



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**PEMERINGKATAN DAN PENGUKURAN EFISIENSI  
*SUPPLIER* BERDASARKAN *GREEN PURCHASING*  
DENGAN METODE *ANALYTICAL NETWORK PROCESS*  
DAN *DATA ENVELOPMENT ANALYSIS***

**SKRIPSI**

**HADI AL RASYID  
0806458864**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
DEPOK  
JUNI 2012**



**UNIVERSITAS INDONESIA**  
**PEMERINGKATAN DAN PENGUKURAN EFISIENSI**  
***SUPPLIER* BERDASARKAN *GREEN PURCHASING***  
**DENGAN METODE *ANALYTICAL NETWORK PROCCES***  
***DAN DATA ENVELOPMENT ANALYSIS***

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana**  
**Teknik**

**HADI AL RASYID**  
**0806458864**

**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI**  
**DEPOK**  
**JUNI 2012**

ii

Universitas Indonesia

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : HADI AL RASYID**

**NPM : 0806458864**

**Tanda tangan :** 

**Tanggal : Juni 2012**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Hadi Al Rasyid  
NPM : 0806458864  
Program Studi : Teknik Industri  
Judul Skripsi : Pemingkatan Dan Pengukuran Efisiensi  
*Supplier* berdasarkan *Green Purchasing*  
Dengan Metode *Analytical Network Proccess* Dan  
*Data Envelopment Analysis*.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir Yadrifil, M Sc (  )

Penguji : Prof. Dr. Ir Yuri Zagloel, M.Eng (  )

Penguji : Ir Erlinda Muslim, MEE (  )

Penguji : Ir Djoko Gabriel, MT (  )

Ditetapkan di : Depok  
Tanggal : 21 Juni 2012

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya yang melimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat waktu. Selain itu penulis juga mau mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu, ayah, adik-adik dan keluarga penulis yang telah banyak memberikan do'a, dorongan motivasi dan bantuannya yang tidak terkira agar penulis dapat memberikan kelancaran dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Ir Yadrifil M.Sc, selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing dan memberikan masukan selama penulisan.
3. Bapak Prof Dr Ir Yuri Zagloel M.Eng selaku kepala lab sistem manufaktur yang telah banyak memberi masukan kepada penulis.
4. Bapak Romadhani Ardi S.T., M.T, yang telah banyak membantu membimbing dan memberikan masukan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. PT. UTR (United Tractor Grup), Pak Heri Hendari dan juga Pak Hafidz yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini .
6. Dosen-dosen di departemen TIUI, yang telah memberikan masukan dan ilmu selama penulis melakukan pembelajaran.
7. Misbahul Muzakki, Abdullah Rusydi, Lukat Nur Halim, Jody Pranata, Ilham Winoto dan Lusyaneko Tantri selaku teman satu laboratorium yang telah memberikan bantuan selama penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Semua teman-teman di Universitas Indonesia, Danil, Rizal, Dede, Farid, Darus, Oza dan juga Seluruh staf departemen TIUI yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Selain itu penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Depok, Juni 2012



Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hadi Al Rasyid  
NPM : 0806458864  
Departemen : Teknik Industri  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**Pemeringkatan dan Pengukuran Efisiensi *Supplier* berdasarkan  
*GreenSupplier* Dengan Metode *Analytical Network Proccess* dan *Data Envelopment Analysis***

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : Juni 2012  
Yang Menyatakan



(Hadi Al Rasyid)

## ABSTRAK

Nama : Hadi Al Rasyid  
Program Studi : Teknik Industri  
Judul : Pemingkatan Dan Pengukuran Efisiensi *Supplier*  
Berdasarkan *Green Purchasing* Dengan Metode *Analytical Network Process* Dan *Data Envelopment Analysis*.

Pemilihan *supplier* merupakan salah satu hal terpenting dalam *supply chain*, dengan sering berkembangnya tuntutan zaman untuk sebuah industri yang ramah lingkungan, perkembangan *supply chain* pun juga menuntut untuk lebih ramah lingkungan, hal ini dijawab dengan adanya pemilihan *supplier* yang ramah lingkungan pada kriteria-kriterianya. Dalam penelitian ini akan mencoba mencari pemingkatan dan pengukuran efisiensi *supplier* bahan kimia berbasis lingkungan dimana. Dari penelitian ini didapat bahwa bobot untuk kriteria *supplier* yang ramah lingkungan lebih dominan dibanding kriteria tradisional. Dan dari hasil rating dan evaluasi dari ke tiga *supplier* tersebut, *supplier* no 3 menjadi *supplier* yang memiliki peringkat yang paling tinggi berdasarkan ANP dan pengukuran efisiensi yang paling tinggi berdasarkan DEA.

Kata kunci:

ANP, DEA, Pemilihan *Supplier*, *Supplier* Ramah Lingkungan

## ABSTRACT

Name : Hadi Al Rasyid  
Study Program : Industrial Engineering  
Title : Rating and Measurement of Supplier based on Green Purchasing with Using Analytical Network Process and Data Envelopment Analysis Methode

*Supplier* selection is the one of the most important thing in supply chain. With the growing demand for a green industry, development of the supply chain management is lead to maintenance of the environment which known as green *supplier* chain management, green purchasing is one part to achieve green supply chain management. This paper we will rank and measure efficiency the *supplier* based on green criteria. the result of this paper we can know that green criteria is more dominant than tradisional criteria, and *supplier* 3 have the first rank based on ANP and the most efficient *supplier* based on DEA.

Key words:

ANP, DEA, Green *Supplier*, *Supplier* Selection.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR RUMUS</b> .....	<b>xii</b>

<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Diagram Keterkaitan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.6 Metodologi Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan .....	7
<b>2. DASAR TEORI</b> .....	<b>9</b>
2.1 Pembelian Bahan Baku .....	9
2.1.1 Tujuan Pembelian Bahan Baku .....	9
2.1.2 Tahap Pembelian Bahan Baku .....	11
2.1.3 Strategi Dalam Pembelian Bahan Baku .....	12
2.1.4 Pemilihan <i>Supplier</i> .....	14
2.2 Analytical Network Process (ANP).....	17
2.2.1 Tahap Pembuatan ANP.....	18
2.3 Data Envelopment Analysis .....	23
2.3.1 Persyaratan Permodelan DEA .....	24
2.3.2 Model Charnes, Cooper & Rhodes .....	25
2.3.2.1 Persamaan Linear Programming CCR .....	25
.....2.3.2.2 Orientasi Optimasi CCR.....	27
2.3.3 Model Banker, Charnes dan Cooper.....	27
2.3.3.1 Persamaan Linear Programming BCC .....	28
2.3.3.2 Orientasi Optimasi BCC.....	29
2.3.4 <i>Return to Scale</i> .....	29
2.3.5 Permodelan lanjutan .....	31
2.3.5.1 Permodelan dengan pembatasan Pembobotan.....	31
2.3.5.2 Variabel Non-Discretionary .....	32
2.3.5.3 Interpretasi Hasil Permodelan.....	33



2.3.5.4 <i>Technical</i> dan <i>Scale Efficiency</i> .....	33
2.3.5.5 Perhitungan Nilai Efisiensi .....	33
2.3.5.6 Penentuan <i>reference set</i> .....	34
2.3.6 Keunggulan dan Kekurangan Metode DEA .....	34
<b>3. PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA .....</b>	<b>36</b>
3.1 Profil Perusahaan .....	36
3.2 Penilaian Performa <i>Supplier</i> .....	41
3.2.1 Tahap ANP .....	44
3.2.2 Tahap DEA .....	50
3.2.2.1 Model DMU .....	50
3.2.2.2 Pemilihan Variabel Input dan Output .....	51
3.2.2.3 Pemilihan Model DEA yang Digunakan .....	53
3.2.2.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data DEA .....	54
<b>4. ANALISIS .....</b>	<b>60</b>
4.1 Analisis Penilaian Performa <i>Supplier</i> .....	60
4.1.1 Fase 1 – Definisi Masalah .....	60
4.1.2 Fase 2 Formulasi Kriteria .....	60
4.1.3 Fase 3 Kualifikasi Awal .....	61
4.1.4 Fase 4 Penentuan <i>Supplier/</i> Pemingkatan <i>Supplier</i> .....	61
4.1.4.1 Tahap 1 ANP Mengkonstruksi Model .....	62
4.1.4.2 Tahap 2 ANP Membuat Matriks Perbandingan .....	67
4.1.4.3 Tahap 3 ANP Pengecekan Rso Inkonsistensi .....	68
4.1.4.4 Tahap 4 ANP Membentuk Supermatrix .....	69
4.1.4.5 Tahap 5 ANP Pemberian Rating <i>Supplier</i> .....	74
4.2 Analisis DEA-Pengukuran Efisiensi .....	78
4.2.1 Analisis Nilai Efisiensi .....	79
4.2.2 Analisis Bobot Masing-Masing Kriteria .....	80
4.2.3 Analisis <i>Benchmark</i> dan Nilai Intensitas .....	80
4.2.4 Analisis Bobot Nilai <i>Slack</i> .....	81
Usulan Perbaikan Kepada Pihak <i>Supplier</i> .....	82
<b>5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>84</b>
5.1 Kesimpulan .....	84
5.2 Saran .....	85
<b>DAFTAR REFERENSI .....</b>	<b>86</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Daftar Intensitas Kepentingan ANP.....	21
Tabel 2.2 Jenis Efisiensi <i>Decision Making Units</i> .....	27
Tabel 3.1 Pembagian Jam Kerja PT UTR.....	38
Tabel 3.2 Alokasi Pekerja dalam setiap Workstation .....	40
Tabel 3.3 Daftar Kriteria Sebelum di Eliminasi.....	41
Tabel 3.4 Daftar Koresnponden Kuesioner.....	42
Tabel 3.5 Kriteria dan Subkriteria yang Dgunakan Perusahaan .....	43
Tabel 3.6 Bobot Kriteria dan Subkriteria.....	45
Tabel 3.7 Rating <i>Supplier</i> .....	50
Tabel 3.8 Input dan Output pada DEA.....	52
Tabel 3.9 Nilai Masing-Masing Variabel di Model DEA .....	55
Tabel 4.1 Unweighted Supermatrix pada Cluster Harga .....	69
Tabel 4.2 Unweighted Supermatrix pada Cluster Delivery .....	70
Tabel 4.3 Urutan Bobot Kriteria .....	71
Tabel 4.4 Urutan Bobot Subkriteria .....	73
Tabel 4.5 Nilai kriteira Menggunakan Orientasi Input (DEA) .....	80
Tabel 4.6 Benchmark dan Nilai Intensitas <i>Supplier</i> .....	81
Tabel 4.7 Nilai <i>Slack</i> Menggunakan Orientasi Input .....	81

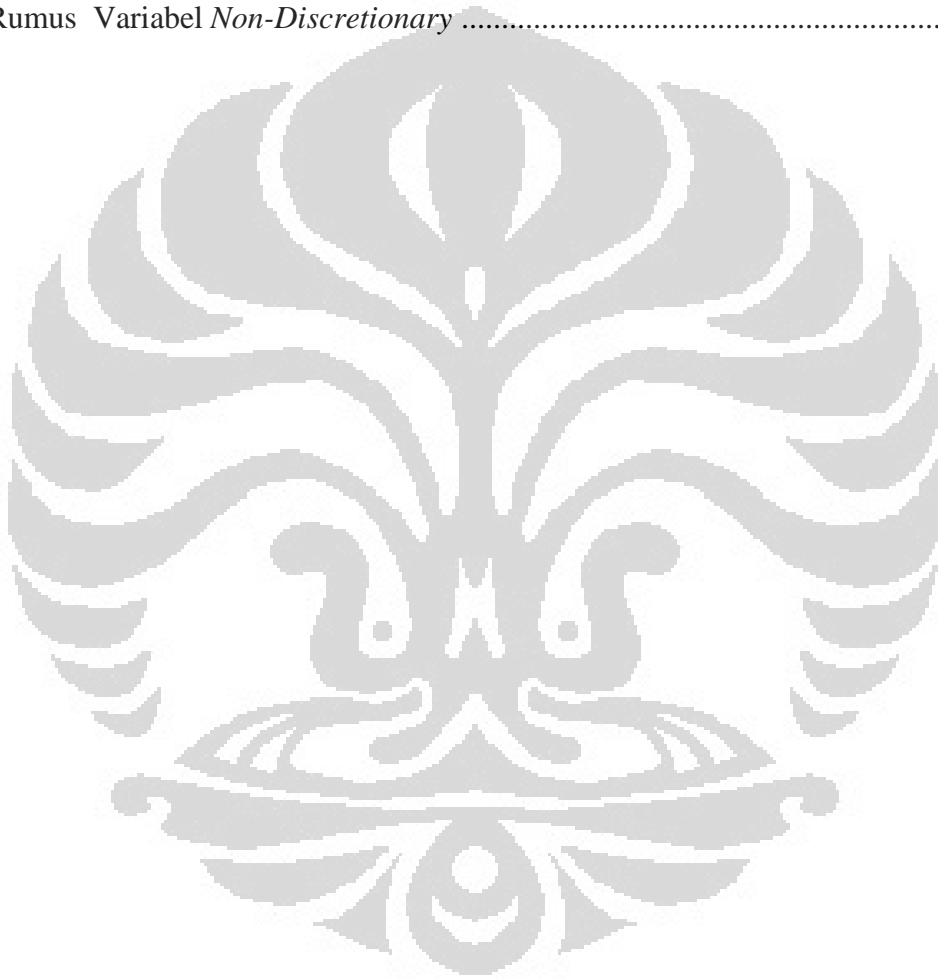
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah .....	4
Gambar 1.2 Diagram Alir Metodologi Penelitian .....	7
Gambar 3.1 Tata Letak Produksi PT UTR .....	38
Gambar 3.2 Interface Model ANP pada <i>Software Super Decision</i> .....	45
Gambar 3.3 Gambar Input Perbandingan Berpasangan pada ANP .....	46
Gambar 3.4 Menghitung Rasio Inkonsistensi .....	47
Gambar 3.5 Model DEA .....	53
Gambar 3.6 Tampilan Hasil Model DEA dengan Model VRS Orientasi Input .....	59
Gambar 4.1 Pie-Chart Bobot Kriteria .....	71
Gambar 4.2 Pie Chart Bobot Tradisional vs Bobot Lingkungan .....	72



## DAFTAR RUMUS

Rumus Vektor Bobot Prioritas .....	22
Rumus Consistensi Index and Consistensi Ratio.....	22
Rumus Efisiensi Teknikal Unit .....	23
Rumus DEA CCR .....	25
Rumus Primal DEA CCR .....	26
Rumus Dual DEA CCR .....	26
Rumus DEA BCC .....	28
Rumus Variabel <i>Non-Discretionary</i> .....	32



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan meningkatnya isu *global warming*, konsumen disuluruh dunia sudah mulai peduli dengan isu lingkungan, khususnya di Indonesia. Salah satu masalah yang menjadi penyebab dari isu *global warming* adalah kegiatan industri yang tidak ramah lingkungan. Untuk mengatasinya, negarapun berperan dengan menyiapkan berbagai peraturan untuk mendukung menciptakan iklim industri yang ramah lingkungan yang salah satunya mengenai pengadaan barang yang ramah lingkungan yang dapat terlihat di *draft* keppres tahun 2003 pasal satu yang berbunyi “Konsep Ramah Lingkungan merupakan suatu proses pemenuhan kebutuhan Barang/Jasa Kementrian/Lembaga/Daerah/Instansi sehingga keseluruhan tahapan proses pengadaan tidak hanya memberikan manfaat untuk K/L/D/I tetapi juga untuk masyarakat dan perekonomian dengan **meminimalkan dampak kerusakan lingkungan.**”

Untuk mengatasi masalah tersebut dan juga seiring dengan meningkatnya kepedulian konsumen terhadap lingkungan hidup, wacana mengenai konsep industri yang berwawasan lingkungan telah memaksa industri melakukan penyesuaian dengan konsep *green industries* dalam setiap bisnis prosesnya termasuk dalam *supply chain management* dan *procurement*. Permasalahan selanjutnya yang muncul adalah ketika menentukan alternatif *supplier* menjadi semakin kompleks seiring dengan tuntutan konsep *green procurement*. Pemilihan *supplier* tradisional pada umumnya menggunakan kriteria kualitas, *delivery time*, harga dan pelayanan namun masih mengesampingkan faktor lingkungan. Hal ini sangat merugikan khususnya bagi industri yang mempunyai jenis material atau bahan baku yang sangat rentan mengganggu keselamatan lingkungan sehingga aplikasi *green procurement* sangat diperlukan (Lee et al, 2009). Melihat permasalahan tersebut Lee et al (2009) merekomendasikan kriteria pemilihan *supplier* berbasis *green procurement* yang terstruktur menggunakan kriteria *quality, technology capability, total Product life cycle cost, Green image,*

*Pollution control, environment management, green product* dan *green competencies* sebagai berbagai parameter pengambilan keputusan. Perbedaan yang terlihat jelas antara *green procurement* dengan *traditional* adalah pada *green procurement* ini lebih mengedepankan konsep sustainable terhadap lingkungan hidup namun tetap mengutamakan kualitas produk.

Bukti nyata dari perwujudan dan kesadaran lingkungan dalam jaringan rantai pasok dalam industri, maka pada saat ini banyak pemain dalam industri mengimplementasikan sertifikasi standar bagi penerapan manajemen operasi secara berwawasan lingkungan, seperti ISO 14001 dan lain-lain (Zhu et al, 2007; Lee et al, 2009 dan Park et al, 1996). Fenomena ini adalah bukti nyata dari sebagian penerapan manajemen jaringan rantai pasok yang berwawasan lingkungan (*Green Procurement*).

PT X sebagai salah satu perusahaan kontaktor alat berat terbesar di Indonesia memerlukan bahan kimia yang sangat banyak pada setiap proses produksinya. Hal ini seringkali mengakibatkan tidak ramahnya proses produksi di PT X terhadap lingkungan. Hal ini sungguh tidak sejalan dengan program *green* yang sedang berjalan pada PT X seperti :

1. Mencapai peringkat minimum hijau dalam penerapan Astra *Green Company*, dengan meraih bintang 3 dalam penerapan Astra *Green Company*
2. Berusaha untuk **mencegah pencemaran lingkungan** dengan menggunakan evaluasi secara berkala dan perbaikan secara terus menerus
3. Mengintegrasikan sistem kebijakan *human capital, learning center* dan *environment social responsibility* di PT X dan anak perusahaannya.

Oleh karena itu, dengan metode pembelian bahan kimia dengan menggunakan kriteria tradisional yang dilakukan perusahaan selama ini dirasa tidak cukup relevan lagi dengan kondisi saat ini, diperlukan adanya inovasi baru terhadap pembelian agar sistem produksi di PT X dapat lebih ramah lingkungan, salah satunya dengan melakukan pembelian dengan menggunakan kriteria yang ramah lingkungan.

Penelitian menggunakan metode *Analytical Network Process* (ANP) dalam menentukan bobot kriteria. ANP dipilih karena keunggulannya dalam menangkap interaksi ketergantungan dan interdependensi antar kriteria dan subkriteria. ANP memberikan kerangka baru untuk menyelesaikan permasalahan keputusan tanpa membuat asumsi independen elemen yang lebih tinggi levelnya dari elemen yang lebih rendah, bahkan ANP menggunakan jaringan tanpa perlu menetapkan level seperti dalam hirarki. Dengan menggunakan ANP dapat diidentifikasi hubungan antara subkriteria finansial, kapasitas produksi dan ketepatan waktu pengiriman dari kriteria pelayanan serta kriteria kualitas. Pembobotan alternatif *supplier* juga akan mempengaruhi nilai kepentingan subkriteria performansinya. Setelah didapat bobot kriteria dan peringkat *supplier* dengan menggunakan ANP, kita akan melakukan pengukuran efisiensi supplier tersebut dengan menggunakan metode Data Envelopment Analysis (DEA). Tujuan untuk membantu pihak manajemen dalam mengelola hubungan dengan *supplier* serta menyediakan informasi sebagai salah satu syarat untuk pengambilan keputusan strategi manajemen dalam pemilihan pemasok.

