

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### A. Tinjauan Pustaka

##### 1. Pelabuhan

Menurut Karmadibrata (1985), pengembangan transportasi diarahkan untuk menjembatani kesenjangan antar wilayah dan mendorong pemerataan hasil-hasil pembangunan. Transportasi laut memegang peranan penting dalam kelancaran perdagangan karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi antara lain daya angkut banyak, dan relatif murah. Guna menunjang perdangan dan lalu lintas muatan, pelabuhan diciptakan sebagai titik simpul perpindahan muatan barang dimana kapal dapat berlabuh, bersandar, melakukan bongkar muat barang dan penerusan ke daerah lainnya.

Suranto (2004) mengatakan pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan disekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintah dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang, dan / atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi (Putra & Djalante, 2014). Sementara itu menurut Gurning dan Eko (2007) pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan layanan jasa. Undang-undang No. 17 Tahun 2008 tentang

Pelayaran menyebutkan, pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan perusahaan yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik turun penumpang, dan / atau bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi” (Perawati and Edi, 2008).

Dalam peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor : PM 51 Tahun 2015, yang dimaksud dengan pelabuhan laut adalah pelabuhan yang dapat digunakan untuk melayani kegiatan angkutan laut dan / atau angkutan penyeberangan yang terletak di laut atau di sungai. Jenis pelabuhan dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu: (a) Pelabuhan Utama, adalah pelabuhan yang fungsi pokoknya melayani kegiatan angkutan laut dalam negeri dan internasional, alih muat angkutan laut dalam negeri dan internasional dalam jumlah besar, dan sebagai tempat asal tujuan penumpang dan/atau barang, serta angkutan penyeberangan dengan jangkauan pelayanan antar provinsi. (b) Pelabuhan Pengumpul, adalah pelabuhan yang fungsi pokoknya melayani kegiatan angkutan laut dalam negeri, alih muat angkutan laut dalam negeri dalam jumlah menengah, dan sebagai tempat asal tujuan penumpang dan/atau barang, serta angkutan penyeberangan dengan jangkauan pelayanan antar provinsi. (c) Pelabuhan Pengumpan, adalah pelabuhan yang fungsi pokoknya melayani kegiatan angkutan laut dalam negeri, alih muat angkutan laut dalam negeri dalam jumlah terbatas, merupakan pengumpan bagi pelabuhan utama

dan pelabuhan pengumpul, dan sebagai tempat asal tujuan penumpang dan/atau barang, serta angkutan penyeberangan dengan jangkauan pelayanan dalam provinsi. Penyelenggara pelabuhan adalah otoritas pelabuhan atau unit penyelenggara pelabuhan. Otoritas ini yang melaksanakan fungsi pengaturan, pengendalian, dan pengawasan kegiatan pelabuhan yang diusahakan secara komersial (Erviyanto, 2018a).

## **2. Isu lingkungan terhadap pelabuhan**

Kekhawatiran mengenai dampak lingkungan dari operasi dan pengembangan pelabuhan telah mengalami peningkatan, hal ini dapat diketahui dari banyaknya penelitian yang telah dilakukan. Bailey dan Salomon (2004) melakukan penelitian dengan mengevaluasi polusi udara sebagai dampak dari pencemaran pelabuhan. Penelitian ini menghasilkan dampak pencemaran udara yaitu memberikan efek kesehatan dari polusi udara kepada penduduk lokal (Bailey and Solomon, 2004). Di sisi perlindungan lingkungan dan kesehatan, telah dilakukan penilaian tingkat kematian global dari emisi kapal, dan ditemukan bahwa emisi terkait pelayaran bertanggung jawab sekitar 60.000 penyakit paru-paru, dengan sebagian besar kematian yang terjadi di dekat garis pantai di Eropa, Asia Timur, dan Asia Selatan (Corbett, Winebrake and Lauer, 2008). Liao,dkk pada tahun 2010 menganalisis dampak penggunaan pelabuhan Taipei, yang menghasilkan emisi karbon dioksida pada transportasi kontainer. Selain emisi CO<sub>2</sub> yang didominasi dari kapal di pelabuhan termasuk juga kandungan SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>10</sub> , HC, CO dan VOC (Liao, 2010).

