

## SELEKSI GUDANG DISTRIBUSI PADA RANTAI PASOK PELUMAS MENGUNAKAN MULTI CRITERIA DECISION MAKING

Kurniawan Agung Susanto<sup>1</sup>, Sawarni Hasibuan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departemen Service and Distribution Operation, PT Petronas Niaga Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Magister Teknik Industri Universitas Mercu Buana, Jakarta

E-mail: as.kurniawan09@gmail.com, sawarni@mercubuana.ac.id

### Abstract

*High competition in the lubricants business results in customer services become a benchmark for the success of this business in Indonesia. One of the services provided is pegudangan system that is part of the supply chain system. The existence of obstacles in the process of handling in and out in a warehouse handling PT Petronas Niaga Indonesia resulted in the need for companies to choose a new warehouse as an alternative lubricants. The number of alternatives which can be used warehouse forced the company to make the process of pre-qualification and qualification process to obtain alternative lubricants warehouse priority desired by the company. In the pre-qualification process lubricants warehouse alternative screening process is done by using the weighted product method to reduce warehouse alternative lubricants in the process of qualifying criteria based lubricants warehouse needs. In the process of qualifying the selection process is then performed by Analytical method Hierarchy Process (AHP) using five criteria: cost, infrastructure, market, safety, and the macro environment. Each of these criteria are translated into sub-criteria. The results obtained qualification process priority is the best lubricant warehouse is PT GAC Samudra Logistics with the highest weight, followed by PT Wiraswasta Gemilang Indonesia and PT Jaya Puninar with weights respectively and PT GAC Samudra Logistics superior in infrastructure and safety criteria, while PT Wiraswasta Gemilang Indonesia superior at cost and market criteria.*

**Keywords:** AHP method, lubricant, supply chain, warehouse selection, weighted product method.

### PENDAHULUAN

Peran gudang bagi suatu perusahaan besar sangat penting untuk kelancaran aliran barang. Gudang merupakan bagian dari sistem rantai pasok perusahaan yang menyimpan item-item material (*raw material, parts, goods-in-process, finished goods*) pada dan dari titik sumber (*point-of-origin*) ke titik konsumsi (*point-of-consumption*). Gudang mempunyai peranan yang sangat penting untuk keberhasilan perusahaan dalam mendukung kelancaran rantai pasok produk. Sebagai salah satu perusahaan pelumas, PT. PNI dihadapkan pada permasalahan penentuan lokasi gudang distribusi pelumas. Selama ini perusahaan menggandakan gudang distribusi dari salah satu perusahaan jasa logistik yang berlokasi di Cibitung Bekasi. Pada awalnya gudang distribusi tersebut dianggap tepat karena lokasinya dekat dengan pabrik pemasok pelumas (*blending plant*), namun dalam perjalanan waktu timbul beberapa kendala pada sistem operasinya. Indikasinya adalah 60 persen waktu tunggu untuk aktivitas bongkar-muat barang (*handling in/handling out*) telah melampaui batas waktu 3 jam yang dipersyaratkan perusahaan (PT PNI, 2014). Kondisi ini berimplikasi pada tingginya komplain dari pelanggan sehingga bisa berdampak pada kinerja rantai pasok perusahaan.

Selama ini proses pemilihan gudang distribusi pelumas di PT PNI yang merupakan bagian dari proses pengadaan barang dan jasa lebih memperhatikan kriteria efisiensi biaya. Efisiensi biaya bukanlah satu-satunya kriteria keberhasilan sistem distribusi yang harus dicapai. Mengingat permasalahan lokasi gudang distribusi cukup kompleks maka dipandang perlu untuk mengembangkan kriteria dan proses seleksi gudang distribusi pelumas yang lebih baik agar kinerja gudang distribusi pada kasus produk pelumas di PT PNI dapat dioptimalkan.

Terdapat beberapa metode yang selama ini dipergunakan dalam membantu mengambil keputusan gudang distribusi, diantaranya adalah metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* merupakan salah satu model pengambilan keputusan pada situasi kompleks yang dikembangkan oleh Saaty (1991). Pada metode AHP, permasalahan multi faktor atau kriteria jamak yang kompleks distrukturisasi menjadi suatu hirarki yang lebih sederhana. Metode AHP telah digunakan cukup luas oleh beberapa peneliti terdahulu dalam pemilihan sistem pergudangan yang lebih baik (Erkan & Can, 2014; Chen, 2009; Aguezzoul et

al., 2006; Altintas *et al.*, 2010; Ashrafzadeh *et al.*, 2012; Awasthi *et al.*, 2010; Basuki, 2011; Çakir *et al.*, 2009; Djulfikri, 2013; Garcia *et al.*, 2008; Ko, 2005; Mendoza *et al.*, 2008; Simunovic *et al.*, 2011; Soh, 2009; Sawicka *et al.*, 2010; Susanti, 2012; Vargia *et al.*, 2010). Keputusan gudang pelumas alternatif terbaik bagi perusahaan perlu dievaluasi menggunakan metode pengambilan multi kriteria. Harapannya adalah agar keputusan prioritas gudang pelumas tersebut berlokasi di tempat yang strategis mendekati konsumen, ekonomis dan efisien. Dengan menganalisis kriteria yang tepat dan bobot kriteria yang memenuhi harapan menggunakan metode multi kriteria diharapkan akan dapat direkomendasikan perbaikan kinerja rantai pasok pelumas.