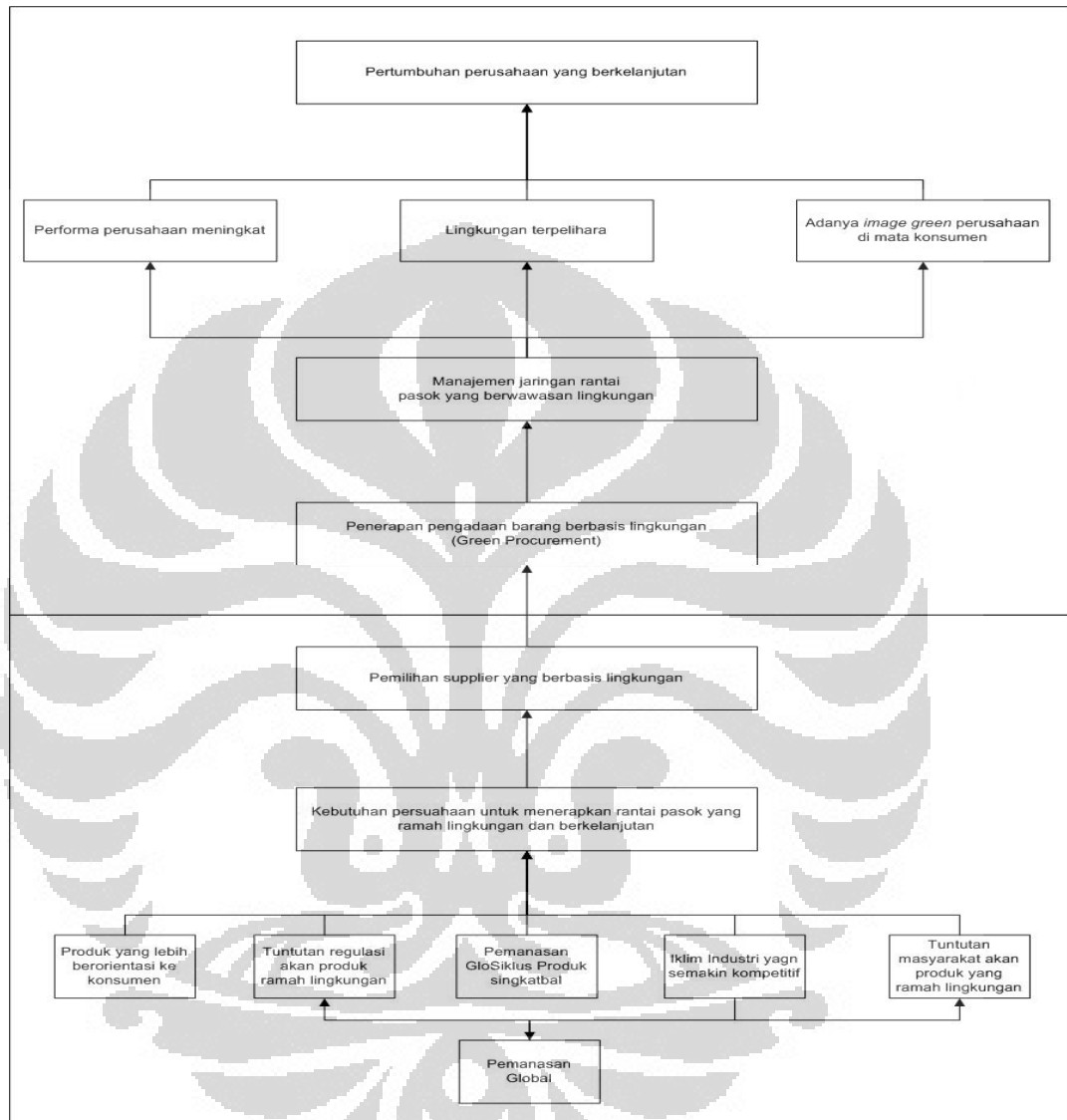
## 1.2 Rumusan Masalah

1. Sampai sekarang ini pemilihan *supplier* bahan kimia di perusahaan ini masih belum secara khusus mempertimbangkan kriteria lingkungan
2. Selama ini dirasakan adanya masalah lingkungan, keselamatan kerja dan kesehatan (HSE) selama menggunakan kriteria *Purchasing*
3. Belum adanya pengukuran dalam kinerja dari *supplier-supplier* perusahaan

## 1.3 Diagram Keterlibatan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, digambarkan Diagram keterkaitan Masalah (DKM). DKM merupakan suatu alat penyederhanaan penyajian dari argumen-argumen yang menjadi pondasi alasan penulisan laporan ini dan efek yang diharapkan jika solusi dilaksanakan. DKM akan memberikan ulasan tentang latar belakang permasalahan akibat belum adanya laporan terintegrasi antara penjadwalan

dan biaya yang dapat memberikan analisa yang komprehensif untuk pengambilan keputusan. Adapun DKM dalam tulisan ini tercantum pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Diagram Keterkaitan Masalah

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

Menentukan kriteria dan subkriteria *supplier* yang berbasis *green procurement* sebagai dasar dalam pemilihan alternatif *supplier* perusahaan,



serta melakukan pemeringkatan dan pengukuran terhadap efisiensi dari *supplier-supplier* tersebut.

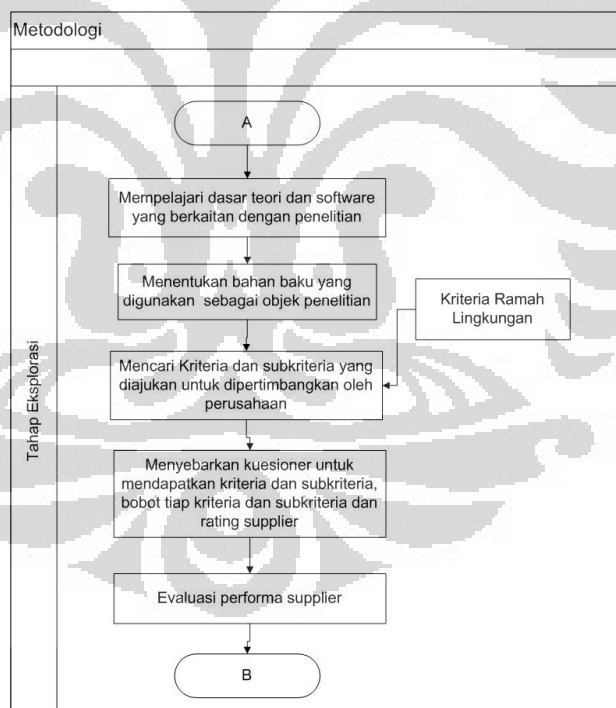
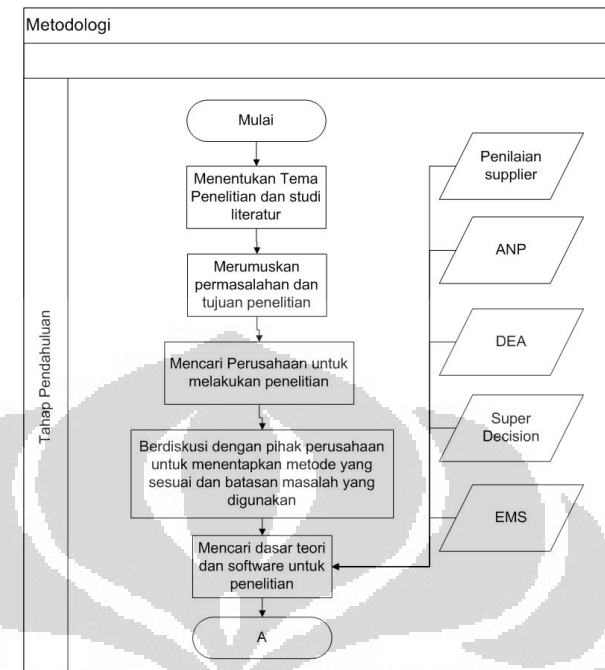
### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

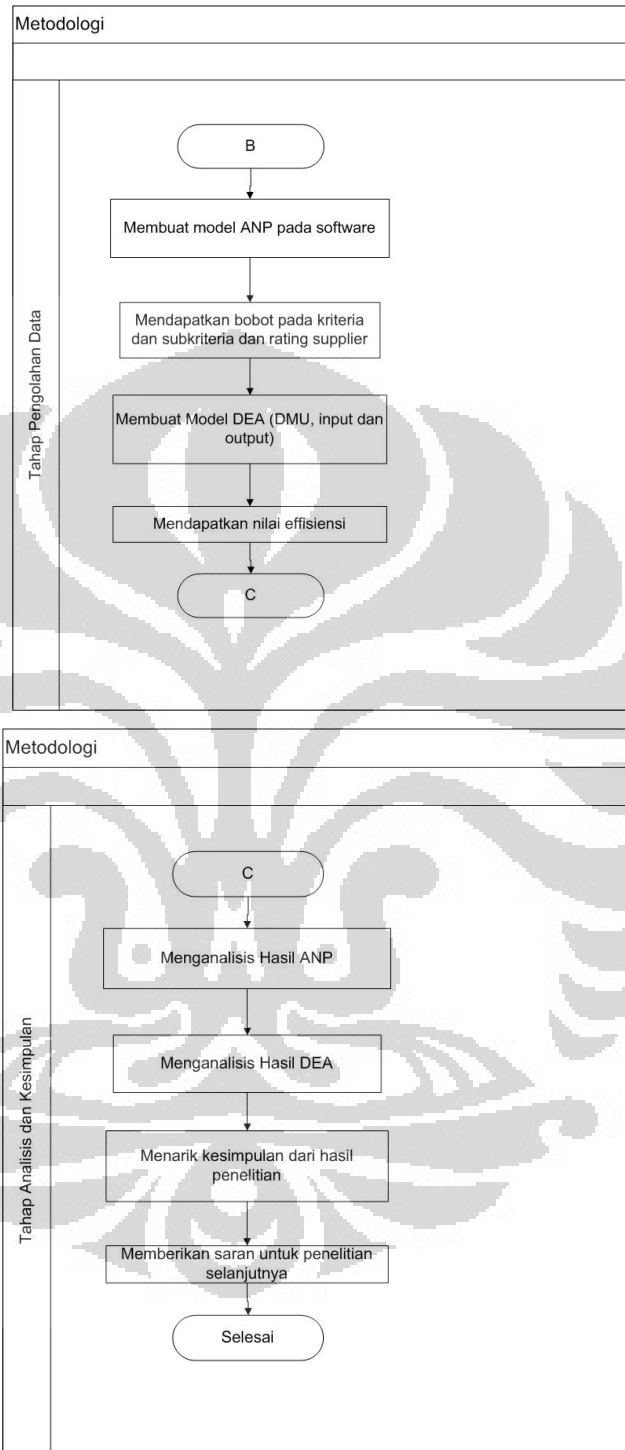
Permasalahan yang dirumuskan dalam tulisan ini dibatasi oleh hal-hal sebagai berikut :

1. Studi kasus dilakukan pada pemilihan *supplier* di suatu perusahaan.
2. Calon *supplier* yang dipilih adalah calon-calon *supplier* yang telah diajukan oleh pihak kontraktor pemenang tender.
3. Komputasi baik untuk ANP menggunakan *software super decision* 1.6.0
4. Komputasi *Data Envelopment Analysis* menggunakan *software* EMS 1.3
5. Kriteria hijau yang digunakan adalah kriteria seleksi *supplier* hijau *lee et al, 2009* dengan modifikasi penyesuaian yang cocok di Indonesia melalui wawancara dengan para pakar.

### **1.6 Metodologi Penelitian**

Agar tujuan penelitian dapat tercapai, maka keseluruhan kegiatan penelitian dirancang sesuai diagram alir seperti yang ditunjukkan sebagai berikut :





**Diagram Alir Metodologi Masalah**

### 1.7 Sistematika Penulisan

Langkah-langkah penulisan laporan ini dilakukan dengan sistematis sebagai berikut :

1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini diidentifikasi akan adanya masalah pada pemilihan *supplier* pada pengadaan *supplier* bahan kimia yang belum mengadopsi konsep lingkungan dan melalui ulasan jurnal-jurnal akademis internasional.

2. Pengumpulan Data

Data pengadaan *supplier* didapatkan melalui dokumen pengadaan yang terdapat di perusahaan.

3. Pemilihan Metodologi

Pemilihan metodologi dilakukan berdasarkan ulasan jurnal untuk mendapatkan metodologi yang tepat dan berdaya guna.

4. Pengolahan Data dan Analisis

Pada tahap ini pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode yang dipilih menggunakan *software superdecision 1.6.0*, dilanjutkan dengan analisa atas hasil yang didapatkan.

5. Penarikan Kesimpulan

Pada tahap ini kesinergisan antara tujuan dan analisis hasil dipertemukan.

## **BAB 2**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Pembelian Bahan Baku**

Pembelian bahan baku pada perusahaan manufaktur dilakukan oleh divisi *Purchasing*, oleh karena itu kegiatan ini seringkali disebut *Purchasing*. *Purchasing* dalam suatu perusahaan manufaktur dapat diartikan sebagai kegiatan untuk mendapatkan barang-barang seperti bahan baku, dan pasokan operasional dengan menggunakan uang atau benda lain yang setara nilainya dengan uang (Wisner, Leong dan Tan, 2005). Lendeers (1997) mengartikan *Purchasing* sebagai proses pembelian, pencarian kebutuhan, pemilihan *supplier*, negosiasi harga dan *controlling* untuk memainkan peranan penting dalam mengembangkan efisiensi pada perusahaan agar perusahaan dapat lebih kompetitif. Potensi dalam bentuk inventory material memalui perencanaan yang baik dan pemilihan proses produksi, menjaga hubungan baik antara perusahaan dan *supplier* agar dapat dilakukan pengembangan dalam hal proses pembelian bahan baku dan bahan baku yang dibeli.

##### **2.1.1. Tujuan Pembelian Bahan Baku**

Secara umum, tujuan dari pembelian bahan baku adalah untuk mendapatkan bahan baku yang tepat pada kuantitas yang tepat di waktu dan tempat yang tepat dari pemasok yang tepat dengan pelayanan yang baik dan pada harga yang optimal. Secara spesifik, terdapat sembilan tujuan yang ingin dicapai, yaitu :

- a. Menyediakan pasokan bahan baku yang dibutuhkan secara stabil

Kekurangan bahan baku dalam proses produksi dapat menyebabkan kerugian yang besar pada perusahaan. Proses produksi akan terganggu bahkan terhenti dan dapat mengakibatkan perusahaan tidak dapat mencapai kuantitas produksi yang seharusnya dicapai, meningkatkan biaya proses produksi, kehilangan penjualan, dan kehilangan kepercayaan konsumen.

- b. Menjaga investasi pada inventory pada level optimum

Perlu dilakukan penyesuaian untuk level inventory yang ditetapkan perusahaan, karena inventory yang terlalu banyak akan merugikan perusahaan, karena adanya biaya penyimpanan bahan baku, namun inventory yang terlalu sedikit dapat memberikan resiko kekurangan bahan baku untuk proses produksi.

c. Menjaga dan meningkatkan kualitas

Untuk mendapatkan output produksi sesuai keinginan, maka level kualitas input produksi harus ditetapkan. Kebutuhan untuk menjaga dan meningkatkan kebutuhan kualitas input mendapatkan perhatian karena dapat menjaga perusahaan untuk tetap kompetitif.

d. Mencari dan mengembangkan *supplier* yang potensial.

Salah satu kunci dalam keberhasilan pembelian bahan baku adalah dalam mencari *supplier*, mengembangkannya, menganalisis kemampuan *supplier* tersebut, memilih *supplier* yang terbaik dan bekerja samadengan *supplier* pilihan tersebut.

e. Standarisasi pada bahan baku yang dibeli

Jika suatu jenis bahan baku dapat digunakan untuk membuat beberapa produk yang berbeda, maka efisiensi dapat diperoleh melalui pengurangan biaya pembelian bahan baku karena adanya diskon dari *supplier* untuk pembelian dalam jumlah besar.

f. Membeli bahan baku yang dibutuhkan pada harga yang seminimal mungkin

Kegiatan pembelian bahan baku memakan biaya yang sangat besar pada perusahaan. Pembelian bahan baku harus dilakukan pada harga yang minim, namun dengan tetap memperhatikan kualitas, servis dan pengantarannya, serta kriteria performa *supliernya*.

g. Membuat perusahaan lebih kompetitif

Sebuah perusahaan akan kompetitif jika dapat mengontrol biaya dan waktu yang berkaitan dengan aktivitas – aktivitas pada *supply chain*, serta tidak melakukan aktivitas yang tidak memiliki *value added*, melalui

pembelian bahan baku yang stabil dan baik, maka aktivitas-aktivitas pada perusahaan juga akan terjaga pelaksanaannya.

- h. Menjalin hubungan yang harmonis dan produktif dengan departemen lain di perusahaan.

Kinerja departemen *Purchasing* tidak akan berjalan dengan baik tanpa adanya hubungan kerja sama yang baik dengan departemen lainnya. Beberapa departemen tersebut adalah production control, production quality control dan accounting.

- i. Mengurangi biaya administrasi pada kegiatan pembelian bahan baku

Biaya administrasi pada pembelian bahan baku dapat dilakukan dengan melakukan efisiensi pada segala kegiatan yang berkaitan dengannya. Seperti kegiatan negosiasi, peninjauan *supplier* dan pembuatan dokumen-dokumen yang dibutuhkan.

### **2.1.2 Tahapan Pembelian Bahan Baku**

Ada beberapa tahapan kegiatan yang dilakukan dalam pembelian bahan baku :

- a. Pengenalan Kebutuhan

Tahap pertama dalam pembelian bahan baku adalah pengenalan kebutuhan atas bahan baku yang akan dibeli. Pada tahap ini dibuat penentuan kuantitas bahan baku yang dibeli dan waktu pembelian.

- b. Membuat Deskripsi Kebutuhan Dengan Akurat

Pada tahap ini, bahan baku yang akan dibeli dibuat detail pembeliannya, seperti kode barang yang akan dibeli.

- c. Menentukan Sumber-Sumber yang Dapat Memasok Kebutuhan

*Supplier* yang dapat memasok kebutuhan bahan baku dibandingkan untuk dicari yang dapat memenuhi kebutuhan perusahaan.

- d. Menentukan Harga Beli

Pada tahap ini dilakukan negosiasi harga dengan *supplier*.

- e. Menyiapkan Purchase Order

Persiapan pesanan pembelian dilakukan setelah disepakati kontrak kerja sama dengan *supplier*.

f. Mengeluarkan Purchase Order

Pemesanan pembelian yang dikeluarkan dapat diberikan kepada *supplier* melalui EDI.

g. Mengontrol Pengiriman Order

Bahan baku yang dibeli dikontrol pengirimannya agar dapat tiba tepat waktu.

h. Menerima dan melakukan inspeksi dari barang yang dibeli.

Bahan baku yang telah datang kemudian diterima dan dilakukan inspeksi untuk memastikan kesesuaian kuantitas dan kualitasnya.

i. Melakukan Pembayaran.

Melakukan pembayaran sesuai kontrak kerja sama.

j. Membuat Arsip Kegiatan

Mengarsipkan kegiatan-kegiatan pembelian bahan baku sebagai database perusahaan.

### 2.1.3 Strategi dalam pembelian bahan baku

Strategi dapat didefinisikan sebagai proses berkelanjutan dari pembuatan keputusan secara sistematis yang berkaitan dengan masa depan perusahaan berdasarkan pengetahuan yang cukup disertai dengan adanya pengukuran keputusan tersebut (Peter F. Drucker, 1974). Strategi dapat juga didefinisikan sebagai rencana yang dirancang untuk mencapai tujuan jangka panjang. Hal yang harus diperhatikan dalam merancang strategi adalah dalam mendefinisikan tindakan-tindakan dalam merancang strategi adalah dalam mendefinisikan tindakan-tindakan yang harus dilakukan pada masa sekarang untuk mencapai tujuan di masa depan.

Strategi dalam sebuah perusahaan terbagi ke dalam tiga level, yaitu level korporasi, unit dan fungsi. Pembelian bahan baku sebagai salah satu kegiatan dalam perusahaan juga memiliki strategi. Strategi dalam pembelian



bahan baku dilakukan untuk mencapai tujuan-tujuan seperti yang telah dijelaskan pada poin 2.1.2.

Ada beberapa komponen keputusan yang harus dibuat berkaitan dengan pembelian bahan baku, yaitu :

a. Apa

Keputusan yang diambil adalah apakah bahan baku yang digunakan tersebut perlu dibeli dari *supplier* atau dapat dibuat oleh perusahaan.

b. Kualitas

Keputusan ini berkaitan dengan bagaimana kualitas yang ditetapkan perusahaan untuk bahan baku tersebut disesuaikan dengan harga beli yang disediakan perusahaan.

c. Berapa banyak

Keputusan ini mengenai kuantitas pembelian bahan baku, apakah dalam jumlah banyak (menyimpan inventory) atau dalam jumlah secukupnya.

d. Siapa

Keputusan ini mengenai siapa yang membuat keputusan pembelian, apakah keputusan pembelian dipusatkan atau di pecah sesuai business unitnya

e. Kapan

Keputusan ini mengenai waktu pembelian bahan baku yang optimal

f. Harga

Keputusan ini berkaitan dengan harga beli yang dikeluarkan perusahaan.

g. Dimana

Keputusan ini mengenai tempat pembelian bahan baku. Apakah bahan baku dibeli secara impor atau dari lokal ?apakah digunakan *supplier* tunggal atau multi *supplier*.

h. Bagaimana

Keputusan ini berkaitan dengan sistematika kerja sama dengan *supplier* yang dipilih

i. Mengapa

Keputusan ini mengenai evaluasi dari keputusan-keputusan yang diambil sebelumnya.

#### 2.1.4 Pemilihan *Supplier*

Untuk menjawab keputusan pembelian bahan baku yang berkaitan dengan tempat pembelian bahan baku, maka dilakukan pemilihan *supplier*. Pemilihan *supplier* pada pembelian bahan baku menajagi hal yang penting karena ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan didalamnya. De Boer (1998) membuat *framework* dalam pemilihan *supplier*, yaitu definisi masalah, formulasi dari kriteria-kriteria yang digunakan. Pada fase definisi permasalahan, ditentukan beberapa hal seperti apakah bahan baku dibeli/dibuat dan berapa jumlah *supplier* yang digunakan. Pada fase formulasi kriteria ditentukan kriteria-kriteria yang digunakan dari calon-calon *supplier* yang ada. Fase terakhir, penentuan *supplier*, menentukan *supplier* mana yang digunakan untuk menyediakan bahan baku.

a. Definisi masalah

Pada fase ini, setelah ditentukan apakah bahan baku dibeli/dibuat, maka jika keputusannya adalah bahan baku tersebut dibeli, langkah selanjutnya adalah penentuan jumlah *supplier*. Jumlah *supplier* yang digunakan untuk pembelian bahan baku merupakan hal kompleks yang harus diputuskan dengan baik. Biasanya, untuk bahan baku yang sangat penting, perusahaan cenderung menggunakan satu *supplier*. Penggunaan satu *supplier* ini memang dapat membuat hubungan antara perusahaan dan *supplier* menjadi lebih erat dan kerja sama juga menjadi lebih baik. Namun, penggunaan satu *supplier* ini cenderung memiliki resiko yang besar ketika *supplier* tersebut tidak dapat menyediakan bahan baku yang dibutuhkan pada waktu yang tepat atau performa *supplier* tersebut menurun. Hal ini akan memberikan dampak signifikan pada proses produksi perusahaan. Secara ideal,

perusahaan sebaiknya menggunakan seminim mungkin jumlah *supplier* agar dapat menjaga hubungan baik dengan nya, namun tanpa memperhatikan performa *supplier-supplier* tersebut sesuai dengan kriteria yang ditetapkan perusahaan.

Ada beberapa alasan perusahaan menggunakan satu *supplier*, yaitu :

- Membanguin hubungan yang baik dengan *supplier*
- Menjaga agar kualitas bahan bkau tidak berbeda-beda
- Meminimasi biaya
- Terdapat hak paten yang dimiliki *supplier* pada bahan baku tersebut
- Kuantitas bahan baku yang dibeli terlalu kecil untuk dipecah ke *supplier* lain.

Alasan perusahaan menggunakan multi *supplier* adalah :

- kuantitas bahan bkau yang dibeli tidak dapat dicukup oleh satu *supplier*.
- Membagi resiko yang ada pada beberapa *supplier*
- Membangun kompetisi diantara *supplier-supplier*
- Mendapatkan informasi yang lebih akurat dari *supplier-supplier* mengenai kondisi pasar, perkembangan produk dan teknologi
- Merupakan keharusan dari peraturan pemerintah atau peraturan lainnya untuk membeli dari beberapa *supplier*.

b. Formulasi kriteria

Dalam pemilihan *supplier*, perusahaan perlu menetapkan kriteria-kriteria yang harus dipenuhi oleh calon-calon *supplier* tersebut. Kriteria-kriteria ini kemudian nantinya diukur sebagai performa *supplier*. Penggunaan kriteria-kriteria dalam pengukuran performa *supplier* berbeda-beda antara satu perusahaan dengan perusahaan lainnya. Hal ini karena pemilihan kriteria tersebut disesuaikan dengan kebijakan perusahaan.

