geofisika, dan Oseanografi; (2) Lingkungan dan Penduduk; dan (3) Sarana dan Prasarana. Pengolahan data menggunakan *expert choice* versi 2000.

Kriteria Standar Pemilihan Lokasi *Graving Dock*

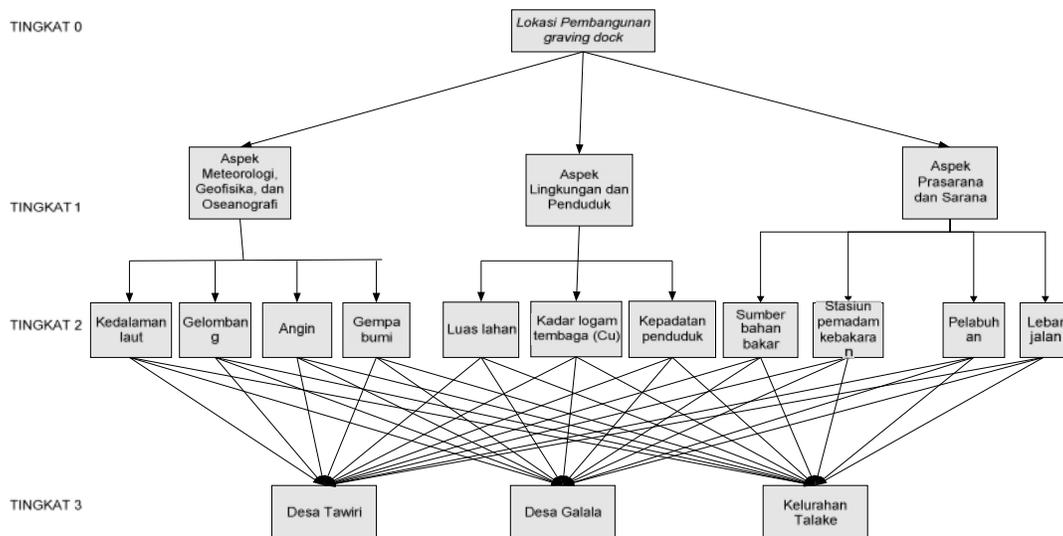
| No | Variable | Tujuan | Indikator | Pengukuran yang dizinkan (standar) | Sumber |
|----|---------------------------|--|---|--|---|
| 1 | Angin | mengetahui kecepatan angin pada lokasi dibangunnya <i>graving dock</i> | Kecepatan angin | 5 m/s - 5.3 m/s | <i>Department of Defense United State of America</i> , 2002 |
| 2 | Kedalaman laut | menentukan agar kapal yang masuk dan keluar nantinya dapat bermanuver dengan baik. | Kedalaman laut | Semakin dalam laut maka semakin baik kapal yang keluar dan masuk sehingga nantinya dapat bermanuver dengan baik. | <i>Department of Defense United State of America</i> , 2002 |
| 3 | Gempa bumi | menentukan kekuatan seluruh struktur bangunan <i>graving dock</i> yang akan dibangun. | Perubahan rata-rata guncangan gempa setiap bulannya | < 3 SR (<i>scale richter</i>) | <i>Department of Defense United State of America</i> , 2002 |
| 4 | Gelombang | menentukan struktur tinggi <i>graving dock</i> yang akan dibangun. | Tinggi gelombang | Nilai yang dizinkan untuk tinggi gelombang tergantung pada tinggi dinding <i>graving dock</i> . Jika tinggi dinding 8 meter maka tinggi gelombang < 8 meter | <i>Department of Defense United State of America</i> , 2002 |
| 5 | Pelabuhan | menentukan jarak terpendek antara pelabuhan dengan alternatif lokasi pembangunan <i>graving dock</i> | Jarak antara lokasi pelabuhan dengan lokasi pembangunan <i>graving dock</i> | Semakin kecil jarak antara lokasi pelabuhan dengan lokasi dok maka semakin kecil juga waktu yang dibutuhkan untuk mendatangkan bahan atau peralatan impor dari pelabuhan | <i>Department of Defense United State of America</i> , 2002 |
| 6 | Stasiun pemadam kebakaran | menentukan jarak terpendek antara stasiun pemadam kebakaran dengan alternatif lokasi pembangunan <i>graving dock</i> | Jarak antara lokasi stasiun pemadam kebakaran dengan lokasi pembangunan <i>graving dock</i> | Semakin kecil jarak antara lokasi stasiun pemadam kebakaran dengan lokasi dok maka semakin kecil juga waktu yang dibutuhkan untuk mendatangkan pemadam kebakaran jika terjadi kemungkinan terburuk yaitu terjadinya kebakaran. | <i>Department of Defense United State of America</i> , 2002 |
| 7 | Sumber bahan bakar | menentukan jarak terpendek antara sumber bahan bakar dengan alternatif lokasi pembangunan <i>graving dock</i> | Jarak antara sumber bahan bakar dengan lokasi pembangunan <i>graving dock</i> | Semakin kecil jarak antara lokasi bahan bakar dengan lokasi dok maka semakin kecil juga waktu yang dibutuhkan untuk mendatangkan bahan bakar. | <i>Department of Defense United State of America</i> , 2002 |
| 8 | Jaringan jalan | mengetahui kondisi jalan layak atau tidaknya dilalui oleh | Lebar jalan | Semakin besar lebar jalan maka semakin baik keadaan jalan yang dilalui. | <i>Department of Defense United State of America</i> , |