Masalah lingkungan utama lain yang terjadi adalah pencemaran air dan pengaruhnya pada ekosistem laut. Hasil penilaian mengenai dampak lingkungan yang dihasilkan oleh pelayaran rutin di *Port of Rotterdam* adalah pencemaran air berasal dari air balas, sisa minyak bakar dan pembuangan limbah dari operasi kapal serta residu muatan (Ng and Song, 2010). Pada pelabuhan di Eropa diperoleh informasi melalui wawancara, dengan hasil parameter lingkungan yang perlu dipantau adalah masalah terkait laut, kualitas air, parameter meteorologi, kekeruhan dan proses sedimen (Lam and Van De Voorde, 2012). Selain itu, terjadi kekhawatiran mengenai dampak lingkungan dari kegiatan dan pengembangan pelabuhan meliputi emisi gas rumah kaca yang mengarah ke pemanasan global, pencemaran air serta pengaruhnya pada ekosistem laut, dan pembuangan limbah (Lam and Notteboom, 2012). Mengembangkan pelabuhan tanpa pelestarian lingkungan dan ekologis dengan kebijakan yang memadai dapat merugikan baik penduduk dan fauna dan flora di dekat pelabuhan (Lirn, Wu and Chen, 2013).

### **3. Regulasi tentang pelabuhan dan lingkungan**

Menanggapi isu lingkungan yang dikhawatirkan dari kegiatan sebuah pelabuhan, terdapat regulasi yang mengatur pelabuhan hubungannya dengan lingkungan. Legislasi pertama adalah Konvensi London yang diterbitkan pada tahun 1972. Regulasi ini merupakakan kesepakatan tentang Pencegahan Pencemaran Laut oleh Pembuangan Limbah. Regulasi ini berfungsi untuk mengendalikan semua sumber pencemaran laut dan mencegah pencemaran laut secara internasional melalui pengaturan pembuangan limbah ke laut seperti melarang pembuangan bahan berbahaya tertentu (Harvey, 2012).

Kemudian *MARPOL 73/78 (Marine Pollution)* merupakan konvensi Internasional untuk mencegah polusi dari kapal dan pencegahan pencemaran lingkungan laut oleh kapal dari penyebab operasi pelabuhan dan membantu mengurangi polusi udara di pelabuhan (Saxe dan Larsen, 2004) bersama dengan peraturan untuk pencegahan polusi oleh limbah, sampah dan polusi udara dari kapal. Selain itu, konvensi ketiga mengatur tentang Zat Berbahaya dalam Peraturan Kawasan Kelautan atau *Dangerous Substances in Harbour Areas Regulations (DSHAR)* yang disediakan untuk pengelolaan transportasi, pemuatan, pembongkaran dan penyimpanan bahan berbahaya di pelabuhan pada tahun 1987. Peraturan ini menjadi persyaratan untuk membatasi masuknya limbah berbahaya ke pelabuhan dengan ketentuan yang terkait dengan pemuatan dan pembongkaran bahan berbahaya. (Kesehatan dan Keselamatan Eksekutif, 1988).

Pada tahun 1990, UU Perlindungan Lingkungan atau *Environment Protection Act (EPA)* diterbitkan. Menurut EPA (2007), peraturan tersebut menciptakan ketentuan untuk pengendalian pencemaran yang lebih baik yang timbul dari industri tertentu dan proses lain seperti pelabuhan dan untuk membuang limbah dari tanah, air dan udara. EPA juga menciptakan pengendalian limbah terpadu dan memberikan otoritas Lokal untuk mengelola polusi udara dari berbagai proses yang ditentukan. EPA mengembangkan instruksi tentang pembuangan limbah. Konvensi berikutnya adalah mengenai Konvensi Keanekaragaman Hayati (CBD, 1992). Ini menyatakan bahwa *CBD (Convention on Biological Diversity)* adalah konvensi untuk mengembangkan strategi domestik untuk perlindungan dan penggunaan keanekaragaman hayati

untuk keberlanjutan. Kerangka kerja universal dari konvensi yang disediakan untuk negara-negara industri untuk mencapai keuntungan bersama bagi ekonomi mereka untuk menggunakan komponen-komponennya secara berkelanjutan serta pembagian keuntungan yang adil dan merata.