- Metode kategori

Pada metode ini performa calon *supplier* dilihat dari data historis dan diberi penilaian kategori seperti baik, cukup dan buruk.

- Data Envelopment Analysis (DEA)
 

Pada metode ini, calon *supplier* diukur berdasarkan rasio antara keuntungan yang diperoleh perusahaan jika menggunakan dengan biaya yang harus dikeluarkan.
  - Cluster analysis
 

Metode ini mengelompokkan calon-calon *supplier* yang memiliki skor yang sama pada beberapa kriteria
  - *Case Based Reasoning* (CBR) system
 

Pada CBR system, digunakan softwar yang membantu pembuat keputusan dengan menyediakan informasi-informasi berdasarkan data historis.
- c. Penentuan *supplier*
- Beberapa metode yang dapat digunakan dalam penentuan *supplier* adalah :
1. Linear *weighting* model
 

Pada metode ini, setiap kriteria diberi bobot dan performa *supplier* pada kriteria-kriteria tersebut akan diberi rating. Skor yang diperoleh *supplier* adalah penjumlahan dari hasil kali rating dan bobot pada setiap kriteria. Metode ini seringkali digunakan dalam bentuk Analytic Hierarchy Process (AHP)
  2. Total Cost of Ownership (TCO) Model
 

Metode TCO dapat mengkuantifikasi segala biaya yang harus dikeluarkan perusahaan dalam proses pembelian bahan baku. Segala aktifitas yang harus dilakukan ini dapat dihitung berdasarkan aktivitas-aktivitas yang harus dilakukan perusahaan sesuai dengan business process yang ditetapkan. Penilaian performa *supplier* diperhitungkan bersama dengan aktivitas –aktivitas yang berkaitan.

Metode ini digunakan untuk single produk. *Supplier* dengan nilai TCO terendah akan dipilih.
  3. Mathematical Programming Models

Mathematical Programming (MP) dapat digunakan untuk memformulasikan permasalahan pembelian bahan baku sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai, seperti memaksimalkan kualitas pengantaran dan minimasi biaya. Metode ini dinilai lebih objektif daripada pemberian rating. Jenis MP biasanya digunakan adalah goal programming dengan dicari terlebih dahulu bobot dari setiap kriteria pada setiap *supplier* yang dicari melalui AHP dan program integer dengan menggunakan konstanta biaya dari setiap aktivitas yang dicari melalui activity based costing.

## 2.2 Analytical Network Process (ANP)

Pengambilan keputusan merupakan hal yang sering dibutuhkan oleh manusia, sehingga pengambilan keputusan perlu mendapatkan perhatian lebih agar diperoleh keputusan yang baik. Hal ini membuat dibutuhkan teknik pengambilan keputusan yang dapat dipertimbangkan kondisi psikologis pengambilan keputusan dengan tetap memperoleh hasil keputusan yang valid dan reliable. Salah satu teknik dalam mengambil keputusan yang dapat memfasilitas hal tersebut adalah *Analytical Network Process* (ANP).

Untuk pengambilan keputusan, biasanya lebih sering digunakan metoda yang bersifat hirarki yang terdiri dari tujuan, kriteria dan alternative. Penggunaan hirarki adalah agar memudahkan pengambilan keputusan. Namun, ada aklanya pengambilan keputusan tidak hanya memperhatikan struktur secara hirarki, melainkan juga secara jaringan atau network. Untuk itulah ANP digunakan.

Menurut Sarkis (1998) dan Saaty (2003), *Analytical Network Process* (ANP) adalah bentuk yang lebih umum dari *Analytic Hierarchical Process* (AHP), yang menggabungkan umpan balik dan hubungan saling ketergantungan antarelemen keputusan dan alternatif. Hal ini memberikan pendekatan yang lebih akurat ketika memodelkan masalah keputusan yang kompleks. AHP adalah kasus khusus dari ANP. Baik AHP dan ANP menurunkan skala prioritas relatif angka mutlak dari penilaian individu dengan membuat perbandingan berpasangan dari elemen-elemen pada properti umum atau kriteria

kontrol. Dalam AHP, penilaian ini merepresentasikan asumsi independen elementingkat tertinggi dari elemen tingkat terendah pada struktur hirarki multi level. Oleh karena itu, AHP adalah metode yang lemah dalam menentukan keterkaitan antar faktor. Sedangkan ANP menggunakan jaringan tanpa perlumembuat tingkat/hirarki (Percin, 2008)<sup>31</sup>. ANP dapat menyelesaikan secara sistematis semua hal yang berkaitan dengan ketergantungan dan umpan balik dalam sistem keputusan (Bayazit, 2006)<sup>8</sup> dan mampu menangani masalah rankreversal. Tetapi, semakin kompleks sistemnya (jumlah faktor dan hubungannya meningkat) maka membutuhkan usaha yang lebih bagi analis dan pembuat

keputusan (Sarkis & Talluri, 2002)

### **2.2.1. Tahap Pembuatan ANP**

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam ANP adalah sebagai berikut (Percin, 2008<sup>31</sup>; Bayazit, 2006<sup>8</sup>; dan Perera, Melon, Bautista, & Ferrando, 2010<sup>33</sup>):

#### **a. Pembuatan Konstruksi Model**

Langkah pertama adalah membuat model yang akan dievaluasi dan menentukan satu set lengkap jaringan kelompok (komponen) dan elemen-elemen yang relevan dengan tiap kriteria kontrol. Selanjutnya untuk masing-masing kriteria kontrol, tentukan semua elemen di tiap kelompok dan hubungkan mereka sesuai dengan pengaruh ketergantungan dari luar dan dari dalam kelompok. Hubungan tersebut menunjukkan adanya aliran pengaruh antar elemen. Anak panah yang menghubungkan suatu kelompok dengan kelompok yang lain menunjukkan pengaruh elemen suatu kelompok terhadap elemen kelompok yang lain. Selain itu, kelompok dari elemen memiliki loop di dalam diri mereka sendiri jika elemen-elemennya saling bergantung satu sama lain. Menurut Kasirian & Yusuff (2009), hubungan saling ketergantungan antar kriteria dapat ditentukan dengan

membuat check list seperti tabel 2.4 dan selanjutnya meminta para pakar/ahli untuk mengisi checklist tersebut.

	TSC	VAP	WC	COGS	FA	CR	DR
TSC	--		X	X		X	
VAP	X	---		X			
WC			---	X			
COGS	X	X	X	---			
FA	X	X			---		X
CR						---	
DR				X		X	---

Sumber : Kasirian & Yusuff (2009)<sup>33</sup>

ketergantungan antar kriteria, yang terdiri Total SCM Cost (TSC), Value Added Productivity (VAP), Warranty Cost (WC), Cost Of Goods Sold (COGS), Factory Audit (FA), Customer Rejection (CR), dan Defect Rate (DR). Dari hasil penilaian, seorang responden menganggap bahwa ada pengaruh dari Factory Audit (FA) terhadap Defect Rate (DR) dan tidak ada pengaruh dari Factory Audit (FA) terhadap Customer Rejection (CR).

Selanjutnya hasil kuesioner dari beberapa responden digabung untuk menentukan ada tidaknya hubungan saling ketergantungan antar kriteria tersebut dengan menggunakan rumus 2.1 berikut :

$$= \frac{V_{ij} - Q}{N} \quad (2.1)$$

Jika  $V_{ij} > Q$ , maka ada hubungan saling ketergantungan antar kriteria

$V_{ij} < Q$ , maka tidak ada hubungan saling ketergantungan antar kriteria

dimana :

N = Jumlah responden atau pengambil keputusan

Q = Nilai tengah dari jumlah responden atau pengambil keputusan

$V_{ij}$  = Jumlah responden yang memilih adanya hubungan saling

ketergantungan antar kriteria pada sel yang menghubungkan baris i dengan kolom j.

b. Pembuatan Matriks Perbandingan Berpasangan antar Kelompok/Elemen

Pada tahap kedua ini, dipilih kelompok dan elemen-elemen yang akan dibandingkan sesuai dengan kriteria kontrol (apakah mereka mempengaruhi kelompok dan elemen lain yang berkaitan dengan kriteria kontrol atau dipengaruhi oleh kelompok dan elemen lainnya?). Gunakan jenis pertanyaan yang sama untuk membandingkan elemen dalam kelompok, yang berkaitan dengan elemen spesifik dalam suatu kelompok (kriteria kontrol); pasangan elemen mana yang berpengaruh lebih besar? Gunakan jenis pertanyaan yang sama untuk membandingkan kelompok. Kemudian, gunakan skala perbandingan fundamental pada tabel 2.5, lakukan perbandingan berpasangan berikut matriks antara kelompok/elemen untuk menurunkan eigenvector dan untuk membentuk supermatriks.

Tabel 2.1 Daftar Intensitas Kepentingan ANP

Intensitas Kepentingan	Definisi	Keterangan
1	Sama penting	Dua aktivitas berpengaruh sama terhadap tujuan
3	Sedikit lebih penting	Satu aktivitas dinilai sedikit lebih berpengaruh dibanding aktivitas lainnya
5	Lebih penting	Satu aktivitas dinilai lebih berpengaruh dibanding aktivitas lainnya.
7	Sangat lebih	Satu aktivitas dinilai sangat



	penting	lebih berpengaruh dibandingkan aktivitas lainnya
9	Mutlak lebih penting	Satu aktivitas dinilai mutlak lebih berpengaruh dibanding aktivitas lainnya
2,4,6,8	Nilai tengah	Nilai yang berada diantara skala-skala diatas

Perbandingan berpasangan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Perbandingan Kelompok

Melakukan perbandingan berpasangan pada kelompok yang mempengaruhi masing-masing kelompok yang saling terhubung, yang berkaitan dengan kriteria kontrol yang diberikan. Bobot yang diperoleh

dari proses ini akan digunakan untuk memberikan bobot pada elemen-elemen yang sesuai dengan kolom blok dari supermatriks. Tetapkan nol bila tidak ada pengaruh.

- Perbandingan Elemen

Melakukan perbandingan berpasangan pada elemen-elemen dalam kelompok mereka sendiri berdasarkan pengaruh mereka pada setiap elemen dalam kelompok lain yang saling terhubung (atau elemen-elemen dalam kelompok mereka sendiri).

- Perbandingan untuk Alternatif

Membandingkan semua alternatif yang berkaitan dengan masing-masing elemen di dalam komponen.

Perbandingan berpasangan dilakukan dengan membuat matriks perbandingan berpasangan, dengan nilai  $a_{ij}$  merepresentasikan nilai kepentingan relatif dari elemen pada baris (i) terhadap elemen pada

kolom (j); misalkan  $a_{ij} = w_i / w_j$ . Jika ada  $n$  elemen yang dibandingkan, maka matriks perbandingan A didefinisikan sebagai :

$$A = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \dots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \dots & \frac{w_2}{w_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \dots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

Setelah semua perbandingan berpasangan selesai dibuat, maka vektor bobot prioritas ( $w$ ) dihitung dengan rumus :

$$AW = \lambda_{\max} W \quad (2.3)$$

dimana  $\lambda_{\max}$  adalah eigen value terbesar pada matriks A dan  $w$  adalah eigenvector. Indeks Konsistensi/Consistency Index (CI) dan Consistency Ratio (CR) dari matriks perbandingan berpasangan dapat dihitung dengan rumus :

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, \quad CR = \frac{CI}{RCI} \quad (2.4)$$

Jika  $CI < 0,1$  maka penilaian dianggap konsisten.

#### c. Pembuatan Supermatriks

Vektor prioritas yang berasal dari matriks perbandingan berpasangan dimasukkan sebagai sub kolom dari kolom yang sesuai pada supermatriks.

Supermatriks merepresentasikan prioritas pengaruh dari elemen di sebelah kiri matriks terhadap elemen di atas matriks. Hasil dari proses ini adalah supermatriks yang tidak tertimbang (*unweighted supermatrix*). Kemudian, supermatriks yang tertimbang (*weighted supermatrix*) diperoleh dengan mengalikan semua elemen di blok dari *unweighted supermatrix* dengan bobot kelompok yang sesuai.

*Weighted* supermatrix, dimana masing-masing kolom dijumlahkan jadi satu, dikenal sebagai kolom matriks stokastik. *Weighted* supermatrix kemudian dinaikkan sampai batas kekuatan untuk memperoleh prioritas akhir dari semua elemen dalam matriks limit. Kemudian, hasil sintesis dari prioritas ini dinormalkan untuk memilih alternatif prioritas tertinggi. Tabel 2.6 di bawah ini merupakan struktur umum dari supermatriks.

	$C_1$				$C_2$				$C_n$				
	$e_{11}$	$e_{12}$	...	$e_{1n}$	$e_{21}$	$e_{22}$	...	$e_{2n}$	...	$e_{n1}$	$e_{n2}$	...	$e_{nn}$
$C_1$	$e_{11}$	$W_{11}$			$W_{12}$					...			$W_{1n}$
	$e_{12}$												
	...												
	$e_{1n}$												
$C_2$	$e_{21}$	$W_{21}$			$W_{22}$					...			$W_{2n}$
	$e_{22}$												
	...												
	$e_{2n}$												
	...												
$C_n$	$e_{n1}$	$W_{n1}$			$W_{n2}$					...			$W_{nn}$
	$e_{n2}$												
	...												
	$e_{nn}$												

Sumber : Perera, Melon, Bautista, & Ferrando (2010)33

### 2.3 Data Envelopment Analysis (DEA)

Selama ini, efisiensi dihitung dengan menggunakan rasio, misalnya dengan membagi satu output dengan satu input. Pada tahun 1962, Farrell dan Fieldhouse mengembangkan teknik baru yang memungkinkan digunakannya banyak output dan input secara bersamaan. Mereka melakukan pembobotan untuk masing-masing input dan output, dan efisiensi ditentukan dengan membagi jumlah terbobot output dengan jumlah terbobot input.

Persamaan matematisnya dapat dilihat di bawah ini :

$$= \text{—————}$$

Dimana :  $X_{ij}$  : nilai input ke  $i^{\text{th}}$  di unit ke  $j$   
 $V_i$  : pembobotan untuk input ke  $i^{\text{th}}$   
 $Y_{rj}$  : nilai output ke  $r^{\text{th}}$  di unit ke  $j$   
 $U_r$  : pembobotan untuk output ke  $r^{\text{th}}$

Kendala utama metode Farrell adalah menentukan pembobotan yang pantas untuk tiap DMU. Kendala ini mampu diselesaikan oleh Charnes, Cooper dan Rhodes. Pendekatan yang mereka lakukan memungkinkan tiap DMU untuk memilih sendiri pembobotan input dan output untuk mencapai efisiensi tertinggi. Metode ini disebut Data Envelopment Analysis atau DEA. DEA sangat efektif untuk mengukur kinerja DMU-DMU yang dalam beroperasi melibatkan banyak input dan output.

Tidak seperti model-model parametric seperti analisis regresi, DEA tidak memerlukan bentuk fungsional yang ditentukan sebelumnya, yang berarti pemodelan yang digunakan akan bebas untuk membentuk frontier (batas) dari DMU-DMU yang efisien. Batas yang dibentuk tersebut dinamakan production frontier. DMU yang tidak berada pada production frontier, dinilai tidak efisien.

Ada dua model dasar dari DEA yaitu model CCR, yang didasarkan pada asumsi constant returns to scale (CRS), dan model BCC, yang didasarkan asumsi variable returns to scale (VRS). CCR menggunakan asumsi CRS, dimana bertambahnya nilai input akan menyebabkan adanya pertambahan nilai pada output secara proporsional.

Model BCC didasarkan pada asumsi VRS, dimana bertambahnya nilai input, akan menyebabkan adanya pertambahan nilai output namun dengan proporsi yang bervariasi, tergantung pada besarnya ukuran DMU tersebut.

### 2.3.1 Persyaratan Pemodelan DEA

Pemodelan DEA memerlukan beberapa kondisi untuk dapat menghasilkan hasil pemodelan yang akurat dan tidak bias, antara lain :

- Decision Making Unit (unit-unit yang diukur dalam pemodelan) harus beroperasi pada lingkungan yang homogen.

- Input dan output yang digunakan harus mewakili aktifitas dari decision making unit (DMU) yang diukur.
- Tiap DMU harus mempunyai data input dan output yang lengkap.

Untuk menjaga tercukupinya degrees of freedom, jumlah DMU yang diukur harus memenuhi persamaan di bawah ini :

$$n \geq \max\{m, s, 3(m + s)\} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana : n = jumlah minimum DMU m = jumlah input dan s = jumlah output

**2.3.2 Model Charnes, Cooper & Rhodes (CCR)**

Model CCR (persamaan 3) menghitung global technical efficiency (gabungan technical efficiency dan scale efficiency) untuk tiap DMU. Persamaan 3 merupakan pengembangan dari persamaan 1; pemodelan CCR memungkinkan tiap DMU untuk menentukan sendiri pembobotan input dan output-nya masing-masing. Pembobotan ini dimasukkan sebagai variabel (u,v) ke dalam pemodelan dan berlaku selama nilai efisien (θ) berada diantara 0 sampai 1. *Denominator* disebut *virtual input* dan *numerator* disebut *virtual output*.

$$\theta = \frac{\sum_{r=1}^s v_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m u_i X_{ij}} \leq 1$$

Dimana :  $X_{ij}$  : nilai input ke  $i^{th}$  di unit ke j  
 $V_i$  : pembobotan untuk input ke  $i^{th}$   
 $Y_{rj}$  : nilai output ke  $r^{th}$  di unit ke j

$U_r$  : pembobotan untuk output ke  $r^{\text{th}}$

### 2.3.2.1 Persamaan Linear Programming CCR

Dua bentuk linear programming dapat digunakan untuk menyelesaikan model CCR dengan lebih sederhana dibandingkan persamaan 3.

Bentuk persamaan primal linear program CCR :

$$\text{Maximize } \theta = \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} \dots\dots\dots(2.10)$$

$$\text{subject to: } \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^m v_i x_{ij}; j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} = 1; \text{ dan } u_r, v_i \geq 0$$

Linear program (LP) primal di atas menormalisasikan constraints dengan menggunakan denominator pada persamaan 2 dan menggunakan numerator sebagai fungsi obyektif (yaitu memaksimalkan persamaan 4).

- Bentuk persamaan dual linear program CCR:

$$\text{Minimize } \theta = \left[ \sum_{r=1}^m s_r^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right] \dots\dots\dots(2.11)$$

$$\text{subject to: } \theta x_{i0} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - s_i^- = 0$$

Bentuk LP dual ini, lebih cepat diselesaikan dibandingkan LP primal dikarenakan mempunyai constraint yang lebih sedikit. LP dual dibentuk dengan memasang dual variabel di masing-masing batasan. Technical efficiency atau radial efficiency ditentukan pada perhitungan awal;  $\theta$  melambangkan proporsi input yang dibutuhkan untuk menghasilkan nilai output pada DMU yang efisien.

Pada perhitungan selanjutnya, mix efficiency atau slacks ditentukan. Kelebihan input atau kekurangan output diwakili oleh variabel slack  $S_r^-$  dan  $S_r^+$ . Slack digunakan untuk menggambarkan pergerakan linear menuju frontier, namun tidak seperti pergerakan yang diasosiasikan dengan  $\theta$ . Jika  $1 = \theta$  dan kedua slack bernilai 0, maka tidak ada mix inefficiency dan DMU

tersebut dapat dikatakan fully efficient. Jika sebuah DMU itu efisien maka nilai  $\theta$  dari persamaan 3,4 dan 5 akan bernilai sama. Nilai efisiensi dari tiap DMU ditentukan relatif berdasarkan nilai efisiensi dari DMU lainnya. Tabel 2.2 dihalaman berikut mengklasifikasikan jenis-jenis efisiensi DMU hasil pemodelan CCR.

Tabel 2.2 Jenis Efisiensi *Decision Making Unit*

Hasil pemodelan DEA	Jenis Efisiensi
Nilai $\theta = 1$ , <i>slacks</i> = 0	<i>Fully Efficient</i>
Nilai $\theta = 1$ , <i>slacks</i> > 0	<i>Weakly Efficient</i>
Nilai $\theta < 1$ , ( <i>input oriented</i> )	<i>Inefficient</i>
Nilai $\theta > 1$ , ( <i>input oriented</i> )	<i>Inefficient</i>

### 2.3.2.1 Orientasi Optimalisasi CCR

Optimalisasi pemodelan CCR dapat berorientasi pada input dan pada output. CCR berorientasi input (CCR-Input) bertujuan untuk meminimalkan input untuk mendapatkan tingkat output tertentu. Hasil dari pemodelan CCR-Input akan memberikan rekomendasi bagi DMU-DMU yang tidak efisien, seberapa banyak input yang harus dikurangi dalam mencapai output yang ada untuk mencapai tahap efisien.

Sedangkan pemodelan CCR berorientasi output (CCR-Output) bertujuan untuk memaksimalkan output dengan tingkat input tertentu. Hasil dari pemodelan CCR-Output akan memberikan rekomendasi bagi DMU-DMU yang tidak efisien, seberapa besar output perlu ditingkatkan dengan input yang ada untuk mencapai tahap efisien.

### 2.3.3 Model Banker, Charnes dan Cooper (BCC)

Pemodelan BCC lebih fleksibel karena memungkinkan asumsi variabel return to scale (VRS); production frontier-nya terdiri dari garis-garis lurus yang membentuk lengkungan. Pemodelan BCC membuat pemodelan dengan banyak input dan output menjadi satu virtual input dan output (persamaan 6).

Satu variabel baru yaitu  $u_0$ , ditambahkan untuk melakukan estimasi terhadap *economies of scale*, jika nilai  $u_0 = 0$ , maka  $\theta_B$  akan sama dengan pemodelan CCR, karena itu DMU tersebut beroperasi dengan asumsi CRS. Jika  $U_0 < 0$ , maka DMU tersebut beroperasi pada decreasing return to scale, dan bila  $U_0 > 0$ , maka DMU tersebut beroperasi pada increasing return to scale. DMU yang beroperasi pada keadaan constant return to scale, akan mengalami output yang bertambah proporsional dengan penambahan input. DMU yang beroperasi dengan keadaan increasing return to scale akan mengalami output yang bertambah dengan proporsi lebih besar dibandingkan penambahan input, sedangkan DMU yang beroperasi dengan keadaan *decreasing return to scale* akan mengalami output yang bertambah dengan proporsi lebih kecil dibandingkan penambahan input.

$$\theta = \frac{\sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - u_0}{\sum_{i=1}^n v_i x_{ij} - u_0} \leq 1$$

**2.3.3.1 Persamaan *Linear Programming* BCC**

Sebagaimana dengan pemodelan CCR, dua bentuk linear programming dapat digunakan untuk menyelesaikan model BCC dengan lebih sederhana.