## KAJIAN TEORI

### Pelumas dan Rantai Pasok Pelumas

Pelumas adalah hasil proses senyawa kimia dari minyak bumi yang digunakan sebagai bahan anti *wear* antara dua buah material terutama logam yang bertemu langsung atau bersentuhan. Pada dasarnya pelumas di buat dari hasil blend antara *base oil* dan *additive* sesuai dengan kebutuhannya. Bentuk fisik dari pelumas dapat digolongkan tiga bagian yaitu pelumas cair, pelumas dalam bentuk padat, dan pelumas dalam bentuk gas. Ketiga bentuk pelumas tersebut digunakan sesuai dengan kebutuhan dari peralatan yang menggunakan pelumas tersebut. Dalam aplikasi penggunaannya, Pelumas digunakan pada aplikasi kendaraan bermotor, industri hingga industri pelayaran (*marine*). Dalam aplikasinya pelumas yang dikategorikan dalam (1) *Engine oil*, Pelumas yang digunakan sebagai pelumasan pada mesin (*engine*), baik kendaraan bermotor maupun industri, (2) *Hydraulic oil*, Pelumas yang digunakan pada sistem hidrolik, dan (3) *Transmission oil*, pelumas yang digunakan pada roda/gigi transmisi.

Pelumas merupakan jenis bahan yang berbahaya bagi lingkungan, oleh karena itu ada prosedur dasar dalam penyimpanan dan pemindahannya, biasanya istilah tersebut disingkat sebagai MSDS (*Material Safety Data Sheet*). Pada penyimpanannya pelumas dikemas dalam bentuk *drum* (209 liter), *pail* (18 liter), *pack* (0.8 - 5 liter) dan juga dalam bentuk *IBC (integrate bulk container)* dalam ukuran 1000 liter. Industri pelumas merupakan bagian hilir (*down stream*) dari industri perminyakan (*oil and gas*). Proses hulu dari industri pelumas adalah pengolahan minyak mentah menjadi *base oil (refinery)* dan juga proses pembuatan *additive* pelumas. Kedua bahan baku ini yaitu *base oil* dan *additive* merupakan bahan baku utama pelumas.

Proses produksi dari industri pelumas adalah proses pembuatan pelumas yang biasa disebut *blending plant* dimana kedua bahan baku (*base oil* dan *additive*) di *blending* menjadi jenis pelumas yang diinginkan. Pada proses produksi selain melakukan *blending* bahan baku utama (*base oil* dan *additive*), juga dilakukan pengemasan pelumas (*filling*) dan juga penyimpanan pelumas (*warehousing*). Proses hulu industri pelumas adalah proses penjualan (*selling*) ke konsumen yang dilakukan distributor yang ditunjuk perusahaan.

### Peranan Gudang Pelumas dalam Rantai Pasok Industri Pelumas

Gudang (*warehouse*) merupakan bagian integral dari setiap sistem logistik dan manajemen rantai pasok (*supply chain management*), serta mempunyai peran penting sebagai penghubung aliran material atau barang dari produsen sampai ke konsumen akhir atau pelanggan. Dalam upaya meningkatkan efektifitas dan efisiensi aliran barang, banyak perusahaan melakukan berbagai kebijakan dalam manajemen pergudangan (*warehouse management*), diantaranya: menjamin tersedianya barang saat diperlukan, percepatan *lead time*, perawatan material untuk menjaga kualitas, sistem penyimpanan (*storage*) yang baik.

Fungsi utama dari kegiatan gudang (*warehouse*) menurut Frazelle (2002) adalah sebagai tempat menerima barang (*receiving*), sebagai tempat melakukan perubahan kemasan (*repacking*) sesuai permintaan, sebagai seni meletakkan dan mengatur barang (*putaway*) ditempat penyimpanan, sebagai tempat penyimpanan barang (*storage*), sebagai tempat pemesanan pengambilan barang (*order picking*), sebagai tempat pemberian kemasan dan harga (*packaging and pricing*), dan juga sebagai tempat pengemasan dan pengiriman barang (*packing and*

*shipping*). Pada gudang pelumas, fungsi utama dari kegiatannya meliputi, proses penerimaan barang, proses melakukan perubahan kemasan (*repacking*) sesuai kebutuhan, proses penyimpanan barang (*storage*), proses pemesanan pengambilan barang (*order picking*) dan juga proses pengiriman barang (*shipping*).

### **Analytical Hierrchy Process (AHP)**

*Analytical Hierrchy Process (AHP)* dikembangkan oleh Thomas Saaty pada tahun 1970, *AHP* merupakan sistem pembuat keputusan dengan menggunakan model matematis. *AHP* membantu dalam menentukan prioritas dari beberapa kriteria dengan melakukan analisa perbandingan berpasangan dari masing-masing kriteria (Atmanti, 2008). *AHP* 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 (Saifullah, 2010).

Pada dasarnya *Analytical Hierrchy Process (AHP)* adalah suatu teori umum tentang pengukuran yang digunakan untuk menemukan skala rasio, baik dari perbandingan berpasangan yang diskrit maupun kontinu. Perbandingan-perbandingan tersebut dapat diambil dari ukuran aktual atau skala dasar yang mencerminkan kekuatan perasaan dan preferensi relatif. Metode ini adalah sebuah kerangka untuk mengambil keputusan dengan efektif atas persoalan dengan menyederhanakan dan mempercepat proses pengambilan keputusan dan memecahkan persoalan tersebut kedalam bagian-bagiannya, menata bagian atau variabel ini dalam suatu susunan hirarki, memberi nilai numerik pada pertimbangan subjektif tentang pentingnya tiap variabel dan mensintesis berbagai pertimbangan ini untuk menetapkan variabel yang mana yang memiliki prioritas paling tinggi dan bertindak untuk mempengaruhi hasil pada situasi tersebut.