ISO 14001 tentang Sistem Manajemen Lingkungan atau *Environmental Management System (EMS)* secara luas diterima sebagai standar manajemen lingkungan internasional yang paling penting yang diterbitkan pada tahun 2004 dengan versi sebelumnya yang diterbitkan pada tahun 1996 (Darbra et al., 2005). Kemudian, *EU Eco-Management and Audit Scheme (EMAS)* adalah sistem terakhir, yang membantu dengan aspek lingkungan pelabuhan kontainer menjadi efektif pada tahun 1995 dan diperkuat pada tahun 2001 dan 2009. EMAS membantu organisasi untuk meningkatkan kinerja lingkungan dan keuangan mereka untuk menggunakan sistem manajemen lingkungan sebagai alat (Komisi Eropa, 2014). EMAS mengembangkan kinerja lingkungan mereka dan aspek lingkungan didefinisikan sebagai "elemen dari kegiatan, produk, atau layanan organisasi yang dapat berinteraksi dengan lingkungan". Contohnya meminimalkan jumlah limbah yang dihasilkan, mengurangi konsumsi energi dan membuat penggunaan sumber daya yang lebih efisien yang semuanya dapat mengarah pada penghematan biaya keuangan, di samping membantu melindungi dan meningkatkan lingkungan di pelabuhan (Esmer et al., 2013; Rouse, 2005). Hal ini adalah salah satu elemen inti tentang meminimalkan penggunaan sumber daya alam dan akibat yang merugikan terhadap udara, air, atau tanah dari kegiatan pelabuhan. Seri ISO 14000 (yaitu 14001 dan 14064 terkait dengan

manajemen karbon) dan EMAS adalah standar manajemen lingkungan internasional utama (Darbra et al. 2005) (Canbulat, 2014).

Tabel 2.1 Regulasi Internasional tentang pelabuhan dan lingkungan

Tahun	Lembaga	Mengatur tentang
1972	London Convention	Pencegahan polusi laut dari Pembuangan bahan berbahaya dari limbah ke pantai
1973	MARPOL	Pencegahan polusi oleh kapal, limbah, sampah, dan polusi udara dari kapal di pelabuhan
1987	DSHAR	Zat” berbahaya dan penyaringan zat yang tidak aman di pelabuhan
1990	EPA	Polusi industri di pelabuhan, Polusi air dan udara , Otoritas baru untuk polusi udara dan pembuangan limbah
1992	Biodiversity Convention	Perlindungan dan penggunaan keanekaragaman hayati untuk keberlanjutan
1995	EMAS	Membantu organisasi untuk meningkatkan kinerja lingkungan dan keuangan mereka untuk menggunakan sistem manajemen lingkungan sebagai alat
1996	ISO 14001	Sistem Manajemen Lingkungan
2001	EMAS	Membantu organisasi untuk meningkatkan kinerja lingkungan dan keuangan mereka
2004	ISO 14001	Sistem Manajemen Lingkungan
2009	EMAS	Membantu organisasi untuk meningkatkan kinerja lingkungan dan keuangan mereka
2015	SECA	Pengurangan kandungan sulfur dalam bahan bakar laut

Organisasi Maritim Internasional telah menetapkan perairan pesisir Baltik dan Laut Utara dan Amerika Utara sebagai Daerah Pengendalian Emisi Sulfur atau *Sulphur Emission Control Areas (SECA)*, yang mengatur pengurangan kandungan sulfur dalam bahan bakar laut dari 1 hingga 0,1 persen mulai 1 Januari 2015. Untuk mematuhi peraturan SECA 2015, perusahaan pelayaran dapat memilih untuk: membersihkan gas buang (dengan

memasang scrubber, teknologi baru dalam pengiriman); beralih dari *HFO* (*Heavy Fuel Oil*) ke *Marine Gas Oil (MGO)* dengan 0,1 persen konten belerang; atau beralih ke jenis bahan bakar bersih lainnya, seperti *Liquefied Natural Gas (LNG)* atau metanol. Peraturan ini menghadapi hambatan, semua langkah kepatuhan menambah biaya yang cukup besar untuk operasi kapal, dan dalam kasus LNG, sangat sedikit infrastruktur pengisian bahan bakar saat ini tersedia. (Lister, Poulsen and Ponte, 2015). Secara sistematis regulasi internasional yang dipaparkan di atas, disusun dalam tabel 2.1