| No | Variable | Tujuan | Indikator | Pengukuran yang dizinkan (standar) | Sumber |
|----|--------------------------|---|--------------------------------------|---|---|
| | | kendaraan berat | | | 2002 |
| 9 | Kadar logam tembaga (Cu) | menentukan kondisi pencemaran logam tembaga (Cu) pada perairan disekitar dok | Nilai konsentrasi logam tembaga (Cu) | 2 mg/L atau 2 ppm (<i>part per million</i>) | Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 202 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah |
| 10 | Dimensi lahan | mengetahui luasan lahan yang bisa digunakan pada lokasi pembangunan <i>graving dock</i> | Luas lahan | Disesuaikan dengan luas lahan lokasi dan ukuran <i>graving dock</i> | <i>Department of Defense United State of America</i> , 2002 |
| 11 | Kepadatan penduduk | Menentukan tenaga <i>outsourchecing</i> yang dapat dibutuhkan jika terjadi permintaan yang banyak | Jumlah penduduk | | <i>Department of Defense United State of America</i> , 2002 |

PEMBAHASAN

Analisis tingkat kepentingannya setiap kriteria mengikuti hirarki kriteria pada pohon keputusan (gambar 3) berdasarkan pendapat para ahli di bidang galangan kapal dengan memperhatikan data fisik setiap lokasi (lampiran A). Hasilnya menunjukkan prioritas utama penilaian adalah aspek Meteorologi, Geofisika, dan Oseanografi (Tabel 4) yang dominan ditentukan oleh perbedaan jumlah gempa bumi di masing-masing lokasi selama 1 tahun terakhir dan kedalaman laut.

Dominasi bobot sub kriteria pada kedua kriteria yang lain juga menunjukkan pola perbedaan yang kritis. Pembangunan *graving dock*, sebagaimana jenis galangan kapal lainnya, sangat rentan dengan isu lingkungan terutama kepadatan penduduk sebagai salah satu indikator pencemaran, disamping kedekatannya dengan sarana dan prasarana pelabuhan untuk kepentingan logistik material.



Pohon Keputusan Pemilihan Lokasi *Graving Dock* di Kota Ambon

Hasil Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Dan Sub Kriteria

| Kriteria | CR | Sub Kriteria | CR |
|---|---------------|------------------------------------|------|
| Aspek Meteorologi, Geofisika, dan Oseanografi (44.3%) | 0.05 | kedalaman laut (33.8 %) | 0.04 |
| | | Gelombang (11.5 %) | |
| | | gempa bumi (45.2 %) | |
| | | Angin (9.5 %) | |
| Aspek Lingkungan dan Penduduk (38.7%) | | kadar logam tembaga (Cu) (7.3 %) | 0.02 |
| | | luas lahan (25.6 %) | |
| | | kepadatan penduduk (67.1 %) | |
| Aspek Sarana dan Prasarana (16.9%) | | Pelabuhan (61.9 %) | 0.05 |
| | | sumber bahan bakar (19.4 %) | |
| | | stasiun pemadam kebakaran (10.9 %) | |
| | Jalan (7.8 %) | | |