*Analytic Hierarchy Process (AHP)* dapat menyederhanakan masalah yang kompleks dan tidak terstruktur, strategik dan dinamik menjadi bagiannya, serta menjadikan variabel dalam suatu hirarki (tingkatan). Masalah yang kompleks dapat diartikan bahwa kriteria dari suatu masalah yang begitu banyak (multi kriteria), struktur masalah yang belum jelas, ketidakpastian pendapat dari pengambil keputusan, pengambil keputusan lebih dari satu orang, serta ketidakakuratan data yang tersedia. Metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)* ini membantu memecahkan persoalan yang kompleks dengan menstruktur suatu hirarki kriteria, pihak yang berkepentingan, hasil dan dengan menarik berbagai pertimbangan guna mengembangkan bobot atau prioritas. Metode ini juga menggabungkan kekuatan dari perasaan dan logika yang bersangkutan pada berbagai persoalan, lalu mensintesis berbagai pertimbangan yang beragam menjadi hasil yang cocok dengan perkiraan kita secara intuitif sebagaimana yang dipresentasikan pada pertimbangan yang telah dibuat. Selain itu *AHP* juga memiliki perhatian khusus tentang penyimpangan dari konsistensi, pengukuran *Analytic Hierarchy Process (AHP)* mempunyai landasan aksiomatik yang terdiri dari:

1. *Reciprocal Comparison*, yang mengandung arti bahwa matriks perbandingan berpasangan yang terbentuk harus bersifat berkebalikan. Misalnya, jika A adalah  $k$  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. Misalnya, tidak dimungkinkan membandingkan buah manggis dengan bola tenis dalam hal rasa, akan tetapi lebih relevan jika membandingkan dalam hal berat.
3. *Dependence*, yang berarti setiap level mempunyai kaitan (*complete hierarchy*) walaupun mungkin saja terjadi hubungan yang tidak sempurna (*incomplete hierarchy*).
4. *Expectation*, yang berarti menonjolkan penilaian yang bersifat ekspektasi dan preferensi dari pengambilan keputusan. Penilaian dapat merupakan data kuantitatif maupun yang bersifat kualitatif.

Dalam menyelesaikan persoalan dengan metode *Analytic Hierarchy Process (AHP)* ada beberapa prinsip dasar yang harus dipahami antara lain (Atmanti, 2008):

1. *Decomposition*, Setelah permasalahan didefinisikan, maka perlu dilakukan *decomposition* yaitu memecah permasalahan yang utuh menjadi unsur-unsurnya. Jika ingin mendapatkan hasil yang akurat, pemecahan juga dilakukan terhadap unsur-unsurnya sampai tidak mungkin dilakukan pemecahan lebih lanjut sehingga didapatkan beberapa tingkatan dari persoalan tadi. Karena alasan ini, maka proses analisis ini dinamakan hirarki (*hierarchy*). Ada dua jenis hirarki, yaitu hirarki lengkap dan tidak lengkap. Dalam hirarki lengkap, semua elemen pada suatu tingkat memiliki semua elemen yang ada pada tingkat berikutnya. Jika tidak demikian, dinamakan hirarki tidak lengkap.
2. *Comparative Judgment*, tahap ini adalah membuat penilaian tentang kepentingan relative dua elemen pada suatu tingkat tertentu dalam kaitannya dengan tingkat di atasnya. Penilaian ini merupakan inti dari AHP, karena ia akan berpengaruh terhadap prioritas elemen-elemen. Hasil dari penilaian ini akan tampak lebih enak bila disajikan dalam bentuk matriks yang dinamakan matriks *pairwise comparison*.
- 3 *Synthesis of Priority*, dari setiap matriks *pairwise comparison* kemudian dicari *eigen* vektornya untuk mendapatkan *local priority*. Karena matriks *pairwise comparison* terdapat pada setiap tingkat, maka untuk mendapatkan *global priority* harus dilakukan sintesa diantara *local priority*. Prosedur melakukan sintesa berbeda menurut bentuk hirarki. Pengurutan elemen-elemen menurut kepentingan relatif melalui prosedur sintesa dinamakan *priority setting*.
- 4 *Logical consistency*, menyatakan ukuran tentang konsisten tidaknya suatu penilaian atau pembobotan, perbandingan berpasangan. Pengujian ini diperlukan, karena pada keadaan yang sebenarnya akan terjadi beberapa penyimpangan dari hubungan tersebut sehingga matriks tersebut tidak konsisten sempurna. Hal ini dapat terjadi karena ketidak konsistenan dalam preferensi seseorang

Menentukan susunan prioritas elemen adalah dengan menyusun perbandingan berpasangan yaitu membandingkan dalam bentuk berpasangan seluruh elemen untuk setiap sub hirarki (kriteria). Perbandingan tersebut ditransformasikan dalam bentuk matriks. Contoh, terdapat  $n$  objek yang dinotasikan dengan  $(A_1, A_2, \dots, A_n)$  yang akan dinilai berdasarkan pada nilai tingkat kepentingannya antara lain  $A_i$  dan  $A_j$  dipresentasikan dalam matriks matriks perbandingan berpasangan. Nilai  $a_{11}$  adalah nilai perbandingan elemen  $A_1$  (baris) terhadap  $A_1$  (kolom) yang menyatakan hubungan:

1. Seberapa jauh tingkat kepentingan  $A_1$  (baris) terhadap kriteria  $C$  dibandingkan dengan  $A_1$  (kolom) atau
2. Seberapa jauh dominasi  $A_i$  (baris) terhadap  $A_i$  (kolom) atau
3. Seberapa banyak sifat kriteria  $C$  terdapat pada  $A_1$  (baris) dibandingkan dengan  $A_1$  (kolom).