## **B. Landasan Teori**

### **1. Pelabuhan hijau**

Adanya regulasi yang mengatur dampak operasi pelabuhan terhadap lingkungan diikuti perkembangan penelitian untuk menggunakan konsep pelabuhan hijau. Menurut Darbra et al (2005) Konsep hijau pada dasarnya menyajikan tiga sudut pandang yaitu dalam perencanaan, pembangunan, dan operasi pelabuhan dengan memasukkan perlindungan energi, pertahanan lingkungan, dan perawatan ekologi (Canbulat, 2014). Dalam penelitian M.Tull (2006) dikatakan bahwa dalam beberapa tahun terakhir bentuk kepedulian terhadap operasi pelabuhan adalah dengan meminimalkan efek lingkungan.

Pelabuhan telah diusahakan mencapai status "hijau" dengan memperkenalkan teknologi baru dan memperbarui infrastruktur dengan menghindari penggunaan energi yang berlebihan. Pelabuhan dianggap sebagai sistem, yang semuanya berkontribusi terhadap lingkungan. Pembangunan dan pengembangan infrastruktur seperti pelabuhan, jalan, kereta api, dan bandara

berpotensi untuk terjadi kerusakan lingkungan yang serius. Oleh karena itu, konsep hijau merupakan cara untuk mengembangkan dan mengoperasikan bisnis pelabuhan untuk mengurangi kerusakan lingkungan, hilangnya keanekaragaman hayati, dan penggunaan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. (Chiu, Lin and Ting, 2014).

Pelabuhan hijau adalah tren terbaru pada pengembangan pelabuhan kontemporer, yang melambangkan sebuah perubahan penting dalam gagasan manusia. Pelabuhan hijau merupakan pelabuhan yang komprehensif dan terintegrasi dalam hal sosial, faktor ekonomi, budaya, lingkungan dan lainnya. Pelabuhan hijau mendukung stabilitas sosial serta pembangunan ekonomi dan lingkungan yang harmonis. Termasuk kualitas lingkungan yang baik, sumber daya yang ekonomis dan efisien, atribut ekologi yang baik dan manajemen lingkungan yang sehat akan tercapai efisiensi ekonomi, peradaban sosial, pengembangan pelabuhan berkelanjutan dan pengembangan ekologi dari pelabuhan (Ying and Yijun, 2011). Menurut Esmer dkk., 2013, Martincic, n.d. dan Tibor dan Feldman tahun 1996, memaparkan manfaat dari regulasi untuk pelabuhan hijau meliputi:

- Untuk meningkatkan kepatuhan terhadap hukum dan legislasi lingkungan nasional dan internasional.
- Toleransi perusahaan untuk meningkatkan kepatuhan mereka dengan tindakan nasional yang ada
- Kemajuan dan efek skema manajemen lingkungan untuk meningkatkan pengendalian harga dan manajemen energi

- Untuk mengurangi dan mengelola limbah beracun sejak awal proses
- Untuk mengatur penghematan energi dan penggunaan sumber daya dengan cara yang efisien
- Untuk mengatur pengurangan limbah lingkungan.