- Bentuk persamaan primal linear program BCC :

$$\text{Maximize } \theta_B = \sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - u_0 \dots \dots \dots (2.13)$$

$$\text{subject to: } \sum_{r=1}^m u_r y_{rj} \leq \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} - u_0 \leq 0; j = 1, \dots, n$$

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{i0} = 1; \text{ dan } u_r, v_i \geq 0; u_0 : \text{unrestricted}$$



- Bentuk persamaan *dual linear program* BCC :

$$\text{Minimize } Z_o = \theta - \left[ \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right] \dots\dots\dots(2.14)$$

$$\text{subject to : } \theta x_{io} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - s_i^- = 0$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{ro}$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0; j = 1, \dots, n; s_i^- \geq 0; i = 1, \dots, m; s_r^+ \geq 0; r = 1, \dots, s$$

### 2.3.3.2 Orientasi Optimalisasi BCC

Sama dengan pemodelan CCR, Optimalisasi pemodelan BCC dapat berorientasi pada input dan pada output. BCC berorientasi input (BCC-Input) bertujuan untuk meminimalkan input untuk mendapatkan tingkat output tertentu. Hasil dari pemodelan BCC-Input akan memberikan rekomendasi bagi DMU- DMU yang tidak efisien, seberapa banyak input yang harus dikurangi dalam mencapai output yang ada untuk mencapai tahap efisien.

Sedangkan pemodelan BCC berorientasi output (BCC-Output) bertujuan untuk memaksimalkan output. Hasil dari pemodelan BCC-Output akan memberikan rekomendasi bagi DMU-DMU yang tidak efisien, seberapa besar output perlu ditingkatkan dengan input yang ada untuk mencapai tahap efisien.

### 2.3.4 Returns to Scale

Konsep returns to scale pertama kali diperkenalkan kepada DEA pada pemodelan BCC. Pada pemodelan CCR, asumsi yang dipakai adalah constant returns to scale (CRS), dimana kemiringan production frontier konstan dan peningkatan pada input menyebabkan bertambahnya output secara proporsional. Model BCC memungkinkan perubahan kemiringan production frontier dan terjadinya tiga situasi dibawah ini :

- Munculnya constant returns to scale (CRS) ketika produktifitas marginal sama dengan produktifitas rata-rata. Hal ini mewakili keadaan most productive scale size (MPSS).
- Munculnya increasing returns to scale (IRS) ketika produktifitas marginal lebih besar dari produktifitas rata-rata. Dalam hal ini, penambahan input akan menyebabkan penambahan output dengan proporsi lebih besar.
- Munculnya decreasing returns to scale (DRS) ketika produktifitas marginal lebih kecil dari produktifitas rata-rata. Dalam hal ini, penambahan pada input akan menyebabkan penambahan output dengan proporsi lebih kecil

Pada pemodelan di bawah asumsi VRS, variabel  $u_0$  melambangkan nilai intercept dari garis lurus, sehingga dapat diindikasikan daerah mana yang beroperasi dengan keadaan CRS, IRS maupun DRS. Grafik 2.4 di halaman berikut mengilustrasikan mengenai konsep returns-to-scale. DMU C dan D terletak pada frontier CCR dan BCC, sehingga dalam keadaan global technical efficient. DMU tersebut beroperasi pada keadaan CRS dan ada dalam most productive scale size. DMU A dalam keadaan technically efficient namun tidak scale efficient dan beroperasi pada keadaan IRS, sedangkan DMU B juga technically efficient namun tidak scale efficient dan beroperasi pada keadaan DRS. Sedangkan DMU lainnya tidak efisien secara BCC.

### 2.3.5 Permodelan lanjutan

#### 2.3.5.1 Pemodelan dengan Pembatasan Pembobotan

Pemodelan DEA dasar tidak memerlukan informasi awal mengenai pembobotan pada input dan output dan membebaskan masing-masing DMU untuk menentukan pembobotan pada input dan output. Namun, kadang-kadang hasil dari pemodelan DEA dasar itu menghasilkan production frontier yang tidak realistis dan tidak mungkin dicapai. Bila hal itu terjadi,

pembatasan pembobotan perlu dilakukan untuk mendapatkan production frontier yang realistis dan mungkin dicapai.

Dua pemodelan yang sering dipakai dalam melakukan pembatasan pembobotan adalah metode cone-ratio dan metode assurance region. Metode cone-ratio dikembangkan oleh Charnes et al pada tahun 1989. Metode ini membatasi daerah yang mungkin dipakai sebagai nilai pembobotan, dengan cara membentuk polyhedral convex cones yang didefinisikan oleh vektor arah yang non-negative.

Metode assurance region dikembangkan oleh Thompson et al, yang membolehkan pihak yang melakukan pemodelan untuk melakukan pembatasan nilai pembobotan atau menggunakan rasio untuk membatasi pembobotan.

Pembatasan nilai pembobotan bisa diformulasikan sebagai berikut  $L_i < v_i < U_i$ , dimana  $L_i$  merupakan batas bawah dan  $U_i$  merupakan batas atas. Sedangkan rasio digunakan bila tidak ada batas pasti yang ada, tetapi ada batas proporsional yang bisa digunakan. Sebagai contoh di sebuah bank, tiap pengawas maksimum mengawasi 5 orang teller.

#### 2.3.5.2 Variabel Non-Discretionary

Dua model dasar DEA mengasumsikan bahwa variabel *input* dan *output* dari DMU yang diukur dapat dipengaruhi sampai tingkat tertentu oleh manajemen dan pihak lainnya yang terlibat dalam proses. Variabel-variabel seperti ini disebut dengan *discretionary variable* (D). Namun, ada keadaan dimana manajemen sama sekali tidak punya kontrol terhadap variabel, variabel seperti ini disebut dengan *non-discretionary variable* (ND). Misal, sebuah pemodelan menggunakan.

populasi di suatu daerah sebagai salah satu input. Pihak manajemen tentunya tidak mempunyai kontrol terhadap jumlah populasi tersebut.

Bila manajemen memasukkan variabel ND seperti populasi itu sebagai variabel normal, akan menyebabkan rekomendasi dari hasil pemodelan DEA

menjadi tidak realistis. Sebagai contoh, hasil pemodelan DEA bisa saja merekomendasikan untuk meningkatkan tingkat pendidikan dari populasi di sekitar cabang bank tersebut. Hal yang tentunya ada di luar kontrol dari manajemen.

Untuk menyelesaikan masalah ini, variabel ND dipindahkan dari fungsi obyektif dan dimasukkan hanya pada constraint. Banker dan Morey (1986) mengembangkan modifikasi dari model CCR untuk mengakomodasi adanya variabel ND, dengan formulasi di bawah ini :

$$\begin{aligned} \theta &= \sum_{j=1}^s \lambda_j + \text{ND} \\ \theta &= \sum_{j=1}^s \lambda_j + \text{ND} \\ &= \sum_{j=1}^s \lambda_j + \text{ND} \\ &= \sum_{j=1}^s \lambda_j + \text{ND}, \quad j = 1, \dots, s \end{aligned}$$

Huruf D dan ND, mengacu pada discretionary dan non-discretionary input. Dikarenakan ND tidak bisa dirubah oleh manajemen, maka  $\theta$  tidak bisa diaplikasikan pada variabel ini sehingga input ini dianggap nilainya yang tetap.

### 2.3.5.3 Interpretasi Hasil Pemodelan

Data-data yang dihasilkan dari pemodelan DEA antara lain adalah :

- Production frontier yang berisikan DMU-DMU yang efisien.
- Nilai efisiensi untuk masing-masing DMU.

- Sebuah peer group untuk masing-masing DMU inefisien yang terdiri dari DMU-DMU yang efisien yang paling mirip dengan DMU inefisien.
- Target efisiensi untuk tiap DMU inefisien.
- Input slack untuk tiap DMU inefisien (kelebihan input yang digunakan).
- Output slack untuk tiap DMU inefisien (kekurangan output yang dihasilkan).

#### 2.3.5.4 *Technical dan Scale Efficiency*

Pemodelan CCR memakai asumsi keadaan *constant returns to scale*; dimana skala produksi diasumsikan tidak akan mempengaruhi tingkat efisiensi dan hanya satu tingkat efisiensi yang digunakan yaitu *overall efficiency*, yang juga disebut *global technical efficiency (TE)*. Pemodelan BCC mampu mengukur *scale efficiency (SE)* dan lokal *pure technical efficiency (PTE)*. Untuk pemodelan BCC, DMU-DMU beroperasi pada salah satu keadaan *returns to scale* yaitu CRS, IRS dan DRS.

#### 2.3.5.5 *Perhitungan Nilai Efisiensi*

Nilai efisiensi dihitung dengan mengukur jarak sebuah DMU ke *production frontier*. Perhitungan nilai efisiensi ini berdasarkan grafik 2.5 di halaman berikut. Tabel 2.3 menunjukkan nilai efisiensi yang dihitung untuk DMU D. Pada pemodelan *CCR-Input*, DMU D mempunyai TE sebesar 0.48. Sedangkan pada pemodelan BCC, tingkat PTE dari DMU D adalah 0.63. DMU D harus mengurangi *input*-nya sebanyak 37% untuk menjadi *locally technically efficient* dan sebanyak 52% untuk menjadi *technically efficient*.

Efficiency	Input-Oriented ( $\theta$ )	Output-Oriented ( $\Phi$ )
CCR : technical (TE)	$\frac{od}{of} = \frac{2.20}{4.50} = 0.48$	$\frac{oa}{oc} = \frac{13.3}{6.20} = 2.15$
BCC : pure technical (PTE)	$\frac{oe}{of} = \frac{2.85}{4.50} = 0.62$	$\frac{ob}{oc} = \frac{10.8}{6.20} = 1.74$
CCR/BCC : Scale (SE)	$\frac{od}{oe} = \frac{2.20}{2.85} = 0.77$	$\frac{oa}{ob} = \frac{13.3}{10.8} = 1.23$

sumber : Pengukuran Kinerja Perbankan dengan Metode DEA oleh Denise Ho

Pada pemodelan berorientasi *output*, nilai TE dari D adalah 2.15 dan nilai PTE-nya adalah 1.74. Maksudnya, DMU D perlu meningkatkan *output*-nya sebanyak 115% untuk menjadi technically efficient, tetapi hanya perlu meningkatkan outputnya sebanyak 74% untuk bisa menjadi PTE efficient. Perbedaan antara PTE dan TE adalah scale efficiency. Scale inefficiency dihitung dengan mengukur jarak antara BCC frontier dan CCR frontier.

#### 2.3.5.6 Penentuan *reference set*

Tiap DMU yang tidak efisien paling tidak mempunyai satu DMU referensi yang terletak pada batas efisien. DMU yang tidak efisien itu akan dibandingkan terhadap DMU efisien yang paling dekat dengannya. Pada Grafik 2.5 dapat dilihat bahwa DMU D mempunyai peer group referensi dari DMU A dan B dengan pemodelan BCC orientasi input (BCCInput), atau DMU B dan C pada pemodelan BCC orientasi output (BCC-Output).

Jika pemodelan memakai CCR, maka DMU satu-satunya bisa dijadikan referensi adalah DMU B, karena hanya DMU B yang terletak di batas efisien. Sebuah DMU akan mempunyai satu atau lebih *peer* yang efisien. *Reference set (peer group)* ditentukan dengan cara menemukan DMU yang paling mirip dengan DMU yang bersangkutan. Nilai *lambda* ( $\lambda$ ) melambangkan proporsi dari tiap DMU yang efisien yang membentuk CMU hipotesa yang harus ditiru oleh DMU yang tidak efisien.

#### 2.3.6 Keunggulan dan Kekurangan Metode DEA

Keunggulan-keunggulan metode DEA antara lain adalah :

- DEA mampu memproses banyak input dan output secara simultan Tidak memerlukan asumsi dasar mengenai bentuk fungsional dari suatu sistem produksi. Satuan input dan output dapat berbeda ( seperti mata uang, luas area,
- jumlah karyawan, dll) Tiap DMU menentukan sendiri nilai efisiensi tertingginya dengan menentukan pembobotannya sendiri.

Meskipun metode DEA sudah bisa menyelesaikan masalah-masalah pengukuran kinerja yang sebelumnya tidak dapat diukur oleh metode

pengukuran tradisional, namun sebagaimana metode pengukuran kinerja lainnya masih saja terdapat beberapa kekurangan, antara lain :

- DEA tidak mengenali random error. Semua deviasi dari frontier dianggap sebagai inefisiensi. Kesalahan pada pengukuran dapat menghasilkan hasil efisiensi relatif yang bias.
- Penentuan input dan output sangat rawan terhadap subyektifitas karena ditentukan berdasarkan pertimbangan pihak yang akan melakukan pengukuran kinerja, misalnya manajemen.
- DEA mengukur efisiensi relatif. Karena itu bila DMU-DMU yang mempunyai efisiensi tinggi tidak dimasukkan ke dalam pengukuran, DMU-DMU yang diukur akan terlihat lebih efisien dari yang sebenarnya.
- Mengasumsikan bahwa data bebas dari kesalahan pengukuran. Sensitif terhadap ketidak-tersediaan data.

## BAB III

### PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

#### 3.1 Profil Perusahaan

PT X merupakan salah satu anak perusahaan dari PT X yang khusus melakukan bisnis remanufaktur terhadap produk yang terpakai. Perusahaan ini merupakan anak perusahaan yang 100% dimiliki oleh PT X. Perusahaan ini terletak di kawasan industri Bekasi dan terdapat dalam satu kompleks perusahaan PT X. Perusahaan ini berdiri pada bulan Februari 2007 dengan kapasitas produksi sekitar 25 komponen Engine per bulan dan 120 komponen Non-Engine per bulan.

Dalam perkembangannya, perusahaan ini tidak hanya berfokus pada Jakarta saja, tetapi terdapat juga di berbagai daerah di Indonesia, seperti:

1. Pekanbaru (untuk remanufaktur mesin yang lebih kecil)
  - Tahun berdiri: Mei 2006
  - Kapasitas produksi: 21 komponen per bulan (Engine), 48 komponen per bulan (Non-Engine)
2. Balikpapan (untuk truk, mesin berukuran sedang, dan *cylinder*)
  - Tahun berdiri: Agustus 2007
  - Kapasitas produksi: 25 komponen per bulan (Engine), 120 komponen per bulan (Non-Engine)
3. Sangatta (untuk mesin elektrik dan mesin bor)
  - Tahun berdiri: Maret 2010
  - Kapasitas produksi: 13 komponen per bulan (komponen elektrik), 13 komponen per bulan (komponen mekanik), dan
4. Timika (untuk mesin *hydraulic* dan haulpak)
  - Sedang proses berdiri.

Bisnis perusahaan ini merupakan salah satu bisnis yang berfokus kepada remanufaktur/*recondition* terhadap alat-alat berat, seperti Buldozer dan Excavator. Perusahaan ini memberikan solusi manajemen komponen alat berat



agar komponen tersebut dapat teroptimalkan *lifetime*-nya. Fokus produksi remanufaktur pada perusahaan ini adalah barang-barang yang merupakan inti/*core* dari alat berat tersebut, contohnya adalah Engine, Power Train, Turbocharger, Alternator, Hydraulic Pump, dan lain-lain. Pelanggan utama perusahaan ini adalah PT Komatsu, Nissan, PT Pama Persada Nusantara, dan perusahaan-perusahaan lain yang menggunakan alat berat sebagai alat bantu produksinya.

Misi perusahaan ini adalah sebagai berikut:

- Membantu konsumen untuk mencapai *lifetime* dan produktivitas komponen yang optimal dengan memberikan solusi manajemen terhadap komponen peralatan.
- Memberikan kesempatan kepada karyawan perusahaan untuk meningkatkan status sosial dan kebutuhan mereka berdasarkan prestasi yang mereka capai.
- Membentuk keuntungan nilai tambah yang *sustainable* untuk semua *stakeholder*.

Sedangkan visi perusahaan ini adalah:

Menjadi perusahaan penyedia solusi manajemen komponen dalam industri alat berat di Asia Pasifik.

Fokus penelitian ini adalah pada produk Engine, dimana fungsinya adalah sebagai penggerak utama dalam Hydraulic pada Excavator. Produk ini merupakan komponen yang paling utama dalam alat berat tersebut sehingga produk ini memiliki nilai yang tinggi bagi perusahaan. Oleh karena itu, penulis memilih produk Engine sebagai batasan dan fokus penelitian.

Perusahaan ini memiliki total 39 karyawan yang tersebar dalam dua bagian perusahaan. Bagian tersebut adalah *workshop* dan *office*. Untuk bagian *workshop*, dipekerjakan 30 karyawan dan 9 karyawan untuk bagian *office*. Perusahaan ini menerapkan hanya satu shift kerja, yaitu selama 8 jam per hari dengan kondisi lembur hingga 3 jam per hari.

Kondisi remanufaktur yang mengalami ketidakpastian dalam hal kualitas dan kuantitas produksi menyebabkan proses produksi dalam PT X harus terus dijaga untuk dapat memenuhi permintaan konsumen. Oleh karena itu, perusahaan harus membuat langkah-langkah yang nyata untuk mengantisipasi hal ini. Pemilihan produk yang mempunyai prospek tinggi melalui perhitungan waktu standar dan penataan kembali proses produksi perusahaan akan memberikan perbaikan dalam peningkatan efisiensi dan produktivitas perusahaan dalam memenuhi setiap permintaan konsumen.

### Hari dan jam kerja

Perusahaan menetapkan dalam satu minggu terdapat lima hari jam kerja dengan delapan jam kerja setiap harinya dan hanya terdiri atas satu shift. Proses pembagian waktunya adalah sebagai berikut:

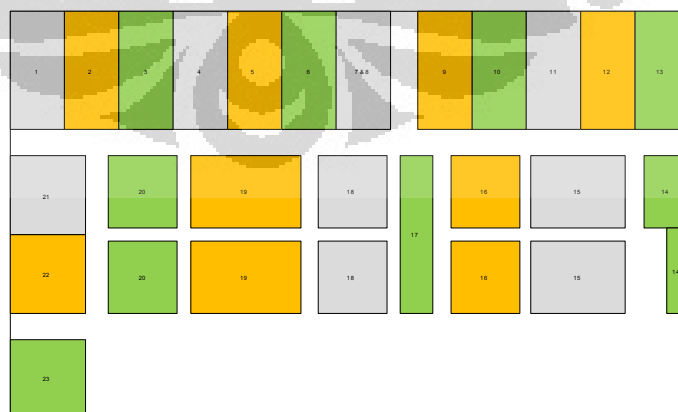
Tabel 3.1. Pembagian Jam Kerja PT XR

	Senin-Kamis	Jumat
Masuk	Pk. 7.30	Pk.7.30
Istirahat	Pk. 12.00 – 13.00	Pk. 11.30 – 13.00
Keluar	Pk. 16.30	Pk. 17.00

### Ruang lingkup produksi

### Tata letak produksi

Tata letak produksi disusun menurut aliran proses dan menyesuaikan dengan area yang tersedia. Berikut adalah tata letak produksinya beserta penjelasannya.



Gambar 3.1 Tata Letak Produksi PT XR

## Keterangan:

1. Receiving Area
2. Washing Area
3. Disassy Area
4. Welding Area
5. PPM Room
6. WIP Room
7. Sub Assy I
8. Sub Assy II
9. Sub Assy III
10. Machining Area
11. FIP Room
12. Hydraulic Test Bench
13. Dyno Room
14. F/Inspection & Completed
15. Engine Assembly
16. Short Block Area
17. Area RFU
18. Power Train Final Inspection &  
Completed
19. Power Train Assembly
20. *Delivery* Area
21. Warehouse
22. Tools Room
23. Painting Room

### **Proses produksi tiap WS untuk produk Engine**

Proses produk Engine tidak melewati semua workstation yang telah disebutkan diatas. Terdapat 11 area yang berfungsi sebagai workstation maupun sebagai tempat inventory dalam proses tersebut. Area workstation ditempatkan berdekatan untuk memudahkan proses produksi. Berikut ini adalah area kerja (workstation) untuk produk Engine dalam UTR Reman beserta penjelasan proses yang terjadi dalam workstation tersebut:

1. Washing area (nomor 2)

Dalam area ini mesin dari receiving area akan dibersihkan sebelum diproses ke tahap selanjutnya. Proses yang terjadi adalah pembersihan awal dengan menggunakan water jet, air spray, rotary wire brush

2. Disassembly area (nomor 3)

Dalam area ini, Engine akan dibongkar (disassembly) sebelum dikirim ke tahap selanjutnya.

3. Sub Assembly 1 (nomor 7)

Area ini akan dilaksanakan disassembly lanjutan terhadap beberapa komponen dari proses disassembly area. Komponen-komponen tersebut diantaranya cylinder head, rocker arm, piston, nozzle, oil cooler, dan cam follower.

4. Sub Assembly 2 (nomor 8)

Area ini juga akan dilaksanakan disassembly lanjutan terhadap beberapa komponen dari proses disassembly area. Komponen-komponen tersebut diantaranya pulley, after cooler, water pump, all engine drive, bracket oil filter.

5. Sub Assembly 3 (nomor 9)

Area ini juga akan dilaksanakan disassembly lanjutan terhadap beberapa komponen dari proses disassembly area. Komponen-komponen tersebut diantaranya starting motor, alternator, sensor, ribbon heater, dan turbo.

6. Machining & Fabrication (nomor 10)

Dalam area ini, produk hasil disassembly akan dilakukan proses fabrikasi dan penghalusan. Pemotongan, pemboran, pengelasan, dll merupakan contoh dari proses yang dilaksanakan di area ini.

7. FIP Room (nomor 11)

Area ini digunakan sebagai proses produksi khusus komponen FIP dan injector. Penggantian part dan pengujian dilakukan di area ini.

8. Dynamometer Room (nomor 13)

Dalam area ini, pengujian akhir produk engine dilakukan sebelum masuk ke proses painting.

9. Engine Assembly (nomor 15)

Proses penyatuan (assembly) part-part engine yang sudah melalui berbagai proses penggantian dan pengujian dilakukan di area ini.

10. Short Block (nomor 16)

Merupakan area perakitan khusus EngineBlock.

11. Painting Room (nomor 23)

Dalam area ini barang hasil remanufaktur yang telah melalui semua proses akan dicat ulang sebelum dikirim ke konsumen.