Nilai numerik yang dikenakan untuk seluruh perbandingan diperoleh dari skala perbandingan 1 sampai 9 yang telah ditetapkan oleh Saaty, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel skala kepentingan (Saaty, 1991)

Skala	Deskripsi Kepentingan
1	Sebanding ( <i>Equal</i> )
3	Agak lebih penting dari lainnya ( <i>Moderate</i> )
5	Penting dari yang lain ( <i>Strong</i> )
7	Sangat Penting dari yang lain ( <i>Very Strong</i> )
9	Mutlak Lebih Penting ( <i>Ekstrim</i> )
2,4,6,8	Nilai tengah antara dua keputusan ( <i>Intermediate Value</i> )

Salah satu yang utama pada model AHP yang membedakannya dengan model-model pengambilan keputusan lainnya adalah tidak adanya syarat konsistensi mutlak. Pengumpulan pendapat antara satu faktor dengan yang lain adalah bebas satu sama lain, dan hal ini dapat mengarah pada ketidak konsistenan jawaban yang diberikan responden. Namun jika terlalu banyak ketidak konsistenan juga tidak diinginkan. Pengulangan wawancara pada sejumlah responden yang sama kadang diperlukan apabila derajat tidak konsistensinya besar. Bila matriks *pairwise comparison* dengan nilai rasio konsistensi lebih kecil dari 0,1 maka ketidak konsistenan pendapat dari *decision maker* masih dapat diterima jika tidak maka penilaian perlu diulang.

**METODE**

Tahapan penelitian yang dilakukan mengikuti alur pada Gambar 1. Ada dua metode pengambilan keputusan multi kriteria yang diadopsi pada penelitian ini, yaitu metode *weighted product* pada tahap pra-kualifikasi dan metode AHP pada tahapan seleksi gudang distribusi pelumas.



Gambar 1 Tahapan proses pemilihan gudang distribusi pada rantai pasok pelumas.

**Tahapan pra-kualifikasi**

- a. Menentukan gudang alternatif, yaitu melakukan pemilihan gudang alternatif yang akan dipertimbangkan untuk digunakan. Pada tahap ini disebarakan kuisisioner kepada sejumlah pakar untuk memberikan penilaian atas pertanyaan berupa daftar permintaan dalam skala ordinal menggunakan metode *weighted product*. Metode *weighted product* (WP) menggunakan perkalian untuk menghubungkan *rating* atribut, dimana *rating* setiap atribut harus dipangkatkan terlebih dahulu dengan bobot atribut yang bersangkutan. Proses tersebut sama halnya dengan normalisasi. Preferensi untuk alternatif  $A_i$  diberikan sebagai berikut:

$$S_i = \prod_{j=1}^n x_{ij}^{w_j} \tag{1}$$

dimana:

S : Preferensi alternatif dianalogikan sebagai vektor S

X : Nilai kriteria

w : Bobot kriteria/subkriteria

i : Alternatif (1, 2, 3, ..., m)

j : Kriteria (1, 2, 3, ..., n)

n : Banyaknya kriteria

Dimana  $\sum w_j = 1$ ,  $w_j$  adalah pangkat bernilai positif untuk kriteria (*atribut*) keuntungan dan negatif kriteria (*atribut*) biaya. Preferensi relatif dari setiap alternatif, diberikan sebagai berikut:

$$V_i = \frac{\prod_{j=1}^n x_{ij}^{w_j}}{\prod_{j=1}^n (x_{ij}^*)^{w_j}} \tag{2}$$

dimana:

V : Preferensi alternatif dianalogikan sebagai vektor V

X : Nilai kriteria

w : Bobot kriteria/subkriteria

i : Alternatif (1, 2, 3, ..., m)

j : Kriteria (1, 2, 3, ..., n)

n : Banyaknya kriteria

\* : Banyaknya kriteria yang telah dinilai pada vektor S

Dalam tahap pra-kualifikasi penilaian digunakan beberapa kriteria seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria penilaian gudang alternatif tahap pra-kualifikasi gudang pelumas

No	Kriteria
1	Biaya pelayanan
2	Ukuran gudang
3	Waktu <i>loading/unloading</i>
4	Pengalaman <i>handling</i> pelumas
5	Management kesehatan dan keselamatan kerja (K3)
6	Sertifikasi mutu yang dimiliki
7	<i>Management warehouse system (ERP)</i>

Kriteria diperoleh berdasarkan diskusi dengan para responden pakar pengambil keputusan yang telah berpengalaman dalam menentukan dan operasional gudang sehari-hari dan juga berdasarkan prosedur kerja perusahaan. Skala pengukuran yang digunakan pada tahap pra-kualifikasi dengan metode *weighted product* menggunakan skala ordinal 1 – 5, dimana 1 jika kriteria sangat tidak memenuhi syarat, 2 jika kriteria tidak memenuhi syarat, 3 jika kriteria cukup memenuhi syarat, 4 jika kriteria memenuhi syarat, dan 5 jika kriteria sangat memenuhi syarat.

- b. Menentukan kriteria dan sub-kriteria yang dianggap terbaik untuk pemilihan gudang distribusi pelumas (Tabel 3). Kriteria dan sub-kriteria diperoleh dari kombinasi studi literatur terdahulu (Gracia *et al.*, 2008 & Ashrafzadeh. *et al.*, 2012) dan disesuaikan dengan urgensinya untuk gudang distribusi pelumas berdasarkan hasil diskusi dengan para pakar pengambil keputusan.