Aspek Meteorologi, Geofisika, dan Oseanografi menyatakan keadaan fisik alam pada ketiga alternatif lokasi pembangunan fasilitas ini. Secara empiris, wilayah Desa Tawiri dan Desa Talake berpotensi kecil untuk terjadinya gempa bumi, dengan kedalaman laut mencapai 100 meter dan dengan dukungan pengaruh faktor-faktor minoritas (Kecepatan Angin dan Ketinggian Gelombang) tidak jauh berbeda menjadikan kedua lokasi ini sebagai kandidat-kandidat lokasi terbaik untuk pembangunan *dock* dibandingkan lokasi di Desa Galala. Lokasi pada Desa Galala memerlukan *dock* dengan konstruksi yang lebih kuat dan sensitif pada efek gempa bumi. Peta *output* dari GIS menyajikan sebaran pusat-pusat gempa bumi selama tahun 2011 yang lebih banyak terdapat di perairan sekitar Desa Galala, sehingga potensi terjadinya kerusakan bangunan *dock* akibat peristiwa alam akan lebih besar di lokasi tersebut. Perairan yang lebih dalam terdapat diantara lokasi Desa Tawiri dan Desa Talake dibandingkan Desa Galala, sehingga membuka peluang yang lebih besar bagi kapal-kapal berbobot besar untuk menjangkau kedua lokasi tersebut. Untuk itu diperlukan usaha tambahan, seperti pengerukan dasar lautan, agar tersedia cukup ruang bagi lalu lintas kapal yang di lokasi Desa Galala. Temuan di lapangan menunjukkan adanya proses pedangkalan di sekitar jembatan Galala (antara Desa Galala dan Kelurahan Tantai) yang terus menyebar ke arah Desa Poka dan Desa Rumah Tiga cenderung mempersempit luasan perairan yang dalam dan mempersulit proses manufer kapal terutama ketika harus masuk-keluar *dock*.

Berbeda dengan aspek sebelumnya, dari sisi aspek Lingkungan dan Penduduk, Desa Talake merupakan lokasi yang tepat untuk membangun *dock*. Hal ini mengingat semakin besar jumlah tenaga yang digunakan maka semakin cepat penyelesaian pekerjaan perbaikan sebuah kapal (George, 1997). Hasil penelitian ini membuktikan bahwa meskipun memiliki luas lahan yang lebih kecil dari lokasi di Desa Tawiri, namun nilai bobot sub kriteria Kepadatan Penduduk terhadap kriterianya (Lingkungan dan Penduduk) dan bobot alternatif lokasi Desa Talake pada sub kriteria ini yang lebih dari 65% telah menjadi Desa Talake sebagai wilayah yang potensial bagi kegiatan raparasi kapal di Kota Ambon. Pembangunan *dock* di Desa Galala membutuhkan rencana yang matang tentang pengelolaan limbah dan kerusakan lingkungan sekitar. Tingkat pencemaran logam berat (tembaga = 0,87 mg/L sampai 1,15 mg/L air laut), yang mana telah mendekati ambang (2 mg/L air laut). Fenomena ini dapat diperkecil dampaknya apabila tingkat sirkulasi air (masuk-keluar teluk Ambon) adalah tinggi sehingga logam itu akan terbawa ke laut lepas. Hal ini cenderung lebih mudah terjadi di perairan Teluk Ambon bagian luar yaitu antara Desa Tawiri dan Desa Talake, sedangkan Teluk Ambon bagian dalam merupakan daerah penumpukan, sebab tidak ada jalan keluar lain untuk sirkulasi air selain kembali melalui Teluk Ambon bagian luar. Lokasi *dock* di Desa Galala memiliki keuntungan tersendiri terkait dengan dampak gelombang air laut bagi bangunan *dock* dibandingkan lokasi lain. Tinggi maksimum gelombang air laut di Desa Galala adalah 1,25 m yang masih masuk dalam standar bangunan *dock* (< 7 meter). Dalam hal ini, dinding *dock* dapat dibangun minimal sampai tinggi 1,25 meter dari permukaan laut. Berbeda dengan lokasi ini, pada kedua lokasi lainnya, tembok pemisah air dan ruangan dalam *dock* harus dibuat pada ketinggian lebih dari 5 meter. Dengan demikian diperlukan pengeluaran biaya modal yang lebih banyak untuk meredam pengaruh gelombang pada lokasi Desa Tawiri dan desa Talake.