**Alokasi pekerja dalam setiap workstation**

Alokasi pekerja dalam setiap workstation proses Engine ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel 3.2 Alokasi Pekerja dalam Setiap Workstation

<b>Workstation</b>	<b>Jumlah Pekerja</b>
Workstation 1 Washing	2 orang
Workstation 2 Disassembly	3 orang
Workstation 3 Sub Assy 1	2 orang
Workstation 4 Sub Assy 2	2 orang
Workstation 5 Sub Assy 3	3 orang
Workstation 6 Machining	3 orang
Workstation 7 FIP Room	3 orang

Workstation 8 Short Block	1 orang
Workstation 9 Main Assembly	3 orang
Workstation 10 Dyno Room	3 orang
Workstation 11 Painting	1 orang
Total	26 orang

### 3.2 Penilaian Performa *Supplier*

Penilaian performa *supplier* dapat dijadikan dasar sebagai pemilihan *supplier* untuk selanjutnya digunakan perusahaan dalam pemenuhan kebutuhan bahan bakunya. Proses pemilihan *supplier* yang dilakukan pada penelitian didasarkan pada framework yang dijelaskan oleh De Boer, et al (2001). Berikut ini adalah proses pemilihan *supplier* berdasarkan penilaian performanya yang dijelaskan melalui framework tersebut :

- Fase 1 – Definisi Masalah

Perusahaan memilih untuk membeli bahan baku yang tepat berdasarkan kriteria ramah lingkungan

- Fase 2 – Formulasi Kriteria

Untuk menentukan kriteria yang mana dianggap penting oleh perusahaan dalam menilai performa *suppliernya*, dilakukan reduksi atas 10 kriteria pemilihan *supplier* yang ramah lingkungan dimana kriteria ini didapatkan dari kriteria yang sudah dimiliki perusahaan dan kriteria ramah lingkungan yang dikeluarkan oleh Lee et al.

Table 3.3 Daftar Kriteria Sebelum Dileliminasi

No	Kriteria
1	Kualitas
2	Harga
3	Pengiriman
4	Pelayanan

Sumber : Kriteria Perusahaan

No	Kriteria
1	Quality
2	Technology Capability
3	Total Product Life Cycle Cost
4	<i>Green Image</i>
5	Pollution Control
6	Environment Management
7	<i>Green Product</i>
8	<i>Green Competencies</i>

Sumber : Lee et al "A *Green Supplier Selection Model For High Tech Industri*"

Proses reduksi kesemua kriteria tersebut dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah wawancara dengan beberapa orang *expertise* untuk diketahui mana kriteria yang dianggap penting oleh perusahaan. tahap ini lebih mengarah kepada eksplorasi alasan-alasan mengenai penting/tidaknya kriteria tersebut. Selanjutnya akan dilakukan koesioner untuk menentukan kriteria yang akan digunakan dalam tahapan selanjutnya

### Koesioner 1

Pada koesioner ini (koesioner 1), responden diminta untuk menilai tingkat kepentingan (1-4) pada setiap kriteria dan subkriteria yang ditanyakan (Lihat lampiran 1). Koesioner ini bersifat terbuka dan mengizinkan responden untuk menambahkan kriteria dan subkriteria lain yang dianggap penting dan tidak terdapat pada daftar yang ditanyakan.

Berikut ini adalah daftar responden dan lama kerja pada perusahaan :

Tabel 3.4 Daftar Responden Kuesioner

No	Posisi	Lama Bekerja
1	Manajer Production	5 Tahun
2	HSE Officer	1 Tahun

Setiap responden memiliki bobot yang sama dalam memberikan penilaian.

Setelah kuesioner 1, selanjutnya adalah penentuan kriteria dan subkriteria yang benar-benar dianggap penting oleh perusahaan. Penentuan ini didasarkan pada total nilai kepentingan setiap kriteria dan subkriteria. Total nilai maksimal yang dapat diperoleh pada setiap kriteria dan subkriteria adalah 8 jika seluruh responden memberi rating 4 (sangat penting). Jika seluruh responden memberi rating 3 (penting), maka nilai yang diperoleh adalah 6. Angka 6 dijadikan nilai minimum untuk dipilihnya suatu kriteria dan subkriteria.

Tabel 3.5 Kriteria dan Subkriteria yang Digunakan Perusahaan

No	Kriteria	No	Subkriteria
A	Harga	1	Negosiasi harga
		2	Konsistensi harga
		3	Harga yang rendah
		4	ISO 9000
B	Kualitas	5	Kemampuan pertahankan kualitas
		6	kemampuan pertahankan kualitas dari situasi abnormal
		7	Kecepatan pengiriman
C	Delivery / pengiriman	8	Ketepatan waktu pengiriman
		9	Ketepatan jumlah pengiriman dan jenis produk
		10	Jumlah pelanggan ramah ling
D	Image ramah lingkungan	11	Tanggung jawab ling
		12	Emisi udara
E	Pengendalian Polusi	13	Limbah air
		14	Limbah padat
		15	Materia berbahaya
F	Manajemen lingkungan	16	ISO 14000
		17	Kepatuhan peraturan lingkungan
		18	Cepat tanggap vendor
		19	Proses ramah lingkungan

Dari tabel diatas diketahui bahwa hanya 6 kriteria yang terdiri dari 19 subkriteria saja yang cocok dengan kasus pengadaan bahan kimia di perusahaan. dari kriteria inilah yang nantinya sebagai bahan koesioner pada tahap ANP.



- Fase 3 –Kualifikasi Awal

Penelitian tidak melakukan kualifikasi awal untuk mereduksi calon *supplier*. Hal ini dikarenakan pada penelitian dianggap setiap *supplier* memiliki potensi sama untuk bekerja sama dengan perusahaan. Selanjutnya, potensi *supplier* ini diukur berdasarkan penilaian performanya pada fase IV.

- Fase IV- Penentuan *Supplier*

Penentuan *supplier* yang digunakan oleh perusahaan dilakukan berdasarkan performa perusahaan dan diukur berdasarkan kriteria dan subkriteria yang ditetapkan perusahaan. Proses penilaian ini menggunakan *Analytic Network Process*(ANP) sebagai metodenya. Pembahasan selanjutnya akan membahas cara menilai *supplier* dengan metode ANP sesuai dengan tahapan pengerjaan ANP yang dijelaskan pada subbab selanjutnya.

### 3.2.1 Tahapan ANP

#### 1. Merekonstruksikan model

Untuk membuat ANP, diperlukan kriteria dan subkriteria yang akan dinilai bobotnya. Selain itu, diperlukan juga indentifikasi hubungan antar subkriteria. Untuk mengidentifikasi hal tersebut, disebarkan kuesioner 2 dengan responden yang sama pada kuesioner 1. Kuesioner 2 ini bertujuan menentukan ada/tidaknya pengaruh setiap subkriteria pada subkriteria lainnya (lihat lampiran 3)

#### **Koesioner 2**

Koesioner ini disebar pada responden yang sama dengan kuesioner 1. Pada kuesioner ini responden diminta untuk menjawab “ya/tidak” atas tidaknya pengaruh antar satu subkriteria dengan subkriteria lainnya. Nilai maksimal untuk setiap hubungan pengaruh ini adalah 2 jawaban “ya”. Untuk hubungan pengaruh yang memiliki 2 jawaban “ya” maka dinilai bahwa ada pengaruh antar subkriteria. Untuk jawaban 1 “ya” dilakukan verifikasi pada hubungan pengaruh antar subkriteria tersebut verifikasi ini dilakukan dengan menanyakan ulang kepada konsumen mengenai tingkat hubungan antar suatu subkriteria

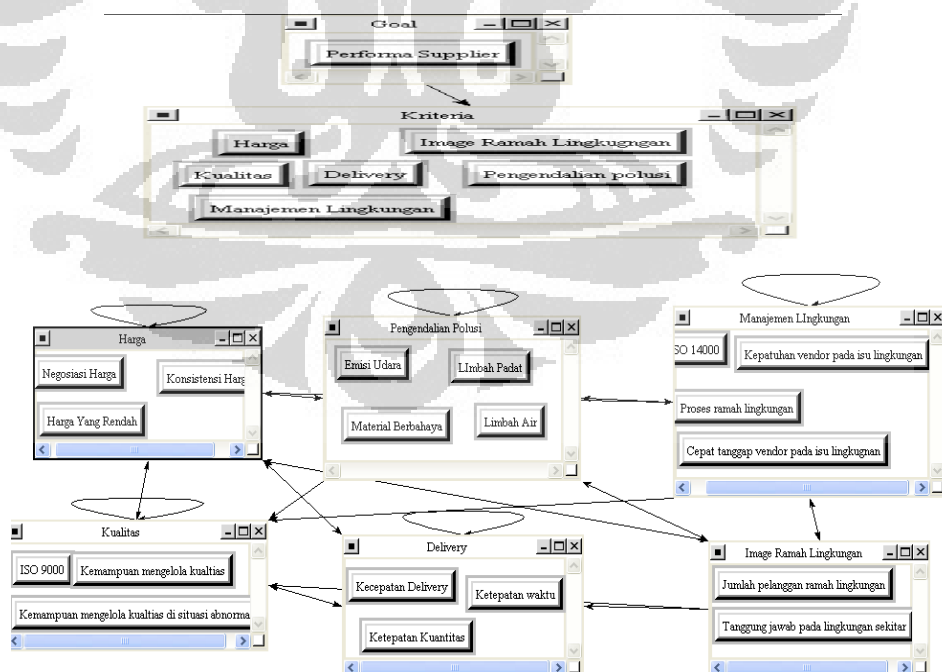
tersebut. Dan jika tidak ada responden yang mengatakan jawaban “ya”, maka tidak ada pengaruh antar satu subkriteria dengan subkriteria lainnya.

Tabel 3.6 Subkriteria yang Saling Mempengaruhi

		A			B			C			D			F			G			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
A	1																			
	2																			
	3																			
B	4																			
	5																			
	6																			
C	7																			
	8																			
	9																			
D	10																			
	11																			
	12																			
F	13																			
	14																			
	15																			
G	16																			
	17																			
	18																			
	19																			

Keterangan : kotak warna kuning menandakan ada pengaruh dari elemen kriteri terhadap elemen atas

Setelah diperoleh kriteria dan subkriteria yang dipergunakan untuk menilai performa *supplier*, serta hubungan pengaruhnya, maka selanjutnya dibuat model ANP pada *Software Super Decision*. Berikut ini adalah kontruksi model yang dibuat :



Gambar 3.2 MInterfaceodel ANP pada Software Super Decision

## 2. Membuat perbandingan berpasangan

Matriks perbandingan berpasangan didapatkan dengan menyebarkan kuesioner 3.

### Koesioner 3

Responden yang digunakan untuk kuesioner ini sama dengan responden pada kuesioner sebelumnya. Ada kuesioner ini, responden diminta untuk menilai tingkat pengaruh antara satu subkriteria dengan subkriteria lainya yang dinilai memiliki hubungan pengaruh pada hasil kuesioner sebelumnya (lihat lampiran 4). Kuesioner 3 dibagi ke dalam tiga bagian, yaitu bagian A untuk mengukur tingkat pengaruh antar subkriteria, bagian B untuk mengukur tingkat pengaruh antar kriteria antar subkriteria yang saling berkaitan, dan bagian C untuk mengukur tingkat pengaruh antar kriteria. Pendekatan yang digunakan untuk memberi penilaian adalah menggunakan kata “mempengaruhi”. Sebagai contoh : “terhadap konsistensi harga, manakah yang lebih mempengaruhi antara ketepatan pengiriman dan kesediaan *supplier* dalam berbagi informasi, serta seberapa lebih pentingnya ?”

Setelah seluruh responden memberi penilaian, langkah selanjutnya adalah mencari nilai rata-rata atas setiap penilaian. Hal ini perlu dilakukan karena hanya ada satu nilai yang bisa dimasukkan ke dalam model dari dua data yang kita dapat, rata-rata yang digunakan adalah *geometric mean*. Berikut ini adalah contoh hasil rata-rata penilaian yang selanjutnya akan dimasukkan ke dalam model ANP pada software.

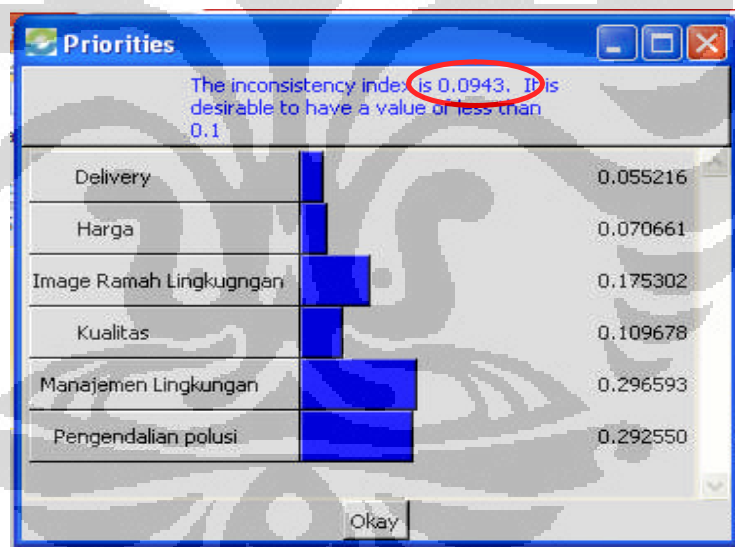
Inconsistency	Harga	Image Ramah Lingkungan	Kualitas	najemen Lingkung	endalian polus
Delivery	↑ 2.44	↑ 3.87	↑ 2.44	↑ 2.828	↑ 3.4602
Harga		↑ 3.87	↑ 3.46	↑ 3.46	↑ 3.0
Image Ramah Lingkungan			← 2.82	↑ 3.0	↑ 3.46
Kualitas				↑ 4.0	↑ 3.0
najemen Lingkung					← 1.0

### Gambar 3.3 Gambar Input Perbandingan Berpasangan pada ANP

Karena nilai yang didapat berupa pecahan desimal hasil rata-rata *geometric*, maka akan lebih mudah jika pada software digunakan tipe “matriks” ketika memasukkan data. Pada contoh gambar diatas angka 2.44 di kolom pojok kiri atas menandakan bahwa kriteria harga mempunyai pengaruh 2.44 kali di banding kriteria *delivery* dalam mempengaruhi “Performa *Supplier*”. Dimana tanda panah akan menandakan kriteria/subkriteria yang lebih mempengaruhi di banding subkriteria lainnya.

### 3. Menghitung rasio konsistensi

Untuk setiap matriks perbandingan, harus dicek konsistensi dari data yang dimasukkan. Jika konsistensi lebih dari 0.1, maka verifikasi data yang dimasukkan harus dilakukan. Gambar dibawah menunjukkan contoh pengecekan konsistensi yang dilakukan.



Gambar 3.4 Menghitung Rasio Inkonsistensi

Dari gambar diatas diketahui bahwa rasion inkonsistensi untuk penilaian adalah 0.0943 yang berarti nilai rasio inkonsistensi dari model tersebut dibawah 0.1, sehingga kita bisa menyimpulkan bahwa koresponden yang terlibat dalam pengisian kuesiner cukup konsisten dalam mengisi kuesionernya.

#### 4. Membentuk Supermatrix

Setelah seluruh data nilai perbandingan dimasukkan, maka diperoleh *unweighted matrix*, *weightedmatrix* dan *limitmatrix*. Nilai pada *limitmatrix* merupakan nilai prioritas yang menunjukkan bobot setiap subkriteria. Table di bawah menunjukkan bobot setiap kriteria dan subkriteria.

Tabel 3.6 Bobot Kriteria dan sub kriteria

No	Kriteria	Bobot	No	Subkriteria	Bobot
A	Harga	0.1036	1	harga yang rendah	0.0360
			2	konsistensi harga	0.0165
			3	negosiasi harga	0.0204
B	<i>Image</i> ramah lingkungan	0.2057	4	jumlah pelanggan ramah ling	0.0660
			5	tanggung jawab ling	0.1163
C	<i>Delivery /</i> pengiriman	0.0176	6	Kecepatan pengiriman	0.0062
			7	Ketepatan jumlah pengiriman dan jenis produk	0.0014
			8	Ketepatan waktu pengiriman	0.0065
D	Kualitas	0.1116	9	kemampuan pertahankan kualitas	0.0330
			10	kemampuan pertahankan kualitas dari situasi abnormal	0.0431
			11	ISO 9000	0.0448
E	Manajemen ling	0.3075	12	cepat tanggap vendor	0.0357
			13	kepatuhan peraturan lingkungan	0.1053
			14	proses ramah ling	0.0293
			15	ISO 14000	0.1551
F	Pengendalian Polusi	0.254	16	emisi udara	0.1213
			17	limbah air	0.0819
			18	limbah padat	0.0556
			19	materia berbahaya	0.0256

Nilai diatas didapat berdasarkan hasil input nilai kuesioner yang dilakukan pada tahap 3,

## 5. Pemilihan Alternative Terbaik

Untuk memilih *supplier* terbaik yang dijadikan sebagai pemasok bahan baku, digunakan metode rating. hal ini dikarenakan kita mempunyai 3 *supplier* yang akan diuji tingkat kepentingnya terhadap 19 kriteria, sehingga akan membingungkan responden jika perbandingan dilakukan adalah perbandingan berpasangan.

Untuk setiap subkriteria, ditentukan skala intensitas berupa “baik, cukup dan kurang”.Selanjutnya, responden diminta untuk menilai seberapa baik skala intensitas satu terhadap lainnya.Hal ini dilakuakn melalui kuesioner 4.

### Kuesioner 4

Pada kuesioner ini, hanya digunakan 2 responden yang mewakili divisi produksi dan lingkungan.Setiap responden diminta untuk menilai tingkat kepentingan skala intensitas pada subkriteria yang sesuai dengan bidangnya.

No	Kriteria	Divisi
1	Harga	Produksi
2	Kualitas	Produksi
3	Pengiriman	Produksi
4	Image Ramah Lingkungan	HSE (Lingkungan)
5	Pengendalian Polusi	HSE (Lingkungan)
6	Manajemen Lingkungan	HSE (Lingkungan)

Penilaian *supplier* pada setiap subkriteria dilakukan dengan menggunakan form rating. melalui form rating, responden hanya perlu memberi tanda pada salahsatu skala intensitas untuk setiap subkriteria yang ditanyakan. Selanjutnya, nilai kriteria *supplier* diperoleh dengan menjumlahkan nilai pada setiap subkriteria yang ada.

Tabel 3.7 Rating *Supplier*

Kriteria	Subkriteria	<i>Supplier</i>		
		1	2	3

<b>Harga</b>	<b>Harga yang rendah</b>	0.036	0.036	0.002
	<b>Konsistensi harga</b>	0.016	0.016	0.016
	<b>Negosiasi harga</b>	0.007	0.007	0.007
<b>Image ramah lingkungan</b>	<b>Jumlah pelanggan ramah lingkungan</b>	0.016	0.016	0.066
	<b>Tanggung jawab lingkungan</b>	0.033	0.033	0.033
<b>Delivery / pengiriman</b>	<b>Kecepatan pengiriman</b>	0.006	0.006	0.006
	<b>Ketepatan jumlah pengiriman dan jenis produk</b>	0.001	0.001	0.001
	<b>Ketepatan waktu pengiriman</b>	0.007	0.007	0.007
<b>Kualitas</b>	<b>Kemampuan pertahankan kualitas</b>	0.033	0.008	0.033
	<b>Kemampuan pertahankan kualitas dari situasi abnormal</b>	0.043	0.012	0.012
	<b>Iso 9000</b>	0.012	0.012	0.012
<b>Manajemen ling</b>	<b>Cepat tanggap vendor</b>	0.003	0.003	0.009
	<b>Kepatuhan peraturan lingkungan</b>	0.023	0.023	0.023
	<b>Proses ramah ling</b>	0.008	0.008	0.008
	<b>Iso 14000</b>	0.044	0.044	0.044
<b>Pengendalian Polusi</b>	<b>Emisi udara</b>	0.009	0.009	0.033
	<b>Limbah air</b>	0.021	0.021	0.082
	<b>Limbah padat</b>	0.014	0.014	0.014
	<b>Materia berbahaya</b>	0.005	0.005	0.005
<b>Rank Prioritas</b>		<b>0.327</b>	<b>0.273</b>	<b>0.400</b>

### 3.2.2 Tahapan DEA

#### 3.2.2.1 Model Decision Making Unit (DMU)

Seperti yang telah didefinisikan sebelumnya, DMU pada penelitian ini adalah objek yang akan dievaluasi atau dinilai kinerjanya. Objek yang dimaksud adalah *supplier* yang bekerjasama dengan PT.X. untuk memenuhi persyaratan homogeneity pada penggunaan DEA, maka *supplier* yang dinilai harus dibandingkan satu sama lain. Oleh karena itu *supplier* yang dipilih haruslah *supplier* yang mengerjakan bagian pekerjaan yang sama, dalam jangka waktu dan tempat yang sama, dan juga memasok jenis material/komponene yang sama.

Untuk pengevaluasian dengan menggunakan metode DEA, maka yang akan dievaluasi adalah *supplier* bahan kimia di PT X.

Penyusunan model produksi dari suatu DMU dapat didasarkan pada fungsi dan tujuan dari adanya DMU tersebut. Dari fungsi dan tujuan tersebut nantinya dapat ditentukan variable input dan output yang digunakan dalam model. Setelah input dan output ditentukan, maka dapat ditentukan indicator kinerja untuk DMU tersebut.

Tujuan utama yang diharapkan dari kinerja *supplier* tentunya tidak dapat dipisahkan dari *critical success factor* dari suatu *supplier*. Dari sudut pandang PT X sendiri, *critical success factor* untuk *supplier* bahan kimia tersirat dari kriteria-kriteria yang di tentukan oleh perusahaan sebelumnya, yaitu Harga, Pengiriman, Kualitas, *Image* ramah lingkungan, Pengendalian polusi dan Manajemen lingkungan.

DMU sebaiknya lebih banyak dari jumlah input dan output. Rule of Thumb ini digunakan untuk memastikan bahwa model yang akan dianalisis tidak kehilangan *discriminatory power*nya. *Discriminatory power* adalah kemampuan model untuk membedakan antara unit yang efisien dengan unit yang tidak efisien.

### 3.2.2.2 Pemilihan Variable Input dan Output

Identifikasi variable input dan output yang digunakan dalam pengukuran perbandingan produktivitas kinerja merupakan langkah pertama dan terpenting karena hasil evaluasi kinerja nantinya sangat bergantung pada pilihan input dan output yang dipakai. Pada dasarnya pilih variable input dan output bersifat unik untuk setiap kasus, tergantung pada tipe/ model produktivitas yang digunakan, konteks operasi dari unit yang dianalisis dan berbagai factor yang bersifat *exogenous*.<sup>1</sup> Sebagai pedoman dapat dikatakan bahwa hubungan antar variable input dan output harus didasarkan pada sifat *exclusivity* & *exhaustiveness* yang berarti bahwa hanya variable input yang dapat

---

<sup>1</sup> Purwontoro, Nugroo., Op.Cit., hal 39



mempengaruhi variable output dan hanya variable output yang digunakan dalam pengukuran saja yang dipengaruhi.