Tabel 3. Kriteria dan subkriteria pemilihan gudang distribusi pelumas

Kriteria	Sub-kriteria	
<i>Biaya (Cost)**</i> (C1)	Biaya service ( <i>Service cost</i> )**	C1-1
	Biaya transportasi ( <i>Transportation cost</i> )**	C1-2
	Biaya pemindahan barang ( <i>Handling cost</i> )**	C1-3
	Biaya asuransi ( <i>Insurance cost</i> )**	C1-4
<i>Infrastruktur (Infrastructure)**</i> (C2)	Kethubungan dengan moda transportasi ( <i>Existence of modes of transportation</i> )**	C2-1
	Kualitas peralatan yang tersedia ( <i>Quality and reliability of utilities</i> )**	C2-2
	Kualitas personel yang ada ( <i>Quality and reliability of personel</i> )**	C2-3
	Area public service yang tersedia *	C2-4
	Lahan parkir yang tersedia *	C2-5
<i>Pasar (Market)**</i> (C3)	Kedekatan dengan konsumen ( <i>Proximity to Customer</i> )**	C3-1
	Kedekatan dengan Supplier ( <i>Proximity to suppliers or producer</i> )**	C3-2
	Waktu respond yang dibutuhkan ( <i>Lead Times and responsiveness</i> )**	C3-3
<i>Safety*</i> (C4)	Index Kriminal (Pencurian dan kriminal)*	C4-1
	Management keselamatan dan kesehatan kerja ( <i>K3</i> )*	C4-2
	Sistim keamanan mandiri dan dukungan aparat kepolisian*	C4-3
<i>Linkungan Makro (Macro environment)**</i> (C5)	Kesesuaian lingkungan ( <i>Peruntukan lingkungan</i> )**	C5-1
	Izin dari pemerintah setempat ( <i>Government policie</i> )**	C5-2
	Isu lingkungan yang ditimbulkan **	C5-3

\*Gracia et al., 2008; \*\* Ashrafzadeh et al., 2012.

#### Tahapan kualifikasi

- Menghitung bobot kriteria pemilihan gudang pelumas berdasarkan perbandingan berpasangan dengan metode *AHP*. Proses pembobotan tersebut dibantu dengan perangkat lunak *Expert Choice 11*. Perhitungan pembobotan tersebut diperoleh dari data hasil pengisian kuesioner oleh sejumlah pakar.
- Menghitung bobot antar sub-kriteria pada masing-masing kriteria. Proses pembobotan ini dibantu dengan perangkat lunak *Expert Choice 11*. Perhitungan pembobotan tersebut diperoleh dari data hasil pengisian kuesioner oleh responden (pakar).
- Menentukan bobot gudang alternatif yang dipertimbangkan berdasarkan sub-kriteria ideal gudang pelumas menggunakan metode *AHP*, dibantu dengan perangkat lunak *Expert Choice 11*. Perhitungan pembobotan tersebut diperoleh dari data hasil pengisian kuesioner oleh pakar. Skala ukur yang digunakan mengacu pada skala ukur yang dikembangkan oleh Saaty seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

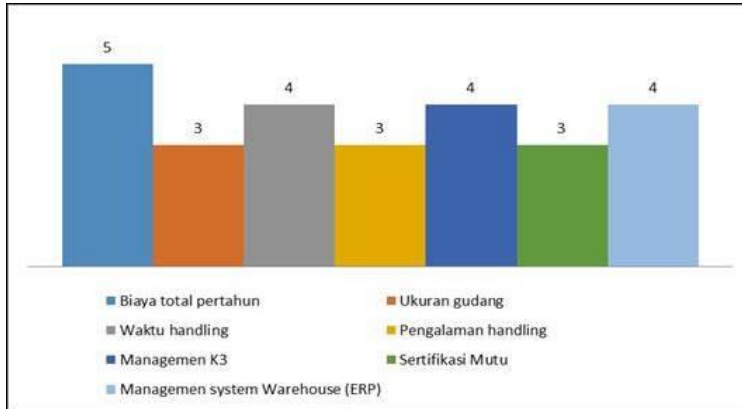
#### Tahapan penentuan prioritas gudang alternatif pelumas

Pada tahapan ini akan dihitung total bobot gudang distribusi pelumas alternatif untuk direkomendasikan sebagai gudang distribusi pelumas terbaik berdasarkan bobot terbesar dari analisis dengan metode *AHP*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tahap Pra-kualifikasi

Agregasi preferensi pakar responden terhadap kriteria pemilihan gudang pelumas dengan menggunakan metode *weighted product* disajikan pada Gambar 2. Skor tertinggi 5 diberikan kepada kriteria biaya total per tahun. Biaya total per tahun masih merupakan salah satu komponen penting dari keseluruhan biaya yang digunakan pada bisnis pelumas.



Gambar 2. Nilai preferensi pakar terhadap kriteria pemilihan gudang pelumas tahap pra-kualifikasi

Waktu *handling*, manajemen kesehatan dan keselamatan kerja (K3), dan *management system warehousing (ERP)* memperoleh preferensi tertinggi berikutnya dengan skor 4. Pakar menilai kriteria waktu *handling* berdasarkan pengalaman terdahulu adanya kendala pada proses *handling* mempengaruhi kinerja rantai pasok pelumas di perusahaan. Manajemen kesehatan dan keselamatan kerja (K3) juga dinilai merupakan salah satu komponen penting dalam kegiatan bisnis saat ini. Sementara sistem *management warehousing (ERP)* dalam hal sistem manajemen pergudangan yang baik akan menghasilkan alur rantai pasok yang baik juga, baik secara *online* maupun *online* dengan *web base*.