Indonesia sebagai negara maritim juga perlu mengupayakan pelabuhan dapat memberikan dampak keberlanjutan bagi lingkungan. Pernyataan inti dari pelabuhan hijau adalah untuk menemukan keseimbangan antara dampak lingkungan dan peningkatan ekonomi. Pembangunan ekonomi sosial pelabuhan seharusnya tidak melebihi kapasitas sistem alami. Keseimbangan antara konsumsi dari lingkungan dan kepentingan ekonomi diyakini akan mengurangi dampak dan perubahan lingkungan. Konsep dari pelabuhan hijau adalah untuk mengintegrasikan metode ramah lingkungan dalam aktivitas, operasional dan manajemen di pelabuhan. Tujuan dari pelabuhan hijau adalah untuk meningkatkan efisiensi sumberdaya yang ada, mengurangi dampak negatif dari lingkungan sekitar, untuk meningkatkan tingkat manajemen lingkungan dan meningkatkan kualitas lingkungan alam di sekitar pelabuhan. Konsep dari pelabuhan hijau meliputi proteksi terhadap lingkungan dalam semua infrastruktur kerja, serta meningkatkan kebijakan yang berkelanjutan tentang proteksi terhadap lingkungan, dan semua aktivitas dan operasional yang dilakukan di pelabuhan (Perawati and Edi, 2008).

## **2. Indikator pelabuhan hijau**

Selain diterapkan dengan pemberlakuan regulasi-regulasi, perusahaan yang bergerak di bidang pelayaran dan pelabuhan mulai menyusun strategi

untuk menerapkan konsep *green port* pada pelabuhan. Pelabuhan-pelabuhan dari berbagai negara telah mengklaim memiliki konsep pelabuhan hijau dengan kriteria masing-masing. Tentunya telah dilakukan penelitian untuk menentukan kriteria yang paling sesuai dengan kondisi dan wilayah pelabuhan karena menyangkut lingkungan pelabuhan. Kriteria *green port* atau pelabuhan hijau pertama kali disusun oleh Frankel (1987) yang mengusulkan perencanaan dan pengembangan pelabuhan dengan 17 kriteria. Setelah itu penelitian mengenai kriteria-kriteria menuju pelabuhan hijau dilakukan dengan studi kasus di berbagai negara.

Pelabuhan-pelabuhan mulai menerapkan pengembangan pelabuhan hijau dengan kriteria yang tentunya disesuaikan dengan kondisi lingkungan pelabuhan. Lirn, Wu & Chen (2012) melakukan penelitian dengan menentukan kriteria *green port* berdasarkan kondisi tiga pelabuhan utama di Asia. Indikator *Green Port* diperoleh berdasarkan hasil studi literatur dan survei. Indikator yang digunakan sebagai penentu indikator berasal dari penelitian Frankel (1987), kemudian Black (1996), Alderton (1999), dan lain-lain sampai Park & Yeo (2012), selain itu regulasi dalam ESPO 2004,2009 (*European Sea Ports Organisation*) & IAPH (*International Association of Ports and Harbours*) serta indikator pelabuhan hijau dari beberapa pelabuhan di Asia. Hasil penelitian tersebut mengelompokkan indikator pelabuhan hijau menjadi lima dimensi yaitu *Air pollution management*, *Aesthetic and noise pollution management*, *solid & waste pollution management*, *Liquid pollution management*, *Marine biology preservation*. Indikator yang disusun

sebagai indikator pelabuhan hijau untuk Asia tersebut digunakan untuk mengevaluasi pelabuhan Shanghai, HongKong dan Kaohsiung.

Lam dan Nottebom (2014) melakukan penelitian dengan membandingkan pengelolaan pelabuhan hijau dari pelabuhan utama yang ada di benua Asia yaitu Shanghai dan Singapura, dengan pelabuhan di benua Eropa yaitu Rotterdam dan Antwerp. Penelitian tersebut berfungsi sebagai studi eksplorasi untuk membandingkan perspektif peraturan yang mengatur kegiatan pelabuhan terhadap dampak lingkungan di pelabuhan utama Asia dan Eropa . Otoritas pelabuhan masing-masing di Antwerp dan Rotterdam memiliki tingkat pengaruh yang lebih tinggi dalam merumuskan kebijakan pelabuhan hijau dibandingkan dengan dua pelabuhan Asia karena budaya geopolitik yang relatif terbuka di Eropa Barat. Antwerp dan Rotterdam memiliki fleksibilitas yang lebih tinggi untuk menetapkan aturan dan mengembangkan insentif yang akan berperan dalam menanggulangi masalah ekologi lokal.