Pada prinsipnya variabel input meliputi sumber daya (resources) yang dikeluarkan oleh perusahaan dalam bekerjasama dengan pihak *supplier*, sedangkan variabel output meliputi parameter-parameter pengevaluasian *supplier* yang ditetapkan oleh perusahaan (Boussofiane et al, 1991)<sup>2</sup>.

Metode Data Envelopment Analysis (DEA) dapat diterapkan untuk segala entitas pengukuran. Keunggulan utama DEA adalah memberikan fleksibilitas bagi pihak manajemen untuk memilih variable input dan output yang digunakan dalam analisis. Selain itu juga disarankan dalam aplikasi DEA untuk memilih sesedikit mungkin variable input dan output yang digunakan untuk dapat mempertahankan *discriminatory power*, dimana semakin banyak variable input dan output disbanding dengan jumlah DMU maka hasilnya akan semakin kurang diskriminatif pengukuran produktifitas yang dihasilkan dengan metode DEA.

Seperti yang sudah di jelaskan sebelumnya, untuk dapat mempertahankan *discriminatory power*, peneliti haruslah memperhatikan *rule of thumb*, dimana pada DEA terdapat *rule of thumb* yaitu: Hasil perkalian variable input dan output tidak lebih dari DMU.

Karena pada penelitian ini jumlah unit yang akan dianalisa terdapat 3 unit (3 DMU), maka jumlah perkalian input dan output yang diperbolehkan adalah 3 unit. Hal ini untuk menjamin *discriminatory power* dalam model yang dianalisa. Apabila nilai *discriminatory power* rendah, maka hasil dari penelitian tersebut akan menunjukkan banyak unit yang efisien / nilai efisien unit masing-masing menjadi sangat tinggi. Dibawah merupakan variable input dan output yang penulis gunakan pada penelitian.

Tabel 3.8 Input dan Output pada DEA

Variabel Input	Variabel Output
----------------	-----------------

<sup>2</sup> Jian Liu, Fong-yuen Ding and Vinod Lall, 2000, "Using Data Envelopment Analysis to Compare Suppliers for *Supplier* Selection and Performance Improvement", Supply Chain Management : An International Journal, Vol 5, No.3. p.145

Harga	<i>Image</i> Ramah Lingkungan Pengendalian Polusi Manajemen Lingkungan
-------	--

Dikarenakan pemilihan variable input dan output yang terbatas, maka variable output dipilih berdasarkan bobot yang terbesar, sedangkan dalam variable input penulis membatasi penelitian hanya menggunakan variable input yang dapat dikontrol oleh perusahaan yaitu harga. Alasannya adalah bahwa variable input yang tidak terkontrol pengaruhnya tidak signifikan dalam menggambarkan kinerja *supplier* dan hasilnya pun tidak dapat ditindaklanjuti untuk perbaikan kinerja. Dari uraian diatas dapat diasumsikan bahwa peningkatan dari variable input disatu sisi akan meningkatkan pula variable output



Gambar 3.5 Model DEA

### 3.2.2.3 Pemilihan Model DEA yang Digunakan

Dalam penggunaan model DEA dikenal adanya orientasi yaitu *input minimization* dan *output maximization*. Model yang berorientasi pada input minimization atau input oriented mencoba melihat sejauh mana input dapat dikurangi dengan tetap mempertahankan tingkat output. Sebaliknya model yang berorientasi pada output maximization atau output oriented mencoba melihat sejauh mana output dapat ditingkatkan dengan tetap mempertahankan tingkat input.

Pada penelitian ini menggunakan orientasi input dan output.

#### 1. Orientasi input

Pengukuran berorientasi input berarti menghitung pengukuran input yang diperlukan untuk menghasilkan kerja yang efisien berdasarkan hasil output yang tetap.

$$\text{Effisiensi} = \text{output konstan} / \text{input} \downarrow$$

## 2. Orientasi output

Pengukuran berorientasi output berarti menghitung peningkatan output yang diperlukan untuk menghasilkan kinerja yang efisien berdasarkan pemakaian input yang tetap

$$\text{Efektivitas} = \text{output} \uparrow / \text{input konstan}$$

Dalam penerapannya jika suatu institusi sudah produktif menurut sudut pandang efisiensi (orientasi input) maka di pihak institusi lain ini pun telah produktif menurut sudut pandang efektivitas (orientasi output). Juga dimungkinkan terjadinya orientasi kombinasi input dan output secara bersamaan. Selain dalam pemilihan orientasi model, hal lain yang juga harus diperhatikan adalah karakteristik *return to scale* yang merefleksikan operasi DMU dalam suatu sample. Dalam suatu sample homogeny, beberapa DMU beroperasi pada *return to scale* yang konstan (CRS) sedangkan yang lain beroperasi pada *return to scale* yang variable (VRS).

Pada penelitian ini digunakan model CRS, karena dengan menggunakan VRS, maka discriminatory power dari analisa akan sangat rendah mengingat jumlah unit/DMU yang akan dianalisa hanya sedikit. Selain itu, model CRS merupakan model yang persyaratannya paling ketat karena menggunakan asumsi *return to scale* yang konstan. Sementara itu, model VRS memungkinkan adanya peningkatan dan penurunan *return to scale*. DMU yang tergolong efisien pada model CRS akan tergolong efisien pula pada model VRS. Namun pernyataan ini tidak berlaku sebaliknya.

### 3.2.2.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data DEA

Setelah mengidentifikasi variable input dan variable output yang akan digunakan pada tahap sebelumnya, selanjutnya dilakukan pengumpulan nilai dari masing-masing variable. Adapun proses pengumpulan data untuk mengevaluasi kinerja *supplier* berasal dari hasil evaluasi *supplier* yang sudah

didiskusikan dengan perusahaan. Berikut ini adalah data masing-masing *supplier* untuk semua kriteria.

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, metode evaluasi *supplier* yang digunakan saat ini adalah metode pembobotan nilai dengan kriteria-kriteria yang telah disebutkan pada table diatas. Untuk keperluan pengklasifikasian, maka *supplier* dengan nilai A akan dipertimbangkan statusnya sebagai high performance dan *supplier* dengan nilai dibawah A akan dianggap statusnya sebagai *low performance* berikut ini merupakan keterangannya.

### Formulasi dan optimalisasi Model DEA

Pada prinsipnya konsep DEA tidak memerlukan adanya penentuan bobot. Namun dalam konteks evaluasi *supplier* maka perbedaan tingkat kepentingan antara satu variable dengan variable lainnya yang mewakili perspektif manajemen sudah seharusnya diperhatikan. Dan bobot yang dipakai merupakan hasil dari pengolahan menggunakan metode AHP. Oleh karena itu, model DEA yang ada ditambahkan dengan adanya kendala baru yang mewakili penentuan bobot (*weight restriction*). Berikut merupakan contoh model persamaan liner dari optimalisasi *supplier* dengan orientasi input.

Tabel 3.9 Nilai Masing-Masing Variable di Model DEA

Kriteria/Supplier	Bobot ANP	1	2	3	Simbol
Harga	0.01	0.063	0.065	0.07	wH
ImageRamah Lingkungan	0.21	0.12	0.12	0.15	wI
Pengontrolan Polusi	0.25	0.18	0.18	0.23	wP
Manajemen Lingkungan	0.31	0.17	0.17	0.19	wM

- Persamaan untuk *supplier* 1 :

$$\text{Maks } Z = 0.12 \omega I + 0.18 \omega P + 0.17 \omega M + C$$

Dengan Kendala :

$$0.063 \omega H = 1$$

$$0.12 \omega I + 0.18 \omega P + 0.17 \omega M - 0.063 \omega H \leq 0$$

$$\begin{aligned}
 0.15 \omega I + 0.23 \omega P + 0.19 \omega M - 0.07 \omega H &\leq 0 \\
 0.12 \omega I + 0.18 \omega P + 0.17 \omega M - 0.065 \omega H &\leq 0 \\
 \omega M - 1.5 \omega I &\geq 0 \\
 \omega M - 1.2 \omega H &\geq 0 \\
 \omega H, \omega I, \omega P, \omega M &\geq 0
 \end{aligned}$$

- Persamaan untuk *supplier 2*

$$\text{Maks } Z = 0.12 \omega I + 0.18 \omega P + 0.17 \omega M + C$$

Dengan Kendala :

$$\begin{aligned}
 0.065 \omega H &= 1 \\
 0.12 \omega I + 0.18 \omega P + 0.17 \omega M - 0.063 \omega H &\leq 0 \\
 0.15 \omega I + 0.23 \omega P + 0.19 \omega M - 0.07 \omega H &\leq 0 \\
 0.12 \omega I + 0.18 \omega P + 0.17 \omega M - 0.065 \omega H &\leq 0 \\
 \omega M - 1.5 \omega I &\geq 0 \\
 \omega M - 1.2 \omega H &\geq 0 \\
 \omega H, \omega I, \omega P, \omega M &\geq 0
 \end{aligned}$$

- Persamaan untuk *supplier 3*

$$\text{Maks } Z = 0.15 \omega I + 0.23 \omega P + 0.19 \omega M + C$$

Dengan Kendala :

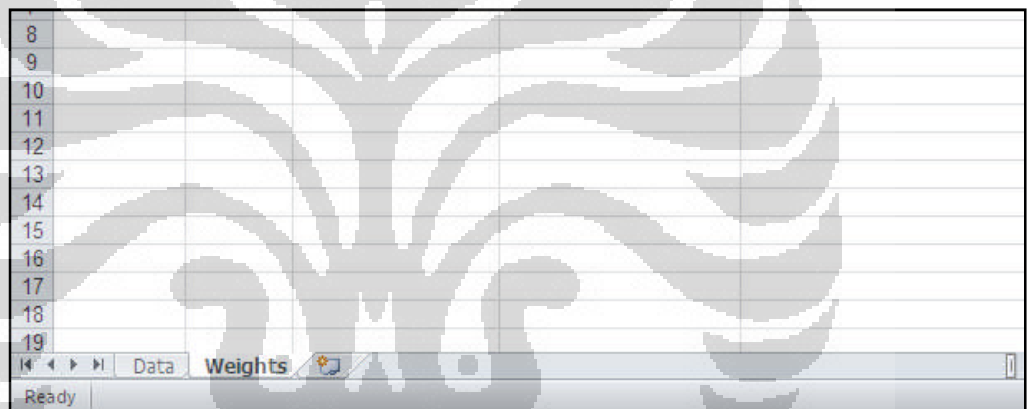
$$\begin{aligned}
 0.07 \omega H &= 1 \\
 0.12 \omega I + 0.18 \omega P + 0.17 \omega M - 0.063 \omega H &\leq 0 \\
 0.15 \omega I + 0.23 \omega P + 0.19 \omega M - 0.07 \omega H &\leq 0 \\
 0.12 \omega I + 0.18 \omega P + 0.17 \omega M - 0.065 \omega H &\leq 0 \\
 \omega M - 1.5 \omega I &\geq 0 \\
 \omega M - 1.2 \omega H &\geq 0 \\
 \omega H, \omega I, \omega P, \omega M &\geq 0
 \end{aligned}$$

### Pengolahan data menggunakan bantuan Software EMS

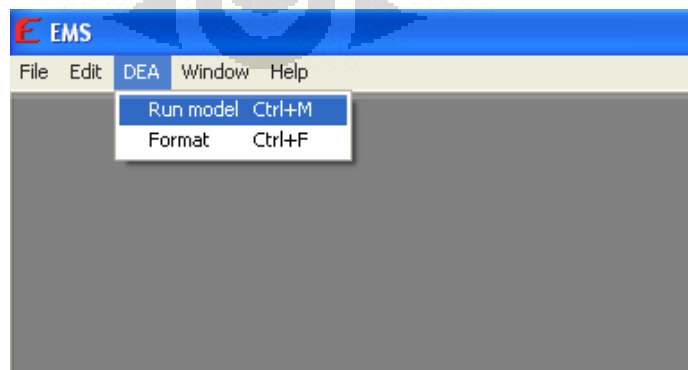
Untuk membantu pengolahan data yang telah dikonversi ke dalam bentuk linear programming. Peneliti menggunakan software *Efficiency Measurement System* (EMS) versi 1.3 yang dikembangkan oleh Dortmund University untuk tujuan edukasi.

Berikut langkah-langkah pengerjaan menggunakan EMS 1.3

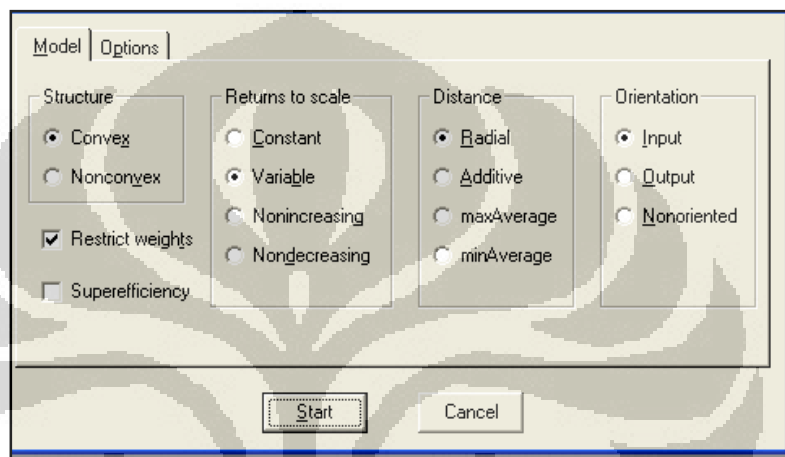
1. Masukkan data yang telah kita kumpulkan pada worksheet Microsoft Excel yang telah dinamakan dengan nama "data". Pada nama variable ditambahkan string {I} untuk input dan string {O} untuk output. Begitu juga dengan pembobotan dengan memasukkan perbandingan ke worksheet yang bernama "weight"



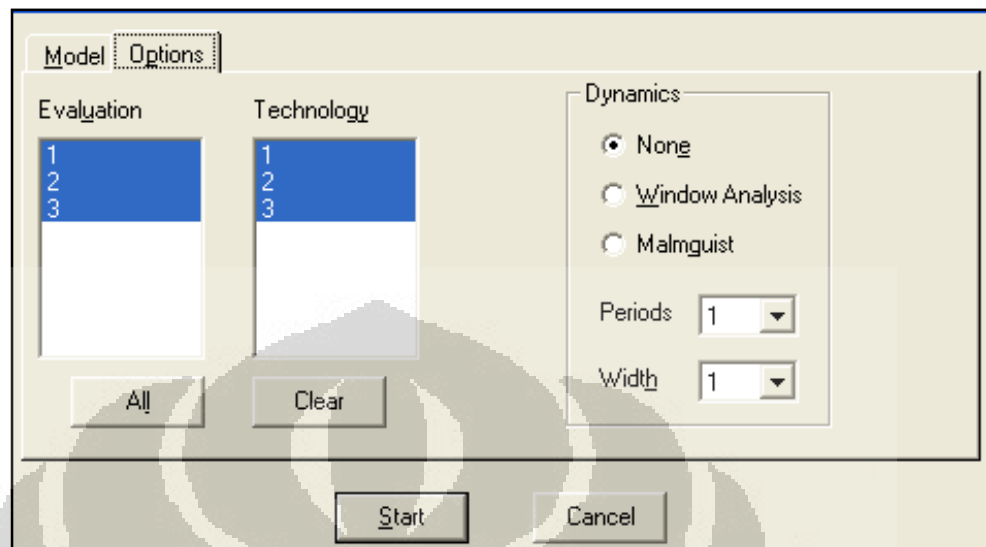
2. EMS akan memproses data yang ada selama beberapa detik, data yang dimasukkan tidak akan terlihat pada tampilan. selanjutnya jalankan model dari tombol "DEA", berupa Run Model.



- Pilih “Structure” pilih opsi yang mau dihitung, missal ketika perhitungan berdasarkan CCR maka pilih Constans, atau jika memilih BBC maka pilih opsi variable, begitu pula untuk pemilihan Input oriented maupun Output Oriented.



- Pada tab “option” pilih semua DMU yang akan diEvaluasi dan yang mana yang akan digunakan untuk membangun analisa kumpulan data pada kotak teknologi. Kemudian pilih model *Dynamic* pada pilihan *None*, kemudian start untuk menghitung.



5. Hasil perhitungan akan muncul pada layar EMS akan keluar sebagai berikut :

	DMU	Score	Cost (HV)	Greer Image (O)/V	Pollut Contr	Environ Mana	Benchmarks	(S) Cost (I)	(S) Green Image (O)	(S) Pollution Control (O)	(S) Environmen Managemer (O)
1	F1	99.42%	1.00	0.00	0.00	1.00	3 (0.89)	0.00000	0.01421	0.02579	0.00000
2	F2	96.36%	1.00	0.00	0.00	1.00	3 (0.89)	0.00000	0.01421	0.02579	0.00000
3	F3	100.00%	1.00	0.21	0.40	0.39	2				

Gambar 3.6 Tampilan Hasil Model DEA Dengan Model CRS Orientasi Input



## **BAB 4**

### **ANALISIS**

Padabab analisis ini, pembahasan terbagi ke dalam dua bagian utama, yaitu analisis mengenai pengumpulan dan pengolahan data dalam penilaian performa *supplier*, dan analisis mengenai alokasi kuantitas bahan baku. Analisis dilakukan pada proses pengambilan data, pengolahan data, hasil dan interpretasi hasil. Agar lebih mudah dimengerti, maka dilakukan pada setiap subabb yang ada pada bab 3 kecuali pada subbab profil perusahaan.

#### **4.1 Analisa penilaian performa *supplier***

Penilaian performa *supplier* menggunakan kernagka De Boer, et al (2001) agar pegnumpulan dan pengolahan leih mudah dan dan dimengerti berikut adalah analisis pada keempat fase kerangka tersebut.

##### **4.1.1 Fase 1 – Definisi Masalah**

Terdapat beberapa *supplier* pemasok bahan kimia di PT X, akan tetapi karena bahan baku yang dipasok merupakan bahan baku yang mempunyai tendensi merusak lingkungan cukup besar, pemilihan *supplier* dengan menggunakan kriteria tradisional saja tidak cukup untuk menyelesaikan masalah tersebut. Oleh karena itu diperlukan tambahn kriteria yaitu kriteria *green supplier* dari lee et all. perlunya kriteria *green supplier* digunakan karena perusahaan merasa penggunaan kriteria tradisional sampai saat ini belum optimal untuk digunakan, selain karena visi perusahaan untuk menjadi salah satu perusahaan yang *green*, hal ini dapat tergambar dari banyaknya keluhan dari para operator ketika menggunakan produk bahan kimia yang tidak mempertimbangkan bahaya lingkungan. Oleh karena itu diharapkan dengan diberlakukannya *greenpurchasing* ini dapat menjadi solusi atas masalah tersebut.

#### 4.1.2 Fase 2 Formulasi Kriteria

Dalam formulasi kriteria, penulis disini mencoba menggunakan 2 tahap yaitu menggunakan koisioner dan juga menggunakan kriteria dengan para expert.

1. Koisioner : dalam koisioner ini, penulis mencoba untuk menayakan kepada para ahli seberapa penting kriteria dan sub kriteria lingkungan yang dipublish oleh lee et all untuk di implementasikan oleh perusahaan. Dikoisioner ini penulis mencoba untuk melakukan rating pada setiap kriteria dan sub kriteria agar nanti dapat dieliminasi subkriteria yang dianggap tidak terlalu penting oleh perusahaan (dengan rating dibawah angka 6). Selain itu di koisioner ini penulis juga memberikan kolom kosong yang berfungsi agar jika expert menilai bahwa ada kriteria yang semestinya perlu dimasukkan tetapi tidak ada pada kriteria lee, maka para expert bisa menuliskan kriteria tersebut pada table yang disediakan.
2. Wawancara : pada wawancara ini digunakan untuk verifikasi dan explore lebih dalam mengenai rating kriteria yang sudah dibuat bersama pada expert seperti memasukkan kriteria pemilihan *supplier* yang sudah ada di perusahaan. Dari kedua tahap ini didapatkan 6 kriteria utama yang akan digunakan sebagai pemilihan *supplier* seperti yang terdapat pada bab 3.

#### 4.1.3 Fase 3 - Kualifikasi awal

Fase ini tidak dilakukan karena pihak perusahaan memutuskan bahwa setiap calon *supplier* memiliki kesempatan yang sama untuk dijadikan rekanan dan arena calon *supplier* ini tereduksi dengan sendirinya jika hasil penilaian pada fase selanjutnya memberikan hasil bahwa calon *supplier* tersebut memiliki nilai performa yang rendah pada setiap kriterianya, sehingga tidak mendapat alokasi pembelian bahan baku.

#### 4.1.4 Fase 4 - Penentuan *Supplier* / Pemeringkatan *Supplier*

Penggunaan metode ANP pada fase ini didasarkan pada tujuan penelitian untuk mengetahui bobot dan pemeringkatan dari kriteria dan nilai

*supplier*, sehingga dari hal tersebut dapat diketahui *supplier* mana yang lebih dominan pada kriteria tertentu dan *supplier* mana yang dominan secara keseluruhan. Setelah melakukan pemeringkatan, penelitian dilanjutkan dengan melakukan pengukuran efisiensi dari *supplier* tersebut sehingga pengukuran ini dapat menjadi bahan rekomendasi untuk perusahaan.

#### 4.1.4.1 Tahap 1 ANP – mengkontruksi Model.

Pengumpulan data untuk mengkontruksi model dilakukan dengan menyebarkan kuesioner yang bertujuan untuk mencari tahu korelasi antar satu subkriteria dengan subkriteria yang lain. Kuesioner ini disebar ke 2 divisi, divisi produksi dan divisi HSE (*Human, Safety and Environment*). Pada tahap ini ditemukan 135 interaksi antar subkriteria. Berikut penulis akan mencoba menganalisis keterkaitan antar satu kriteria dengan kriteria lain.

##### a. Harga

Berikut, penulis akan menandai area yang menandakan apakah kriteria harga dipengaruhi atau dipengaruhi oleh kriteria lainnya dengan menggunakan garis berwarna merah. Dimana huruf A untuk kriteria Harga, huruf B untuk kriteria Kualitas, huruf C untuk Kriteria *delivery*, huruf D untuk *Image* Ramah Lingkungan, huruf F untuk kriteria Pengendalian polusi, dan huruf G untuk manajemen lingkungan.