Luas gudang, pengalaman *handling* pelumas, dan sertifikasi mutu yang dimiliki memperoleh skor terendah sebesar 3. Pakar responden menilai ada keterbatasan kemampuan perusahaan jasa pergudangan dalam menyediakan gudang yang luas, walaupun target luas gudang yang diinginkan perusahaan kurang lebih 1500 m<sup>2</sup>. Pengalaman *handling* pelumas juga belum dimiliki oleh semua perusahaan, tidak semua perusahaan mempunyai pengalaman yang panjang dalam *ghandling* produk pelumas. Sertifikasi perusahaan dalam hal mutu pelayanan pergudangan, responden memahami kemampuan perusahaan penyedia jasa gudang tidak semuanya mendapatkan sertifikasi mutu yang lengkap. Hasil analisis menggunakan metode *weighted product* menghasilkan peringkat preferensi gudang pelumas s adalah PT GAC Samudra Logistics (*WH<sub>2</sub>*) dengan bobot 0,216, PT Wiraswasta Gemilang Indonesia (*WH<sub>1</sub>*) dengan bobot 0,213, PT Puninar Jaya (*WH<sub>3</sub>*) dengan bobot 0,201, PT Wira Logistama (*WH<sub>4</sub>*) dengan bobot 0,192, dan PT Iron Bird Transport (*WH<sub>5</sub>*) dengan bobot 0,178. Selanjutnya *WH<sub>1</sub>*, *WH<sub>2</sub>*, dan *WH<sub>3</sub>* digunakan pada tahap kualifikasi untuk menentukan prioritas gudang pelumas alternatif.

### Tahap Kualifikasi

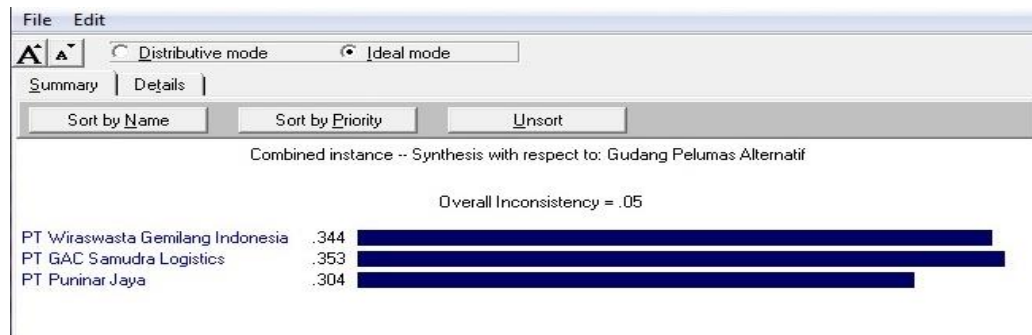
Rekapitulasi dengan menggunakan *expert choice 11* pada tahap kualifikasi diperoleh bobot masing-masing kriteria dan sub-kriteria seperti disajikan pada Tabel 5.



Tabel 5. Rekapitulasi bobot hirarki prioritas gudang pelumas

No	Kriteria	Sub-Kriteria	Nilai terhadap sub-kriteria			
			WH (1)	WH (2)	WH (3)	
1	$C_1$ (0,247)	$C_{1-1}$	0,336	0,619	0,232	0,149
		$C_{1-2}$	0,239	0,544	0,261	0,149
		$C_{1-3}$	0,339	0,122	0,606	0,272
		$C_{1-4}$	0,082	0,333	0,349	0,318
2	$C_2$ (0,095)	$C_{2-1}$	0,328	0,258	0,186	0,556
		$C_{2-2}$	0,250	0,254	0,492	0,254
		$C_{2-3}$	0,210	0,282	0,437	0,282
		$C_{2-4}$	0,094	0,274	0,437	0,289
		$C_{2-5}$	0,118	0,282	0,437	0,282
3	$C_3$ (0,218)	$C_{3-1}$	0,333	0,373	0,286	0,341
		$C_{3-2}$	0,309	0,513	0,129	0,358
		$C_{3-3}$	0,358	0,333	0,333	0,333
4	$C_4$ (0,325)	$C_{4-1}$	0,249	0,333	0,333	0,333
		$C_{4-2}$	0,519	0,254	0,492	0,254
		$C_{4-3}$	0,232	0,333	0,333	0,333
5	$C_5$ (0,115)	$C_{5-1}$	0,224	0,333	0,333	0,333
		$C_{5-2}$	0,374	0,333	0,333	0,333
		$C_{5-3}$	0,402	0,333	0,333	0,333