Chiu,Lin & Ting (2014) juga menganalisis kriteria pelabuhan hijau dari studi literatur dan beberapa regulasi internasional untuk mengevaluasi pelabuhan Kaohsiung, Taichung, dan Keelung. Melalui studi kasus empiris dengan mengundang 26 ahli di Taiwan untuk memberikan penilaian profesional mereka, kriteria yang dihasilkan akan menjadi rujukan yang baik bagi para pengambil keputusan organisasi pelabuhan untuk memprioritaskan dan pilih tindakan dan upaya mereka untuk menjadikan pelabuhan hijau (Lirn, Wu and Chen, 2013). Sejalan dengan banyaknya penelitian yang dilakukan,





pengembangan pelabuhan hijau diikuti oleh berbagai pelabuhan lain seperti *Port of Amsterdam, Port of Sydney, Port Klang, dan Port of Tanjung Pelapas*. Hasil sintesa indikator pelabuhan hijau dapat dilihat dalam tabel 2.2.

### 3. Pengembangan pelabuhan di Indonesia

Program Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) terbagi menjadi tiga fase, yaitu: (a) Fase 1, tahun 2011 s/d 2015: implementasi *quick wins*. (b) Fase 2, tahun 2015 s/d 2020: memperkuat basis ekonomi dan investasi, salah satu agendanya adalah “mempercepat pembangunan proyek infrastruktur jangka panjang”. (c) Fase 3, tahun 2020 s/d 2025: melaksanakan pertumbuhan berkelanjutan, salah satu agendanya adalah “penerapan teknologi tinggi untuk pembangunan berkelanjutan”. Agenda Konstruksi Indonesia 2030, mengelompokan agenda berdasarkan kurun waktunya, yaitu: (a) jangka pendek (2011-2017) yang berisi tentang agenda yang harus segera dilakukan untuk penciptaan kondisi lingkungan. (b) jangka menengah (2011-2024) berisi tentang agenda yang bertujuan untuk melaksanakan implementasi *sustainable construction* termasuk dampaknya, dan (c) jangka panjang (2011-2030) berisi tentang agenda yang bertujuan menciptakan paradigma baru dalam implementasi *sustainable construction*. Menurut Ervianto (2018) Meskipun isu tentang pembangunan berkelanjutan diagendakan untuk tahun 2020 s/d 2025, namun perlu diformulasikan segera terkait dengan *knowledge* khususnya untuk pelabuhan (Ervianto, 2018a). Pendekatan yang digunakan dalam mengakomodasi isu strategis yang terkait dengan aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan di tingkat praktis adalah pelabuhan hijau (Ervianto, 2018b)

#### 4. Metode AHP (*Analytic Hierarchy Process*).

##### 4.1 Pengertian dan penggunaan AHP

Analytical Hierarchy Process atau sering disebut dengan AHP, merupakan suatu metode pengambilan keputusan yang dilakukan dengan memecahkan suatu masalah yang kompleks dan tidak terstruktur ke dalam kelompok-kelompok dan mengaturnya ke dalam suatu hirarki. Perbedaan mencolok antara model AHP dengan model pengambilan keputusan lainnya terletak pada jenis inputnya. Model yang sudah ada pada umumnya memakai input yang kuantitatif atau berasal dari data sekunder. Otomatis model tersebut hanya dapat mengolah hal-hal kualitatif pula. Model AHP memakai persepsi manusia yang dianggap sebagai “Expert” sebagai input utamanya. Karena menggunakan persepsi manusia atau input yang kualitatif maka model ini dapat mengolah juga data-data kualitatif disamping hal-hal kuantitatif. Sebagai contoh, pengukuran kerugian akibat polusi di lingkungan pelabuhan tidak sepenuhnya bisa dihitung secara kuantitatif karena ada hal-hal yang sulit diukur. Apabila hal-hal tersebut diabaikan, ada kemungkinan terjadi kesalahan besar dalam pengukuran dampak polusi meskipun juga tingkat kesalahannya tidak terlalu besar. Dengan model AHP, pengukuran tersebut dapat dilakukan secara menyeluruh lewat seseorang yang mengerti mengenai permasalahan tersebut.