Implementasi fungsi *dock* lebih banyak membutuhkan tenaga-tenaga kerja terampil untuk pekerjaan-pekerjaan yang tidak membutuhkan tingkat keahlian yang tinggi. Keadaan ini membuka peluang bagi siapa saja untuk dapat bekerja di *dock*, sehingga semakin tinggi tingkat kepadatan penduduk menjadi indikator banyaknya jumlah penduduk di desa itu dan makin besar peluang pengola *dock* untuk memperoleh tenaga kerja setiap waktu disamping mereka memiliki banyak kesempatan untuk memilih

tenaga kerja dengan spesifikasi yang diinginkan. Kelebihan ini cenderung dimiliki oleh Desa Talake dibandingkan Desa Galala dan Desa Tawiri.

Nominasi Desa Talake sebagai lokasi pembangunan *dock* juga ditunjukkan oleh hasil analisis aspek ketiga yaitu Sarana dan Prasarana. Aktivitas *dock* di lokasi ini di nilai akan lebih lancar karena sangat dekat dengan pelabuhan utama untuk mobilisasi material dibandingkan dengan kedua lokasi lainnya. Bahkan dengan ditunjang oleh kedekatannya ke sumber bahan bakar dan stasiun pemadam kebakaran, maka keputusan pemilihan lokasi ini tidak akan berubah walaupun terjadi perubahan yang radikal terhadap bobot alternatif lokasi Desa Galala dan Desa Tawiri pada sub kriteria Lebar Jalan.

Hasil Nilai Perbandingan Antar Alternatif Lokasi

| No | Sub Kriteria | Hasil | | | Nilai Inconsistency Ratio (CR) |
|----|---------------------------|--------|--------|--------|--------------------------------|
| | | Galala | Tawiri | Talake | |
| 1 | Kedalaman laut | 11% | 45% | 45% | 0.00 |
| 2 | Gelombang | 75.2% | 12.4% | 12.4% | 0.00 |
| 3 | Angin | 60.4% | 32.8% | 6.8% | 0.01 |
| 4 | Gempa bumi | 5.7% | 47.2% | 47.2% | 0.00 |
| 5 | Luas lahan | 8.2% | 76.1% | 15.6% | 0.01 |
| 6 | Kadar logam tembaga (Cu) | 10.1% | 44.9% | 44.9% | 0.00 |
| 7 | Kepadatan penduduk | 17.8% | 6.1% | 76.1% | 0.16 |
| 8 | Sumber bahan bakar | 16.7% | 11.7% | 71.6% | 0.12 |
| 9 | Stasiun pemadam kebakaran | 6% | 17.5% | 76.5% | 0.17 |
| 10 | Pelabuhan | 14.5% | 8.1% | 77.4% | 0.02 |
| 11 | Lebar jalan | 5.5% | 76.4% | 18.1% | 0.25 |

Keputusan akhir berdasarkan hasil kombinasi penilaian kriteria telah merekomendasikan Desa Talake sebagai lokasi yang lebih tepat untuk pembangunan *graving dock*. Kontribusi terbesar adalah adanya selisih bobot yang rapat antara aspek (kriteria) pertama dan kedua serta antara Desa Tawiri dan Desa Talake pada aspek pertama. Keunggulan Desa Tawiri pada aspek pertama tidak ditunjang pada aspek kedua dan ketiga yang mana lebih di dominasi oleh Desa Talake. Dengan demikian, selisih bobot kedua desa yang besar pada aspek kedua dan ketiga mendorong terbentuknya bobot penilaian keseluruhan yang lebih tinggi bagi Desa Talake.



Hasil Akhir Pemilihan Lokasi

Hasil analisis dengan metode AHP menunjukkan 3 faktor penting yang perlu diperhatikan terkait dengan penetapan Desa Talake sebagai lokasi pembangunan *graving dock*, yaitu tinggi gelombang, kecepatan angin, dan lebar jalan. Konstruksi tembok pemisah bagian dalam *dock* dengan laut harus lebih tinggi dari 5 meter (tinggi gelombangnya). Desain bantalan dukungan kapal juga harus dibuat lebih kokoh dan besar untuk meningkatkan kestabilan posisi kapal di *dock* saat proses reparasi dilangsungkan. Hal ini mengingat kecepatan angin di lokasi ini telah berada pada tingkat maksimum yang diijinkan sesuai standar *Department of Defense United State of America* untuk *graving dock*. Terkait dengan lebar jalan, maka kemungkinan perluasan jalan akses dari dan ke lokasi ini oleh Pemerintah Daerah adalah sangatlah kecil, karena berada di sekitar pemukiman penduduk yang sangat padat. Untuk itu alternatif jalur logistik material dari dan ke Pelabuhan Utama harus dikembangkan, misalnya dengan menggunakan alat transportasi laut seperti kapal atau LCT dengan kapasitas muat yang disesuaikan pada komulatif bobot material tertinggi yang dipindahkan untuk setiap perjalanan.