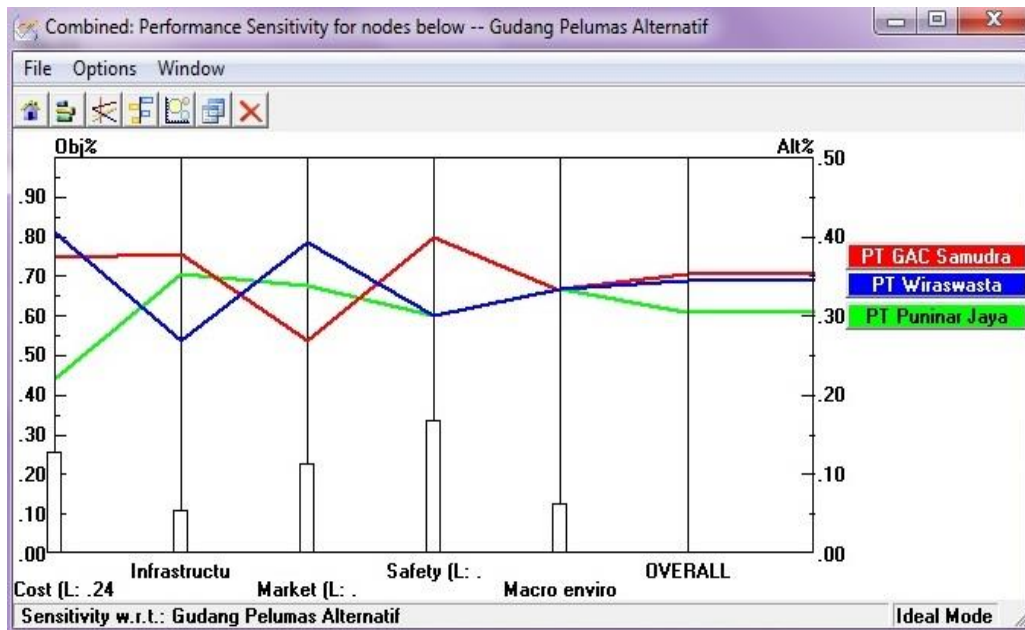
Dengan mendapatkan bobot masing-masing gudang alternatif terhadap sub-kriteria, maka bobot global dari masing-masing gudang alternatif secara otomatis dihasilkan dengan pengolahan menggunakan perangkat lunak *expert choice 11* seperti disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Bobot global gudang pelumas pada hirarki prioritas pemilihan gudang pelumas.

Gambar 3 menunjukkan bahwa gudang alternatif PT GAC Samudra Logistics ( $WH_2$ ) memiliki bobot tertinggi yaitu 0,353 yang lebih besar dari pada gudang pelumas lainnya sehingga direkomendasikan untuk dipilih sebagai gudang pelumas baru. Peringkat kedua adalah PT Wiraswasta Gemilang Indonesia ( $WH_1$ ) dengan bobot 0,344 dan peringkat ketiga adalah PT Puninar Jaya ( $WH_3$ ) dengan bobot 0,304. *Inconsistency ratio* yang dihasilkan sebesar 0.05 sehingga penilaian pakar responden dianggap valid dan tidak diperlukan revisi penilaian.

Selanjutnya dilakukan analisis sensitifitas. Dari performa sensitifitas yang dihasilkan pada Gambar 4 terlihat bahwa PT GAC Samudra Logistics ( $WH_2$ ) lebih banyak dipilih pakar karena unggul dalam kriteria infrastruktur dan *safety*, sedangkan PT Wiraswasta Gemilang Indonesia ( $WH_1$ ) lebih dipilih oleh para pakar pada kriteria biaya (*cost*) dan kriteria pasar (*market*).



Gambar 4 Performa sensitivitas prioritas pemilihan gudang pelumas

## KESIMPULAN

Pada tahap pra-kualifikasi pemilihan gudang pelumas digunakan enam kriteria, yaitu biaya pelayanan, ukuran gudang, pengalaman *handling* pelumas, *management* K3, sertifikasi mutu, dan *management warehouse system* (ERP). Berdasarkan kriteria penilaian pra-kualifikasi direkomendasikan tiga alternatif gudang pelumas, yaitu PT GAC Samudra Logistics, PT Wiraswasta Gemilang Indonesia, dan PT Puninar Jaya.

Pada tahap kualifikasi, proses pemilihan gudang pelumas menggunakan kriteria biaya (*cost*), infrastruktur (*infrastructure*), pasar (*market*), keamanan (*safety*) dan lingkungan makro (*macro environment*). Pada kriteria biaya, sub-kriteria yang digunakan adalah biaya pelayanan, biaya transportasi, biaya pemindahan barang, dan biaya asuransi. Kriteria infrastruktur terdiri dari sub-kriteria keterhubungan dengan moda transportasi, kualitas peralatan yang tersedia, kualitas dari personel, area public yang ada, dan lahan parkir yang tersedia. Pada kriteria pasar digunakan sub-kriteria kedekatan dengan konsumen, kedekatan dengan produsen atau pemasok, dan respon waktu yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah. Pada kriteria keamanan, sub-kriteria yang digunakan adalah: indeks kejahatan dan pencurian, sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja (K3), dan sistem keamanan mandiri serta dukungan dari aparat kepolisian. Pada kriteria lingkungan makro digunakan sub-kriteria kesesuaian lingkungan, izin dari pemerintah setempat, dan isu lingkungan yang ditimbulkan.

Metode AHP digunakan pada tahap kualifikasi untuk mendapatkan bobot gudang alternatif sehingga dapat ditentukan prioritas global gudang pelumas alternatif dengan menggunakan kriteria dan sub-kriteria. Prioritas yang dihasilkan adalah PT GAC Samudra Logistics pada urutan pertama dengan bobot 0,353, PT Wiraswasta Gemilang Indonesia pada urutan kedua dengan bobot 0,344, dan PT Puninar Jaya pada urutan ketiga dengan bobot 0,304. PT GAC Samudra Logistics unggul pada kriteria infrastruktur dan keamanan (*safety*), sedangkan PT Wiraswasta Gemilang Indonesia unggul pada kriteria biaya (*cost*) dan pasar (*market*).

## DAFTAR PUSTAKA

Altintas, O., Keuschen, K., Saur, A., & Klumpp, M. (2010). Analytical hierarchy process for location problems in logistics. *Proceedings of 16th International Working Seminar on Production Economics Conference*, (pp.1-12), Innsbruck: Eigenverlag.