#### 4.2 Kelebihan dan kelemahan analytical hierarchy process (AHP)

Secara grafis, persoalan keputusan AHP dapat dikonstruksikan sebagai diagram bertingkat, yang dimulai dengan *goal* / sasaran, lalu kriteria level pertama, sub kriteria dan akhirnya alternatif. AHP memungkinkan pengguna untuk memberikan nilai bobot relatif dari suatu kriteria majemuk (atau alternatif majemu terhadap suatu kriteria) secara intuitif, yaitu dengan melakukan perbandingan berpasangan (Pairwise Comparisons). Saaty (1986) menentukan cara yang konsisten untuk mengubah perbandingan berpasangan menjadi suatu himpunan bilangan yang mempresentasikan prioritas relatif dari setiap kriteria dan alternatif. Perbandingan berpasangan diulang untuk semua elemen dalam tiap tingkat. Elemen dengan bobot paling tinggi adalah pilihan keputusan yang layak dipertimbangkan untuk diambil. Untuk model AHP matrik perbandingan dapat diterima jika nilai ratio konsisten tidak lebih dari 10% atau sama dengan 0,1..

Kelebihan model AHP dibandingkan model pengambilan keputusan lainnya terletak pada kemampuan memecahkan masalah yang *multiobjectives* dan *multicriterias*. Kebanyakan model yang sudah ada memakai single objectives dengan multicriteria. Sebagai contoh Model Linear programming, memakai satu tujuan dengan banyak kendala (kriteria). Kelebihan model AHP ini disebabkan oleh fleksibilitasnya tinggi terutama dalam pembuatan hierarkinya. Sifat fleksibel tersebut membuat model AHP dapat menangkap bberapa tujuan –tujuan yang

saling berlawanan, kriteria-kriteria yang saling berlawanan dan tujuan seta kriteria yang saling berlawanan dalam sebuah model, karenanya, keputusan yang dilahirkan dari model AHP tersebut sudah akan diperhitungkan berbagai tujuan dan berbagai kriteria yang berbeda-beda atau bahkan saling bertentangan satu sama lain. Dengan kondisi tersebut, maka model AHP dapat pula dipergunakan secara fleksibel dalam artian mempunyai hirarki yang fleksibel. Masalah-masalah seperti konflik, perencanaan, proyeksi, alokasi sumber daya adalah beberapa dari banyak masalah yang dapat diselesaikan dengan baik oleh model AHP. (Tumada., 2012).

Sedangkan kelemahan metode AHP adalah sebagai berikut :

1. Ketergantungan model AHP pada input utamanya. Input utama ini berupa persepsi seorang ahli sehingga dalam hal ini melibatkan subjektifitas sang ahli selain itu juga model menjadi tidak berarti jika ahli tersebut memberikan penilaian yang keliru. Oleh karena itu agar model AHP diterima oleh masyarakat perlu diberikan kriteria dan batasan tegas dari seseorang expert serta meyakinkan masyarakat untuk menganggap bahwa si expert itu dapat mewakili pendapat masyarakat, paling tidak sebegini besar masyarakat.
2. Metoda AHP ini merupakan bentuk model pengambil keputusan yang sederhana. Bagi para pengambil keputusan yang terbiasa dengan model-model kuantitatif yang rumit akan menganggap metode AHP yang terlihat sederhana bukanlah model yang cocok untuk pengambilan keputusan. (Tumada., 2012)

Tabel 2.3 Penentuan skala dalam metode AHP

Intensitas Kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Elemen yang sama pentingnya dibanding dengan elemen yang lain ( <i>Equal importance</i> )	Kedua elemen menyumbang sama besar pada sifat tersebut
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting dari pada elemen yang lain ( <i>Moderate more importance</i> )	Pengalaman menyatakan sedikit berpihak pada satu elemen
5	Elemen yang satu jelas lebih penting dari pada elemen lain ( <i>Essential, strong more important</i> )	Pengalaman meunjukkan secara kuat memihak pada satu elemen
7	Elemen yang satu sangat jelas lebih penting dari pada elemen yang lain ( <i>Drmonstrated importance</i> )	Pengalaman menunjukkan secara kuat disukai dan dominannya terlihat praktek
9	Elemen yang satu mutlak lebih penting dari elemen yang lain ( <i>Absolutely more importance</i> )	Pengalaman menunjukkan satu elemen sangat jelas dan penting
2,4,6,8	Apabila ragu – ragu antara dua nilai ruang berdekatan ( <i>grey area</i> )	Nilai ini diberikan bila diperlukan kompromi