PENUTUP

Hasil analisis diatas memberikan kesimpulan bahwa Desa Talake merupakan lokasi yang lebih tepat untuk pembangunan *graving dock* dengan keunggulan dari sisi kepadatan penduduk, sumber bahan bakar, stasiun pemadam kebakaran dan pelabuhan, yang ditunjang oleh kedalaman laut, gelombang, gempa bumi dan kadar logam tembaga (Cu) yang rendah.

REFERENSI

- Assad, A. A. & Gass, S. I. (2011). *Profiles in Operations Research: Pioneers and Innovators*, Springer Science + Business Media, LLC.
- Byukyazici, M. & Sucu, M. (2003). "The Analytic Hierarchy And Analytic Network Processes", *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*, Volume 32, 65-73.
- Comick, H. F. (1968). *Dock and Harbour Engineering*, Volume 3.
- Department of Defense United States of America (Agustus 2002). *Unified Facilities Criteria (UFC) Design: Graving Drydock*.
- George R. W. (1997). *Manajemen Galangan Kapal*, Five Edition, Georgia Learning, Inc, New York.
- Saaty, T. (1988). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: Pegamon Press.
- Saaty, T. (2008). "Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors The Analytic Hierarchy/Network Process", *RACSAM*, Vol. 102(2), pp. 251-318.
- Triantaphyllou, E. & Mann, S. H. (1995). "Using The Analytic Hierarchy Process For Decision Making In Engineering Applications: Some Challenges", *Inter'l Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice*, Vol. 2, No. 1, pp. 35-44.
- Winston, W. L. (2004). *Operation Research: Applications & Algorithms*, Fourth Edition, Thomson Learning, Inc., California.

Lampiran A

Informasi Dari Setiap Alternatif Lokasi

| No | Variabel | Hasil | | | Sumber |
|----|--------------------------|---|---|---|--|
| | | Desa Galala | Desa Tawiri | Kelurahan Talake | |
| 1 | Kecepatan angin | 3.3 m/s | 4 m/s | 5 m/s | BMKG Stasiun Meteorologi |
| 2 | Ketinggian Gelombang | minimum 0.5-0.75 meter dan maksimumnya 0.75-1.25 meter | minimum 2.0-3.5 meter dan maksimumnya 2.5-5.0 meter | minimum 2.0-3.5 meter dan maksimumnya 2.5-5.0 meter | BMKG Stasiun Meteorologi |
| 3 | Kedalaman laut | 25 meter | 100 meter | 100 meter | Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (Oseanografi) |
| 4 | Gempa bumi | mengalami gempa bumi sebanyak 45 kali pada kedalaman 10 KM dengan kekuatan gempa rata-rata 2.27 SR (<i>scale richter</i>) | tidak memiliki sumber gempa | tidak memiliki sumber gempa | BMKG Stasiun Geofisika |
| 5 | Luas lahan | 0.12 KM ² | 5.68 KM ² | 0.30 KM ² | Badan Perencanaan Dan Pembangunan Kota Ambon |
| 6 | Kadar logam tembaga (Cu) | 1.15 mg/L | 0.87 mg/L | 0.87 mg/L | Laporan Monitoring Teluk Ambon (LIPI-2009) |
| 7 | Kepadatan penduduk | ± 294 Jiwa | ± 218 Jiwa | ± 305 Jiwa | Badan Perencanaan Dan Pembangunan Kota Ambon |
| 8 | Jarak sumber | 7,53 KM | 8,62 KM | 2,1 KM | gis.ambon.go.id (peta) |

| No | Variabel | Hasil | | | Sumber |
|----|---------------------------------|-------------|-------------|------------------|--|
| | | Desa Galala | Desa Tawiri | Kelurahan Talake | |
| | bahan bakar | | | | tahun 2009) skala 1 : 2168 |
| 9 | Jarak pelabuhan | 5,48 KM | 33,6 KM | 1,79 KM | gis.ambon.go.id (peta tahun 2009) skala 1 : 2168 |
| 10 | Jarak stasiun pemadam kebakaran | 6,74 KM | 3,60 KM | 1,45 KM | gis.ambon.go.id (peta tahun 2009) skala 1 : 2168 |
| 11 | Lebar jalan | 5 meter | 10 meter | 8 meter | gis.ambon.go.id (peta tahun 2009) skala 1 : 2168 |