- Aruldoss, M., Lakshmi, T., & Venkatesan, V. (2011). A Survey on multi criteria decision making methods and its applications. *American Journal of Information Systems*, 4(1), 31 - 43.
- Aguezzoul, A., & Rabenasolo, B. (2006). Multicriteria decision aid tool for third-party logistics provider's selection. *Proceedings of International Conference Service Systems and Service Management (ICSSSM)*, (pp.32-43), Troyes France.
- Ashrafzadeh, M., Rafiei, F., & Zare, Z. (2012). Application of fuzzy analytic hierarchy process method for the selection of warehouse location: a case study. *International Journal of Business and Social Science*, 3(4), 112 - 125.
- Asian Development Bank (2014). *Economic*. Retrieved from <http://www.adb.org/id/indonesia/economy>
- Atmanti, H. (2008). *Analytical hierarchy process sebagai model yang luwes. Proceeding of INSAHP5*, (pp.1– 9), Semarang Indonesia: Diponegoro University.
- Awasthi, A., & Chauhan, S. (2011). A multi-criteria decision making approach for location planning for urban distribution centers under uncertainty. *Mathematical and Computer Modeling*, 53(1), 98 – 109.
- Benyoucef, L., Ding, H., & Xie, X. (2003). Supplier selection problem: selection criteria and methods. *Rapport de recherche INRIA Lorraine*, 32(2), 126-138.
- Basuki, A. (2011). Fuzzy multi criteria decision making untuk pemilihan lokasi gudang distribusi. *Rekayasa*, 4(1), 61- 68.
- Çakir, E., Tozan, H., & Vayvay, O. (2009). A Method for selecting third party logistic service provider using fuzzy AHP. *Journal of Naval Science and Engineering*, 5(3), 38-54.
- Chima, M. (2007). Supply-chain management issues in the oil and gas industry. *Journal of Business & Economics Research*, 5(6), 27-36.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2007). *Supply chain management 3<sup>rd</sup> edition*. New Jersey: Pearson Education, Inc.
- Coyle, G. (2004) *The analitic hierarcy proces (AHP) practical strategy*. Pearson Education Limited.
- Djulfikri. (2013). Penentuan lokasi pabrik dalam rencana untuk perluasan perusahaan (Studi di PT 3M Indonesia dengan sistem proses hirarki analitik). *Jurnal Aplikasi Manajemen*, 11(1), 161-176.
- Findawati, Y., Imrona, M., & Dayawati, R. (2010). Aplikasi pendukung under writing akseptasi dan penerbitan polis pada AJB Bumiputera 1912 menggunakan metode fuzzy-AHP dan weighted product model. *Teknologi*, 5(1), 31-37.
- Frazelle, E. (2002). *Supply chain strategy the logistics of supply chain management*. The McGraw-Hill Companies Inc.
- Garcia, L, Salvador, A, Noriega M. & Erwin, A, Martinez G. (2008). A Multi criteria Approach For The Location of A Produce Warehouse. *International Journal of Industrial Engineering*, 10(18), 409 - 417.
- Ishizaka, A., & Nemery, P. (2013). *Multi-criteria decision analysis methods and software*. John Wiley & Sons Ltd.
- Kementerian Perindustrian. (2013). *Hulu-hilir industri pelumas belum terintegrasi*. Retrieved from <http://www.kemenperin.go.id/artikel/7112/Hulu-Hilir-Industri-Pelumas-Belum-Terintegrasi>.
- Ko, J. (2005). Solving a distribution facility problem using analytic hierarchy process approach. *ISAHP*, 11(1), 1-6.
- Kusumadewi, S., Hartati, S., Harjoko, A., & Wardoyo, R. (2006). *Fuzzy multi-attribute decision making (Fuzzy MADM)*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Mendoza, A., Santiago, & Ravindran, R. (2008). A three phase Multicriteria to the supplier selection problem. *International Journal of Industrial Engineering*, 15(2), 195-210.
- Nazir, M. (2005). *Metode penelitian*. Jakarta: Penerbit Graha Indonesia.
- Ramaa, Rangaswamy, T.M., & Subramanya, K. N. (2010). AHP based performance measurement system of supply chain. *Global Journal of Management and Business Research*, 10(5), 9-16.
- Saaty, T. (2005). Making and validating complex decision with the AHP/ANP. *Journal of System Science and System Engineering*, 14(1), 1-36.
- Syaifullah, (2010). *Pengenalan metode AHP (Analytical Hierarchy Process)*. Retrieved from [http:// www.syaifullah08.wordpress.com](http://www.syaifullah08.wordpress.com).
- Sawicka, H., Węgliński, S., & Witort, P. (2010). Application of multiple criteria decision aid method in logistic system. *Electronic Scientific Journal of Logistics*, 6 (10), 99-110.
- Shahraki, M., Dejkam, R., & Askarzadeh, F. (2013). Representing an industrial location model, using utilization of multi criteria decision making (MCDM) in fuzzy environments. *Resources Assessment and Management Technical Paper*, 38(2), 264-285.
- Šimunovic, K., Draganjac, T., & Lujic, R. (2011). Supplier selection using a multiple criteria decision making method. *International Journal Strojarstvo*, 53 (4), 293-300.

- Soh, S. (2009). A decision model for evaluating thrid-party logistics provider using fuzzy analytical hierarchy process. *African Journal of Business Management*, 4(3), 339-349.
- Susanty,S.,& Ratnasari,L. (2012). Analisa pemilihan pemasok dengan metode Analytical Hierarchy (AHP) di PT X. *Seminar Nasional Teknik Industri III Universitas Trisakti*, 37(1), 1-7.
- Vijayvargiya, A., & Dey, A. (2010). An analytical approach for selection of a logistics provider. *Management Decision*. 48 (3), 403-418.