Sumber : Saaty, 1986

### 4.3 Prinsip-Prinsip Dasar Analytical Hierarchy Process (AHP)

Dalam menyelesaikan persoalan dengan metode Analytica Hierarchy Process (AHP) memiliki beberapa prinsip dasar, yaitu :

#### 1. *Decomposition*

Pengertian *decomposition* adalah memecahkan atau membagi persoalan yang utuh menjadi unsur-unsurnya ke bentuk hirarki proses pengambilan keputusa, dimana setiap unsur atau elemen saling berhubungan. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, pemecahan dilakukan terhadap unsur-unsur sampai tidak mungkin dilakukan

pemecahan lebih lanjut. Bentuk – bentuk struktur decomposition adalah tingkat pertama tujuan keputusan (Gold), tingkat kedua kriteria-kriteria , tingkat ketiga alternatif-alternatif. Hirarki permasalahan disusun untuk membantu proses pengambilan keputusan dengan memperhatikan seluruh elemen keputusan yang terlibat dalam sistem.

## 2. *Comparative Judgement*

*Comparative judgement* dilakukan dengan penilaian tentang kepentingan relatif dua elemen pada suatu tingkat tertentu dalam kaitannya dengan tingkat tertentu di atasnya.

## 3. *Synthesis of Priority*

Dilakukan dengan *eigen vector method* untuk mendapatkan bobot relative bagi unsur-unsur pengambilan keputusan.

## 4. Logical Consistency.

Karakter yang paling penting ini dicapai dengan mengagregasikan seluruh eigen vektor yang diperoleh dari berbagai tingkatan hierarki dan selanjutnya diperoleh suatu vektor komposit tertimbang yang menghasilkan urutan pengambilan keputusan.

AHP mempunyai landasan aksiomatik (Tumada., 2012) yang terdiri dari :

1. *Resiprocal Comparison*, yang mengandung arti bahwa matriks perbandingan berpasangan yang terbentuk harus bersifat berkebalikan. Contohnya ; A adalah 1/k kali lebih penting dari pada B maka B adalah 1/k kali lebih penting dari A.

2. *Homogeneity*, yaitu mengandung arti kesamaan dalam melakukan perbandingan.
3. *Dependency*, yang berarti setiap level mempunyai kaitan walaupun mungkin saja terjadi hubungan yang tidak sempurna.
4. *Expectation*, yang berarti menonjolkan penelitian yang bersifat ekspektasi dan preferensi dan pengampilan keputusan.

#### 5. *Expert Choice*

Pengolahan AHP akan dilakukan menggunakan aplikasi *Expert Choice*. Program aplikasi (*software*) *expert choice* versi 11.0 dapat menggabungkan hasil perbandingan dengan jumlah lebih dari partisipan yaitu dengan menggabungkan fitur *average* untuk merata-rata hasil penilaian berpasangan individu menjadi sebuah nilai. Metoda yang digunakan untuk mendapatkan nilai rata-rata tersebut yaitu dengan metoda perhitungan rata-rata geometrik . *Expert choice v. 11.0 for windows* mendukung proses pengambilan keputusan karena dilengkapi dengan icon yang memudahkan melakukan eksekusi keputusan secara cepat dengan nilai kepraktisan yang tinggi. Aplikasi *Expert Choice* digunakan untuk menganalisa permasalahan dalam pengambilan keputusan dengan alternatif yang banyak dan hirarki yang besar atau hirarki yang mempunyai banyak level, karena tidak perlu menghitung bobot secara manual, hingga tingkat kesalahan dalam perhitungan bobotnya sangat kecil, namun tergantung ketelitian kita dalam menginputkan data dari preferensi responden (Moi,2015).