	A			B			C			D			F			G			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
A	1																		
	2																		
	3																		
B	4																		
	5																		
C	6																		
	7																		
D	8																		
	9																		
F	10																		
	11																		
	12																		
G	13																		
	14																		
	15																		
G	16																		
	17																		
	18																		
	19																		

Dari , gambar diatas, , kita dapat mengetahui bahwa kriteria harga hampir mempengaruhi seluruh kriteria lain, dan hampir seluruh sub kriteira dari harga juga mempengaruhi dari sub kriteria lain. Hal ini menandakan bahwa factor harga memang menjadi salah satu kriteria kunci penting yang dapat mempengaruhi kriteria lainnya. Namun, kriteria harga tidak terlalu banyak dipengaruhi oleh kriteria lain,

b. Kualitas

Berikut, penulis akan menandai area yang menandakan apakah kriteria kualitas dipengaruhi atau dipengaruhi oleh kriteira lainnya dengan menggunakan garis berwarna merah,. Dimana huruf A untuk kriteria Harga, huruf B untuk kriteria Kualitas, huruf C untuk Kriteria *delivery*, huruf D untuk *Image* Ramah Lingkungan, huruf F untuk kriteria Pengendalian polusi, dan huruf G untuk manajemen lingkungan.

	A			B			C			D			F			G			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
A	1																		
	2																		
	3																		
B	4																		
	5																		
	6																		
C	7																		
	8																		
	9																		
D	10																		
	11																		
F	12																		
	13																		
	14																		
G	15																		
	16																		
	17																		
	18																		
	19																		

Dari grafik juga dapat diketahui bahwa, kriteria kualitas tidak banyak mempengaruhi kriteria lain, bahkan kriteria kualitas tidak mempengaruhi kriteria-kriteria yang tergolong kriteria yang mengandung unsur lingkungan. Namun dari sisi sebaliknya, kriteria kualitas lebih banyak dipengaruhi oleh kriteria lain. Disini dapat disimpulkan bahwa kriteria kualitas merupakan kriteria yang tergantung pada kriteria lain.

c. *Delivery*

Berikut, penulis akan menandai area yang menandakan apakah kriteria *delivery* dipengaruhi atau dipengaruhi oleh kriteria lainnya dengan menggunakan garis berwarna merah. Dimana huruf A untuk kriteria Harga, huruf B untuk kriteria Kualitas, huruf C untuk Kriteria *delivery*, huruf D untuk *Image* Ramah Lingkungan, huruf F untuk kriteria Pengendalian polusi, dan huruf G untuk manajemen lingkungan.

		A			B			C			D		F			G					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
A	1																				
	2																				
	3																				
B	4																				
	5																				
	6																				
C	7																				
	8																				
	9																				
D	10																				
	11																				
F	12																				
	13																				
	14																				
G	15																				
	16																				
	17																				
	18																				
	19																				

Sama halnya dengan kriteria kualitas, kriteria *delivery* tidak banyak mempengaruhi kriteria lain, bahkan untuk kriteria *delivery* tidak mempengaruhi kriteria lain, begitu juga sebaliknya, kriteria *delivery* tidak banyak dipengaruhi kriteria lain.

d. *Image* ramah lingkungan

Berikut, penulis akan menandai area yang menandakan apakah kriteria *Image* ramah lingkungan dipengaruhi atau dipengaruhi oleh kriteria lainnya dengan menggunakan garis berwarna merah,. Dimana huruf A untuk kriteria Harga, huruf B untuk kriteria Kualitas, huruf C untuk Kriteria *delivery*, huruf D untuk *Image* Ramah Lingkungan, huruf F untuk kriteria Pengendalian polusi, dan huruf G untuk manajemen lingkungan.

		A			B			C			D		F			G				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
A	1																			
	2																			
	3																			
B	4																			
	5																			
	6																			
C	7																			
	8																			
	9																			
D	10																			
	11																			
	12																			
F	13																			
	14																			
	15																			
G	16																			
	17																			
	18																			
	19																			

Pada kriteria ini, kriteria *Image* ramah lingkungan banyak mempengaruhi kriteria lain, terutama kriteria yang mengandung unsur lingkungan. Dalam kriteria ini, subkriteria “Jumlah pelanggan yang ramah lingkungan” banyak mempengaruhi kriteria “harga” dan “kualitas”, lalu subkriteria “tanggung jawab lingkungan” banyak mempengaruhi kriteria “pengendalian polusi” dan “manajemen lingkungan”. Dari sisi lain kriteria ini cenderung dipengaruhi juga oleh kriteria *green* seperti pengendalian polusi dan manajemen lingkungan, meski kriteria harga juga turut mempengaruhi.

e. Pengendalian polusi

Berikut, penulis akan menandai area yang menandakan apakah kriteria pengendalian dipengaruhi atau dipengaruhi oleh kriteira lainnya dengan menggunakan garis berwarna merah,. Dimana huruf A untuk kriteria Harga, huruf B untuk kriteria Kualitas, huruf C untuk Kriteria *delivery*, huruf D untuk *Image* Ramah Lingkungan, huruf F untuk kriteria Pengendalian polusi, dan huruf G untuk manajemen lingkungan .

		A			B			C			D			F			G			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
A	1																			
	2																			
	3																			
B	4																			
	5																			
	6																			
C	7																			
	8																			
	9																			
D	10																			
	11																			
	12																			
F	13																			
	14																			
	15																			
G	16																			
	17																			
	18																			
	19																			

Selain mempengaruhi hampir seluruh kriteria yang mengandung unsur lingkungan, kriteria ini hanya mempengaruhi kualitas melalui sub kriteria ISO 9000. Dari sisilain, kriteria ini hanya dipengaruhi oleh kriteria harga, pengendalian polusi dan manajemen lingkungan , Dengan demikian kita dapat mengetahui bahwa kriteria ini sebagian besar hanya berinteraksi dengan kriteira dari unsur lingkungan.

f. Manajemen lingkungan

Berikut, penulis akan menandai area yang menandakan apakah kriteria pengendalian dipengaruhi atau dipengaruhi oleh kriteira lainnya dengan

menggunakan garis berwarna merah,. Dimana huruf A untuk kriteria Harga, huruf B untuk kriteria Kualitas, huruf C untuk Kriteria *delivery*, huruf D untuk *Image* Ramah Lingkungan, huruf F untuk kriteria Pengendalian polusi, dan huruf G untuk manajemen lingkungan.

		A			B			C			D		F					G			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
A	1																				
	2																				
	3																				
B	4																				
	5																				
	6																				
C	7																				
	8																				
	9																				
D	10																				
	11																				
F	12																				
	13																				
	14																				
	15																				
G	16																				
	17																				
	18																				
	19																				

Secara umum, kriteria ini banyak memengaruhi kriteria lain, kecuali *delivery*, hal ini yang mengakibatkan kriteria manajemen lingkungan cukup dominan dibanding kriteira lainnya, akan tetapi kriteria ini juga dipengaruhi oleh beberapa kriteira lain seperti harga, *image* ramah lingkungan dan pengendalian polusi.

#### 4.1.4.2 Membuat Matriks Perbandingan

Pengisian kuesioner 3 untuk mendapatkan nilai pengaruh yang akan dijadikan matriks perbandingan dilakukan oleh keempat pihak seperti pada kuesioner-kuesioner sebelumnya. Proses pengisian kuesioner memakan waktu yang lama karena banyaknya nilai interaksi pengaruh yang harus diisi. Responden diminta untuk memberi nilai pada skala ANP 1-9. Penggunaan skala



ini sudah baik, karena semakin besar skala pengukuran, semakin teliti hasil yang diukur. Kelemahannya adalah karena banyaknya pilihan skala, maka responden cenderung bingung dan jenuh dalam mengisi.

Isian kuesioner setiap responden selanjutnya diuji konsistensinya dengan memasukkan data tersebut pada model ANP di software. Hal ini perlu dilakukan untuk memastikan bahwa data mentah sudah konsisten, sehingga hasil rata-rata geometris nantinya akan memberikan hasil yang konsisten juga. Rata-rata geometris digunakan karena nilai yang diberikan responden bersifat perbandingan, sehingga lebih cocok digunakan dibanding rata-rata aritmatik.

Hasil koesioner bagian A dapat dilihat pada lampiran 5 di bagian *unweighted supermatrix*. Koesioner bagian B menciptakan adanya *cluster supermatix* yang memberi bobot pada supermatrix hingga menjadi *weighted supermatirx*. *weighted supermatirx* inilah yang selanjutnya dipangkat sehingga menjadi konvergen dan menjadi *limit supermatrix*. Angka-angka pada *limit supermatrix* merupakan bobot setuap subkriteria yang ada pada model. Analisis mengenai *supermatirx* akan dibahas pada subbab 4.1.4.4. kuesioner bagian C memberikan nilai pengaruh kriteria pada performa *supplier*. Dengan pengolahan yang sama seperti ketika mencari bobot subkriteria, kuesioner bagian C akan memberikan bobot setiap kriteria yang juga akan dibahas pada subbab 4.1.4.4.

#### **4.1.4.3 Tahap 3 ANP Pengecekan Rasio Inkonsistensi**

Pengecekan rasio inkonsistensi pada penelitian ini tidak menggunakan perhitungan secara manual karena nilai rasio inkonsistensi dapat dikeluarkan langsung dari model yang dibuat pada *Software Super Decision*. Berdasarkan hasil pengecekan, semua matriks perbandingan memiliki rasio inkonsistensi kurang dari 0.1. hal ini berarti pengisian kuesioner memiliki hasil yang reliabel. Dieleminasinya data dari salah satu responden sebagai data mentah untuk dirata-ratakan juga menyebabkan semakin kecilnya rasio inkonsistensi yang diperoleh.

#### 4.1.4.4 Tahap 4 ANP Membentuk Supermatix

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, dapat penggunaan ANP, kita akan mendapatkan tiga super matrix yang dibentuk, yaitu yang pertama adalah *unweighed supermatrix* yang didapat dari memasukkan nilai suatu keterkaitan antar satu kriteria dengan yang lain, setelah itu kita memasukkan bobot antar cluster untuk mendapat *weight supermatrix*, lalu yang terakhir kita akan mendapatkan *limit supermatrix* akan didapat dari memangkatkan hasil dari *weight supermatrix* yang kemudian di konvergenkan. Selanjutnya penulis akan menguraikan penjelasan dari *limit supermatrix*.

#### Analisis Unweighted Supermatrix

Pada *unweighted supermatrix*, terdapat dua hal yang dapat dilihat, yaitu ada pengaruh atau tidaknya interaksi antar subkriteira, dan jika ada seberapa besar pengaruh tersebut. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya di dasar teori yang ada pada *unweighted matrix* akan berjumlah satu pada setiap cluster. Sebagai contoh subkriteria “Negosiasi Harga” di pengaruhi oleh subkriteria “Harga yang rendah” dan “Konsistensi harga”

Tabel 4.1 Unweighted Supermatrix pada Cluster Harga

Cluster Node Labels		Harga		
		Harga yang rendah	Konsistensi harga	Negosiasi Harga
Harga	Harga yang rendah	0.000000	0.000000	0.182806
	Konsistensi harga	0.000000	0.000000	0.817194
	Negosiasi Harga	0.000000	0.000000	0.000000

Dapat dilihat dari table diatas bahwa nilai pengaruh subkriteria “Harga yang rendah” pada subkriteria “Negosiasi harga” senilai 0.182806, sedangkan nilai pengaruh subkriteria “Konsistensi harga” pada subkriteria “Negosiasi harga” senilai 0.817194. dimana ketika total nilai pengaruh keduanya dijumlahkan adalah 1. Ketika subkriteira hanya dipengaruhi oleh satu subkriteria pada suatu cluster, maka nilai pengaruh tersebut pasti 1.. hal ini dapat dilihat pada contoh di cluster *delivery* pada table dibawah, dimana pada subkriteria

“ketepatan waktu” hanya dipengaruhi oleh kecepatan *delivery* sehingga nilai pengaruh kecepatan *delivery* pada subkriteria ketepatan waktu bernilai satu.

Tabel 4.2 *Unweighted Supermatrix* pada Cluster *Delivery*

Cluster Node Labels		Delivery		
		Kecepatan Delivery	Ketepatan Kuantitas	Ketepatan waktu
Deliver y	Kecepatan Delivery	0.000000	1.000000	1.000000
	Ketepatan Kuantitas	1.000000	0.000000	0.000000
	Ketepatan waktu	0.000000	0.000000	0.000000

### **Analisis *Weighted Supermatrix***

*Weighted supermatrix* merupakan hasil kali *unweighted supermatrix* terhadap bobot pengaruh kriteria. Perbandingan nilai pengaruh suatu subkriteria terhadap subkriteria lainnya pada *weighted supermatrix* tidaklah berbeda dengan pada *unweighted supermatrix* karena pada *weighted supermatrix*, nilai penaruh tersebut dikali dengan bobot yang sama pada tiap kriterianya.

### **Analisis *Limit Supermatrix***

Nilai dari limit supermatrix merupakan nilai bobot elemen-elemen pada model. Untuk model tambahan, nilai *Limit Supermatrix* diartikan sebagai bobot kriteria seperti pada gambar 4.1 dan untuk model utama nilai limit supermatrix diartikan sebagai bobot subkriteria. Rangkuman bobot kriteria dan subkriteria dapat dilihat pada table berikut.

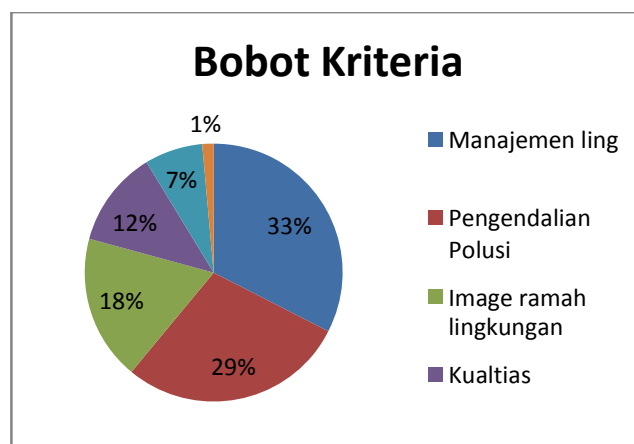
#### a. Analisa bobot kriteria

Pada bagian ini penulis akan menjelaskan hasil bobot kriteria yang penulis dapatkan setelah mengolah data dengan menggunakan *Software Super Decision*.

Tabel 4.3 Uruan Bobot Kriteria

No	Kriteria	Bobot
1	Manajemen lingkungan	0.307494
2	Pengendalian Polusi	0.253981
3	<i>Image</i> ramah lingkungan	0.205706
4	Kualitas	0.111569
5	Harga	0.103608
6	<i>Delivery</i> / pengiriman	0.017643

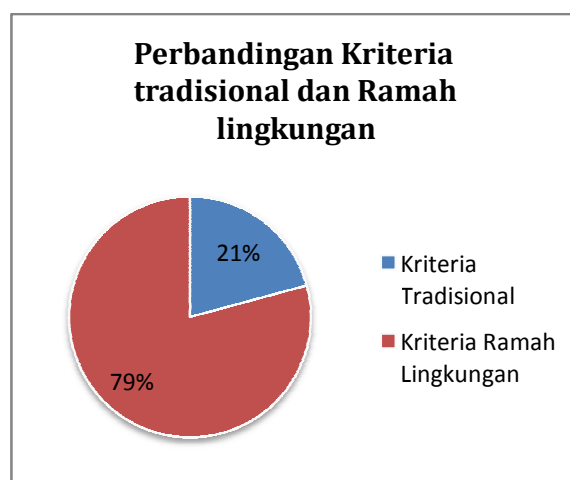
Dilihat dari bobot tersebut, dapat disimpulkan bahwa bobot untuk *delivery* merupakan nilai yang paling kecil yaitu bernilai 0.0176 yang berarti kriteria *delivery* memberikan kontribusi yang kecil pada pemilihan *supplier* yang akan dilakukan, sedangkan kriteira yang akan memberikan pengaruh paling besar pada pemilhan *supplier* adalah manajemen lingkungan, karena mempunyai bobot prioritas yang paling besar yaitu senilai 0.3075. sementara kriteria yang lain berada di antara kedua kriteria tersebut. Berikut, dengan menggunkana *pie chart*, penulis mencoba menjabarkan mengenai seberapa besar tingkat kepentingan dari kriteria tersebut.



Gambar 4.1 Pie-Chart Bobot Kriteria

Berdasarkan grafik pie-chart tersebut, kita dapat mengetahui bahwa kriteria yang mengandung unsur *green* (*image* ramah lingkungan, manajemen lingkungan, dan Pengendalian Polusi) merupakan kriteria yang lebih dominan dibanding kriteria lain (harga, *delivery* dan kualitas), hal ini menandakan bahwa kriteria yang ramah lingkungan memang dibutuhkan oleh perusahaan dalam memilih produk bahan kimia yang memang cenderung merusak lingkungan. Bahkan perbandingan antara keduanya mencapai 3,2 : 1 yang artinya kriteria yang mengandung unsur lingkungan 3 kali lebih penting dibanding kriteria tradisional.

Selain itu, kita juga dapat menemukan bahwa bobot kriteria yang ramah lingkungan merupakan kriteria mempunyai bobot yang dominan ketimbang dari kriteria tradisional. Dari grafik dibawah dapat dilihat bahwa kriteria ramah lingkungan mempunyai bobot prioritas 77% dari 100% bobot prioritas, sedangkan sisanya yaitu 23% merupakan bobot dari kriteria tradisional. hal ini semakin meyakinkan bahwa dalam kasus pengadaan bahan kimia, para kriteria yang ramah lingkungan merupakan kriteria yang dibutuhkan dari sudut pandang skala prioritas efektifitas dan efisiensi maupun dari sudut pandang ramah lingkungan. diagram *pie chart* dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.2 Pie Chart Bobot Tradisional VS Bobot Ramah Lingkungan

b. Analisa Bobot Subkriteria

Sama halnya dengan bobot kriteria, pada bobot subkriteria juga didominasi oleh kriteria yang mengandung unsur lingkungan. Berikut penulis akan menampilkan urutan bobot prioritas subkriteria yang didapat dari perhitungan dengan menggunakan *Software Superdecision*.

Tabel 4.4 Urutan Bobot Subkriteria

No	Subkriteria	Bobot
1	ISO 14000	0.15211792
2	Tanggung jawab ling	0.11658654
3	Emisi udara	0.11020437
4	Kepatuhan peraturan lingkungan	0.09045264
5	Jumlah pelanggan ramah ling	0.08911917
6	Limbah air	0.0734799
7	Harga yang rendah	0.05912895
8	Limbah padat	0.04926763
9	Kemampuan pertahankan Kualitas dari situasi abnormal	0.04514055
10	Cepat tanggap vendor	0.03989727
11	ISO 9000	0.03577107
12	Negosiasi harga	0.0308077
13	Kemampuan pertahankan kualitas	0.03065705
14	Proses ramah ling	0.0250265
15	Materia berbahaya	0.02102916
16	Konsistensi harga	0.01367107
17	Kecepatan pengiriman	0.0091007
18	Ketepatan waktu pengiriman	0.00536968
19	Ketepatan jumlah pengiriman dan jenis produk	0.00317212

Dari table tersebut didapat bahwa tujuh dari kesepuluh list teratas merupakan subkriteria yang mengandung unsur lingkungan, hal ini kembali mempertegas dari analisa bobot kriteria bahwa kriteria yang mengandung unsur lingkungan memang dibutuhkan oleh perusahaan dalam melakukan pembelian bahan kimia yang cenderung mempunyai dampak negatif kepada lingkungan.

#### 4.1.4.5 Pemberian Rating *Supplier*

Output dari dari fase ini bukanlah urutan *supplier* berdasarkan performanya, melainkan dari bobot kriteria dan subkriteria untuk masing-masing kriteria tersebut. Nilai *supplier* untuk masing-masing kriteira diperoleh dari akumulasi nilai *supplier* pada subkriteira yang ada didalamnya.

Terdapat 3 *supplier* bahan kimia pada PT X. Namun, pada penelitian ini hanya dipilih satu *supplier* saja yang akan ditentukan sebagai pemasok., pda pemilihan digunakan metode *absolute judgement* untuk menilai *supplier* agar mempermudah responden dalam mengisi. Penggunaan skala baik/cukup/kurang dirasa cukup untuk mewakili nilai *supplier* paa masing-msaing subkriteria. Pada pengambilan datanya, penulis akan membaginya ke dua bagian, yaitu kriteira harga, kualitas dan *delivery* untuk diisi oleh bagian produksi, dan kriteira *image* ramah lingkungan, manajemen lingkungan dan pengendalian polusi. Hal ini bertujuan agar para subkriteria benar-benar dipilih oleh para *expert* dibidang masing-masing.

Setelah mendapatkan bobot kriteria dan skala baik/cukup dan kurang sudah di dapatkan untuk setiap subkriteria, maka kita akan meminta para expert untuk melakukan penilaian kepada ketiga *supplier* tersebut, berikut merupakan hasil bentuk rating yang kami peroleh dari para *expert* terebut :

Kriteria	Subkriteria	<i>Supplier</i>		
		1	2	3
Harga	Harga yang rendah	1.000	1.000	0.065

	Konsistensi harga	1.000	1.000	1.000
	Negosiasi harga	0.342	0.342	0.342
<i>Image</i> ramah lingkungan	Jumlah pelanggan ramah lingkungan	0.244	0.244	1.000
	Tanggung jawab lingkungan	0.284	0.284	0.284
<i>Delivery /</i> pengiriman	Kecepatan Pengiriman	1.000	1.000	1.000
	Ketepatan jumlah pengiriman dan jenis produk	1.000	1.000	1.000
	Ketepatan Waktu Pengiriman	1.000	1.000	1.000
Kualitas	Kemampuan pertahankan kualitas	1.000	0.231	1.000
	Kemampuan pertahankan kualitas dari situasi abnormal	1.000	0.273	0.273
	Iso 9000	0.273	0.273	0.273
Manajemen ling	Cepat tanggap vendor	0.095	0.095	0.251
	Kepatuhan peraturan lingkungan	0.218	0.218	0.218
	Proses ramah ling	0.275	0.275	0.275
	iso 14000	0.284	0.284	0.284
Polusi udara	Emisi udara	0.076	0.076	0.275
	Limbah air	0.258	0.258	1.000
	Limbah padat	0.258	0.258	0.258
	Materia berbahaya	0.197	0.197	0.197

Dari hasil rating tersebut, kita akan mengkali dengan bobot yang kita dapatkan dengan rating yang didapatkan. Berikut kami merupakan hasil data pengolahan selanjutnya dan pemeringkatan *supplier* yang penulis dapatkan :

Kriteria	Subkriteria	<i>Supplier</i>		
		1	2	3
Harga	Harga yang rendah	0.036	0.036	0.002
	Konsistensi harga	0.016	0.016	0.016
	Negosiasi harga	0.007	0.007	0.007



<i>Image</i> ramah lingkungan	Jumlah pelanggan ramah lingkungan	0.016	0.016	0.066
	Tanggung jawab lingkungan	0.033	0.033	0.033
<i>Delivery</i> / pengiriman	Kecepatan Pengiriman	0.006	0.006	0.006
	Ketepatan jumlah pengiriman dan jenis produk	0.001	0.001	0.001
	Ketepatan Waktu Pengiriman	0.007	0.007	0.007
Kualitas	Kemampuan pertahankan kualitas	0.033	0.008	0.033
	Kemampuan pertahankan kualitas dari situasi abnormal	0.043	0.012	0.012
	Iso 9000	0.012	0.012	0.012
Manajemen ling	Cepat tanggap vendor	0.003	0.003	0.009
	Kepatuhan peraturan lingkungan	0.023	0.023	0.023
	Proses ramah ling	0.008	0.008	0.008
	iso 14000	0.044	0.044	0.044
Pengendalian Polusi	Emisi udara	0.009	0.009	0.033
	Limbah air	0.021	0.021	0.082
	Limbah padat	0.014	0.014	0.014
	Materia berbahaya	0.005	0.005	0.005
<b>Rank Prioritas</b>		<b>0.327</b>	<b>0.273</b>	<b>0.400</b>

Berikut penulis akan mencoba untuk menganalisis hasil rating *supplier* pada setiap kriteria yang diperlihatkan oleh table diatas :

#### 1. Kriteria harga

Pada kriteria harga, dapat terlihat bahwa *supplier* 1 dan 2 jauh mengungguli *supplier* 3, hal ini terlihat dari jumlah rating dari kriteria tersebut. Nilai dari *supplier* 1,2 dan 3 secara berturut-turut adalah 0.059, 0,059 dan 0.025. dengan demikian dapat disimpulkan harga yang ditawarkan oleh *supplier* 1 dan 2 jauh lebih murah dibanding harga yang ditawarkan *supplier* 3.

#### 2. Kriteria Kualitas

Pada kriteria kualitas, total nilai dari *supplier* 1, 2 dan 3 masing-masing adalah 0.088, 0.032 dan 0.057. dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa kualitas yang ditawarkan oleh *supplier* 1 merupakan kualitas tertinggi dari

*supplier* 2 dan 3. Dan *supplier* 3 menawarkan kualitas yang lebih tinggi dari *supplier* 2.

### 3. Kriteria *delivery*

Para kriteria *delivery*, total nilai yang didapat dari *supplier* 1, 2 dan 3 adalah sama, yaitu 0.014. dari hal ini dapat disimpulkan bahwa perusahaan sangat puas dengan pelayanan pengiriman yang dilakukan oleh para *supplier* baik dari segi waktu pengiriman, ketepatan kuantitas, dan kualitas pengantaran. Terlebih lagi nilai 0.018 merupakan nilai yang sama dengan bobot dari kriteria harga, yang berarti semua *supplier* mendapatkan nilai yang sempurna dari setiap subkriteria tersebut.

### 4. Kriteria *image* ramah lingkungan

Para kriteria *image* ramah lingkungan, total nilai yang didapat dari *supplier* 1, 2 dan 3 masing-masing adalah 0.049, 0.049 dan 0.099. dari hal ini dapat terlihat bahwa *supplier* 3 merupakan *supplier* yang mendapat nilai paling tinggi yang berarti *supplier* 3 merupakan *supplier* yang juga banyak berkerja sama oleh perusahaan lain yang juga peduli pada isu lingkungan.

### 5. Kriteria pengendalian polusi

Pada pengendalian polusi, nilai yang didapat oleh *supplier* 1, 2 dan 3 masing-masing 0.050, 0.050 dan 0.135. hal ini berarti dalam penendalian polusi secara umum, *supplier* 3 mempunyai nilai tertinggi dibanding *supplier* lainnya. Jika diteliti lebih mendalam, kita dapat mengetahui bahwa *supplier* 3 unggul dalam pengendalian pada emisi udara dan emisi limbah air.

### 6. Kriteria manajemen lingkungan

Pada kriteria ini, total nilai dari *supplier* 1, 2 dan 3 berturut-turut 0.078, 0.078 dan 0.084, dari sini diketahui bahwa *supplier* 3 sedikit lebih unggul dibanding *supplier* 1 dan 2

Setelah menanalisis per kriteria, langkah selanjutnya adalah menjumlah seluruh rating yang didapat *supplier* untuk setiap subkriteria yang dia peroleh, dan dari hasil penjumlahan tersebut kita memperoleh bahwa ranking nilai prioritas *supplier* 1, 2 dan 3 secara berturut-turut adalah 0.327, 0.273 dan 0.4.

disini dapat dilihat bahwa nilai *supplier 3* merupakan *supplier* yang mempunyai nilai tertinggi secara keseluruhan.

Setelah menganalisis dari sudut pandang kriteria dan subkriteria, disini penulis akan menganalisis nilai *supplier* pada setiap subkriteira, dengan tujuan agar dari analisis dapat diketahui keunggulan dan kekurangan dari masing-masing *supplier* :

- Analisis nilai *supplier 1*

Secara umum, *supplier 1* merupakan *supplier* yang tergolong baik. Hal ini disebabkan karena *supplier* ini dapat mengimbangi segi kualitas, harga dan dampak lingkungan yang akan dirasakan .hal ini dapat terlihat dari rating *supplier* yang merata disegala sisi, baik pada kriteria tradisional maupun kriteria yang ramah lingkungan. Akan tetapi karena pada kasus bobot kriteria dan subkriteria ramah lingkungan mempunyai bobot yang sangat tinggi (bahkan mendominasi lebih dari 70%), mengakibatkan total nilai akhir *supplier* ini tidak yang tertinggi.

- Analisis *supplier 2*

*Supplier 2* merupakan *supplier* yang mempunyai nilai rating paling rendah hampir pada segala kriteria (baik kriteira dan subkriteria tradisional maupun yang ramah linkungan), hal ini dapat terlihat dari rating yang dihasilkan dimana rata-rata nilai yang didapat oleh *supplier 2* sealu berada dibawah nilai rating *supplier 1* atau *supplier 3*.

- Analisis *supplier 3*

*Supplier 3* merupakan *supplier* yang cukup unik, *supplier* ini mendapatkan nilai yang rendah pada kriteria tradisional (harga, kualitas dan *delivery*), tetapi mendapat nilai yang tinggi pada kriteria ramah lingkungan. Akan tetapi pada akhir penilaian, *supplier* ini mendapat nilai yang tertinggi, salah satu penyebabnya adalah pada kasus ini, bobot kriteria yang ramah lingkungan sangat tinggi nilainya, sehingga nilai rating untuk *supplier* ini menjadi tinggi pula.

#### 4.2 Analisis DEA –Pengukuran Efisiensi

Effisiensi merupakan salah satu parameter kinerja yang secara teoritis merupakan salah satu kinerja yang mendasari seluruh kinerja sebuah organisasi. Pada saat pengukuran efisiensi dilakukan, perusahaan dihadapkan pada kondisi bagaimana mendapatkan tingkat input yang optimal dengan tingkat input yang ada, atau mendapatkan tingkat output tertentu / tetap dengan tingkat input yang minimum. Dengan indentifikasinya alokasi input dan output dapat dianalisa lebih jauh untuk melihat penyebab ketidakefisienan.

Salah satu metode yang digunakan untuk mengukur efisiensi suatu unit adalah metode DEA. DEA mengukur efisiensi unit-unit yang ada dibandingkan dengan unit-unit lain yang dianggap paling efisien dalam set data yang ada. Dari pengolahan data yang sudah dilakukan sebelumnya, maka diperoleh nilai-nilai yang selanjutnya akan dianalisa, antara lain :

1. Nilai efisiensi masing-masing *supplier*.
2. Nilai bobot untuk masing-masing variable.
3. *Benchmarking* dan nilai intensitas
4. Nilai *slack* untuk *supplier* yang *inefisien*.

##### 4.2.1 Analisis Nilai Efisiensi

Dari pengolahan data, didapat nilai efisiensi berupa skor presentase yang memerlukan tingkat efisiensi dari masing-masing *supplier*. Di bawah ini merupakan hasil nilai efisiensi masing-masing *supplier* dengan menggunakan orientasi input dan output.

	DMU	Score	Cost {I}\V	Greer Image {O}\V	Pollut Contri	Envirc Mana	Benchmarks	{S} {I}	{S} Green Image {O}	{S} Pollution Control {O}	{S} Environmen Managemer {O}
1	F1	99.42%	1.00	0.00	0.00	1.00	3 (0.89)	0.00000	0.01421	0.02579	0.00000
2	F2	96.36%	1.00	0.00	0.00	1.00	3 (0.89)	0.00000	0.01421	0.02579	0.00000
3	F3	100.00%	1.00	0.21	0.40	0.39		2			

Hasil perhitungan dengan Orientasi Input

Nilai efisiensi menggambarkan tingkat efisiensi masing-masing DMU yang nilainya berkisar antara 0-100%. Suatu DMU memperoleh nilai efisiensi

100% mengindikasikan suatu kondisi dimana tidak ada input atau output yang masih dapat ditingkatkan tanpa mengurangi tingkat input dan output yang lain.

Dari table diatas, *supplier3* merupakan *supplier* yang efisien baik dengan orientasi input dan output. Untuk model berorientasi input, *supplier-supplier* yang tidak efisien (nilai efisiensi <100%) harus menggunakan inputnya sebesar nilai yang terdapat pada table. Contoh untuk *supplierA* input yang seharusnya dipakai adalah sebesar 99.42%, jadi inputnya harus dikurangi sebesar 0.58%.

#### 4.2.2 Analisis Bobot Masing-Masing Kriteria

Hasil pengolahan data lainnya yang diperoleh adalah nilai bobot untuk masing-masing variable, baik variable input maupun variable output. Nilai bobot merupakan nilai yang paling optimal untuk menyelesaikan fungsi tujuan dari model DEA. Nilai bobot daalm DEA tidak mencerminkan tingkat kepentingan yang diberikan untuk kriteria tersebut, melainkan lebih mencerminkan kelebihan *supplier* dalam kriteria tertentu. Hal ini disebabkan dalam penyelesaian model DEA, kriteria yang memiliki nilai yang tinggi cenderung diberikan bobot terbesar agar nilai efisiensi DMU tersebut semakin tinggi.

Nilai bobot bersifat variable sehingga masing-masing *supplier* memiliki nilai bobot yang berbeda untuk masing-masing kriteria. Berikut merupakan bobot pada variabel pada masing-masing *supplier* :

Tabel 4.10 Nilai kriteria Menggunakan Orientasi Input

<i>DMU</i>	<i>Cost</i>	<i>Green Image</i>	<i>Polution Control</i>	<i>Environment Analysis</i>
1	1	0	0	1
2	1	0	0	1
3	1	0.21	0.4	0.39

### 4.2.3 Analisis Benchmark dan Nilai Intensitas

Kelebihan metode DEA ini adalah dapat memberikan nilai *benchmark* untuk semua *supplier*/DMU yang inefisien beserta dengan intensitasnya. *Benchmark* digunakan untuk membandingkan *supplier*/DMU yang inefisien dengan *supplier*/DMU yang efisien menjadi *benchmark*nya dan tentunya *supplier* /DMU yang berada *efficient frontier*. Sedangkan nilai intensitas merupakan nilai pedoman yang harus diikuti oleh *supplier*/DMU yang inefisien agar dapat digolongkan sebagai *supplier*/DMU yang efisien. Atau nilai intensitas juga bisa diartikan sebagai pencerminan seberapa besar pengaruh *supplier*/DMU yang efisien terhadap *supplier*/DMU yang tidak efisien. Berikut merupakan hasil nilai *benchmark* dan intensitas yang didapat penulis setelah mengolah data dengan menggunakan *software* EMS.

Tabel 4.6 Benchmark dan Nilai Intensitas *Supplier*

<i>Supplier</i>	Benchmark	
	<i>Supplier</i>	Intensity
1	3	0.89
2	3	0.89
3		

Pada *supplier* 1 dan 2 memiliki *benchmark* yang sama yaitu *supplier* 3, hal ini karena *supplier* 3 merupakan *supplier* yang paling efisien. Bahkan *supplier* 1 dan *supplier* 2 juga mempunyai nilai intensitas yang sama yaitu 0.89, hal ini menandakan agar menjadi efisien, maka *supplier* 1 dan 2 harus memiliki 89% kemampuan output *supplier* 3. Sedangkan *supplier* 3 tidak mempunyai *benchmark* dan nilai intensitas karena *supplier* 3 merupakan *supplier* yang paling efisien.

### 4.2.4 Analisis Bobot Nilai Slack

Nilai *slack* juga merupakan hasil dari pengolahan menggunakan *software* EMS 1.3 yang dapat dijadikan acuan dalam *benchmark* bagi

*supplier* yang inefisien. Berikut ini merupakan nilai *slack* untuk masing-masing kriteria dengan orientasi input dan output.

Tabel 4.7 Nilai *Slack* Menggunakan Orientasi Input

<i>DMU</i>	(S) <i>Cost</i> (I)	(S) <i>Green</i> <i>Image</i> (O)	(S) <i>Polution</i> <i>Control</i> (O)	(S) <i>Environment</i> <i>Analysis</i> (O)
1	0	0.01	0.03	0
2	0	0.01	0.03	0
3				

Nilai *slack* menggambarkan jumlah output yang harus ditingkatkan oleh *supplier* yang inefisien agar dapat digolongkan menjadi *supplier* yang efisien. Pada tabel diatas terlihat bahwa *supplier* yang tidak memiliki *slack* adalah *supplier* yang memiliki efisiensi 100%. Nilai *slack* ini diperoleh dari intensitas terhadap DMU yang menjadi *benchmark*.

Untuk mendapatkan nilai *slack* pertama-tama kita harus mengkalikan intensitas *benchmark* pada *supplier* yang inefisien dengan nilai dari masing-masing kriteria yang dipilih. Selanjutnya hasil yang diperoleh dibandingkan dengan nilai awal kriteria yang dimiliki oleh *supplier* tersebut. Selisih dari hasil perkalian intensitas *benchmark* dan nilai awal akan menghasilkan nilai *slack*. Sebagai contoh, *supplier* 1 harus dapat meningkatkan kemampuan pengendalian polusi 23% ( $0.89 \times 0.23$ ), dengan demikian, agar kemampuannya menjadi 23% maka, *supplier* 1 yang saat ini baru hanya mempunyai kemampuan 18% harus ditingkatkan kemampuannya sebesar 3%.

#### 4.2,5 Usulan Perbaikan Kepada Pihak *Supplier*

Tujuan utama daripada analisis kinerja pemasok dengan menggunakan DEA adalah untuk mengetahui seberapa besar tingkat efisiensi kinerja pemasok terhadap keseluruhan pemasok yang ada dengan mengetahui besar efisiensinya, maka dapat diukur juga besar selisih parameter pengukuran pemasok yang kurang efisien terhadap pemasok yang efisien. Hal inilah yang dijadikan informasi guna menciptakan usulan tindakan korektif terhadap kinerja *supplier*. Berikut merupakan jabaran analisis terhadap kinerja masing-masing pemasok serta usulan perbaikan terhadap pihak pemasok :

- *Supplier 1*

Dengan menggunakan perhitungan DEA *input oriented*, pemasok 1 menghasilkan nilai efisiensi 99.42%. hasil ini mengindikasikan dengan menghasilkan output tersebut, semestinya input dapat diurangi hingga 0.58%.

Nilai efisiensi pemasok ini dinilai kurang karena nilai variabel harga yang dalam hal ini sebagai variable input satu-satunya tidak dimbangi dengan variable output didapatkan. Usulan yang dapat diberikan pada pemasok ini sesuai dengan hasil yang diharapkan supplier ini semestinya meningkatkan nilai *image* ramah lingkungan sebesar 1% dan pengendalian polusi nya sebesar 3%.

- *Supplier 2*

Dengan menggunakan perhitungan DEA *input oriented*, pemasok 2 menghasilkan nilai efisiensi 96.36%. hasil ini mengindikasikan dengan menghasilkan output tersebut, semestinya input dapat dikurangi hingga 3.64%.

Nilai efisiensi pemasok ini dinilai kurang karena nilai variabel harga yang dalam hal ini sebagai variable input satu-satunya tidak dimbangi dengan variable output didapatkan. Usulan yang dapat diberikan pada pemasok ini sesuai dengan hasil yang diharapkan supplier ini semestinya meningkatkan nilai *image* ramah lingkungan sebesar 1% dan pengendalian polusi nya sebesar 3%.

- *Supplier 3*

Dengan menggunakan perhitungan DEA *input oriented*, pemasok 3 menghasilkan nilai efisiensi 100%. hasil ini mengindikasikan bahwa *supplier 3* merupakan *supplier* yang paling optimal dibandingkan dengan *supplier* yang lain.

Dalam kasus ini, *supplier 3* tidak memiliki nilai *slack* karena *supplier 3* merupakan *supplier* yang optimal dibanding *supplier* yang lain.



## BAB 5

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Setelah mendapatkan peringkat dan pengukuran efisiensi *supplier* yang berbasis lingkungan dengan menggunakan metode *Analytic Network Process* (ANP) dan *Data Envelopment Analysis* (DEA), penulis mendapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Berdasarkan perhitungan ANP dengan menggunakan software *super decision*, diketahui bahwa terdapat 6 kriteria yang dianggap penting oleh perusahaan untuk menilai performa *supplier*, berikut kriteria dan beserta tingkat kepentingannya :

Manajemen lingkungan (0.307), pengendalian polusi (0.253), *Image* ramah lingkungan (0.205), Kualitas (0.111), Harga (0.103) dan *deliveery* (0.017). Sedangkan untuk urutan 10 besar bobot subkriteria adalah sebagai berikut ISO 14000 (0.1521), Tanggung jawab lingkungan (0.1165), Emisi Udara (0.1102), Kepatuhan peraturan lingkungan (0.0904), Jumlah pelanggan ramah ling (0.089), Limbah air (0.073), Harga yang rendah (0.059), Limbah padat (0.049), Kemampuan pertahankan Kualitas dari situasi abnormal (0.045), Cepat tanggap vendor (0.039)

Dari bobot kriteria dan subkriteria diatas dapat disimpulkan bahwa kriteira dan sub kriteria yang ramah lingkungan merupakan kriteria dan subkriteria yang memiliki ranking prioritas paling tinggi dibanding kriteria lainnya.

2. Berdasarkan peringkat rating *supplire* dengan menggunakan bobot diatas, secara berturut-turut *supplier* 1, *supplier*2 dan *supplier* 3 adalah sebagai berikut 0.327, 0.273 dan 0.400. sehingga *supplier* 3 berada do peringkat teratas dari kedua *supplier* lainnya.
3. Pengukuran evaluasi *supplier* dengan menggunakan metode DEA yang menggunakan harga sebagai variabel input, dan *image* ramah

lingkungan, pengendalian polusi dan manajemen lingkungan sebagai variabel output, berikut merupakan urutan efisiensi score yang terdapat pada *supplier* 1 yaitu (99.42%) , *supplier* 2 (96.36 %) dan *supplier* 3 (100 %)

4. Dari analisis ANP yang menggunakan gabungan kriteria dari tradisional dan kriteria ramah lingkungan, *supplier*3 mendapatkan nilai rating tertinggi dengan nilai 0.400 disusul dengan *supplier* 1 dan *supplier* 2 yang bernilai 0.327 dan 0.273. sedangkan dengan menggunakan pengukuran efisiensi terhadap kriteria ramah lingkungan dengan menggunakan metode DEA dengan menggunakan orientasi input, didapatkan nilai efisiensi untuk *supplier*1, *supplier*2 dan *supplier* 3 adalah 99.42%, 96.36% dan 100%.

## 5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya, keputusan pemilihan *supplier* dapat dilakukan dengan metode lainnya selama jika metode tersebut sangat sesuai dengan kondisinya, metode lain yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan *Total Cost of Ownership* melalui *Activity Based Costing* dan *Integer Programming* jika aktivitas pembelian bahan baku yang dilakukan perusahaan pada masing-masing calon *supplier* memiliki perbedaan yang signifikan. Ataupun juga dapat menggunakan *Taguchi Loss Function* jika perusahaan sangat memperhatikan ketepatan kualitas dari bahan baku.

## DAFTAR REFERENSI

- Chen, Yao (2003). "Ranking Efficient Unit in DEA". *Omega* 32 (2004) 213-219.
- De Boer, L., Labro, E., & Morlacchi, P., (2001). "A Review of Methods Supporting *Supplier* Selection". *European Journal of Purchasing & Supply*, 7, 75-89.
- Hang, Kuo Chung; Lu, Chin-Shan and Lie, Shaorui. (2010). "A Taxonomy of *Green* Supply Chain Management Capability among Electronics-related manufacturing firms in taiwan". *Journal of Environmental Management*. Vol 91. pp. 1218-1226
- <http://www.bappenas.go.id/node/26/1593/keppres-no-80-tahun-2003/>.
- K. Yeoman, Brian (2007). "Raging Inexorable Thunderlizard for Change *GreenPurchasing*".
- Kontis, Alexios-Patapios; Vrysagotis, Vassilos (2011). "*Supplier* selection problem: A literature review of Multi-criteria approaches based on DEA". *International Scientific Press*, 2011.
- Lee, Amy H.I.; Kang, He –Yau, Hsu, Ghang-Fu dan Huang Hsio-Chu (2009). "A *GreenSupplier* Selection Model For High Tech Industri". *Expert Systems with Applications*. Vol .36. pp. 7917-7927.
- Min, Hokey ; Galle Willieam P (2001). "*Greenpurchasing* practices of US firm" *International Journal of Operations & Production Management* Vol 21 No. 9, 2001, pp. 1222-1238.
- M.R.Khadivi, S.M.T, Fathemi Ghomi .(2102). "Solid waste facilities location using of *Analytical Network Process* and data envelopment analysis approaches". *International Journal Waste Management*. 32 (2012), 1258-1265

Seminar Nasional *Sustainable Public Procurement* (SPP), LKPP. Senin 13/12, Grand Mahakam.

William Ho. (2007). "Integrated analytic hierarchy process and its applications - A literature review". *European Journal of Operation Research* 186 (2008) 211-218