

Analisis Perbaikan Efisiensi Gudang Menggunakan Pendekatan *Data Envelopment Analysis* (DEA)

(Studi Kasus : PT. Madukismo
Tirtonimolo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.)

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata Satu Teknik Industri**



Disusun Oleh :

Nama : Weby Mareta Rosandy

No. Mahasiswa : 11522318

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2016**

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Weby Mareta Rosandy

NIM : 11 522 318

Jurusan : Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Judul Tugas Akhir : Analisis Perbaikan Efisiensi Gudang Menggunakan Pendekatan Data

Data Envelopment Analysis (DEA)

“Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi. Apabila kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, saya sanggup menerima hukuman atau sanksi sesuai peraturan yang berlaku.”

Yogyakarta, 13 Agustus 2016

Penulis,



METERAI
TEMPEL
659EAADF608747098
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Weby Mareta Rosandy

SURAT KETERANGAN



PT MADUBARU

PG.PS.MADUKISMO

SURAT KETERANGAN

No. 4273/DIR/MB/VIII/2016

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa,

Nama : Weby Mareta Rosandy
No. Mhs. : 11522318

Adalah mahasiswa Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia yang telah selesai melaksanakan penelitian tugas akhir di Bagian Akuntansi & Keuangan Sie Gudang Gula PT Madubaru Yogyakarta dari bulan Juni 2016 s/d bulan Juli 2016.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 10 Agustus 2016

Direktur PT Madubaru

Rejina Isharsrivani
Kabag. SDM & Umum

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Analisis Perbaikan Efisiensi Gudang Menggunakan *Pendekatan Data Envelopment Analysis (DEA)*

TUGAS AKHIR

Oleh

Nama : Weby Mareta Rosandy

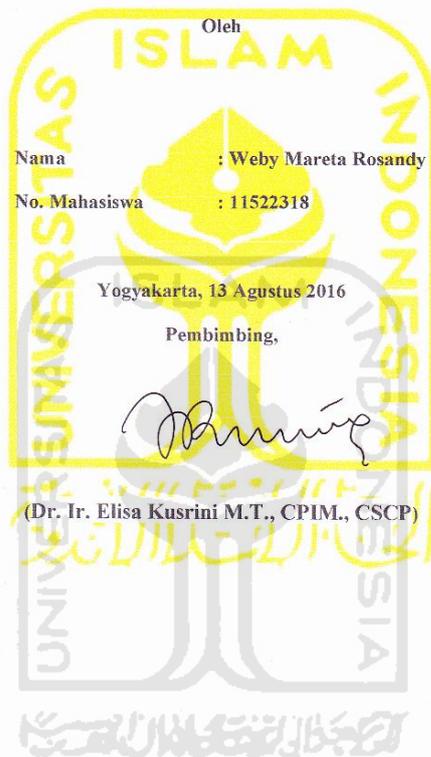
No. Mahasiswa : 11522318

Yogyakarta, 13 Agustus 2016

Pembimbing,



(Dr. Ir. Elisa Kusriani M.T., CPIM., CSCP)



LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**Analisis Perbaikan Efisiensi Gudang Menggunakan Pendekatan *Data Envelopment Analysis* (DEA)****TUGAS AKHIR**

Disusun Oleh :

Nama : Weby Mareta Rosandy

No Mahasiswa : 115 22 318

Laporan Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan di Depan Siding Penguji Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industry Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 31 Agustus 2016

Dewan Penguji

Dr. Ir. Elisa Kusrini, M.T., CPIM., CSCP

Ketua

Ali Parkhan Ir., M.T.

Anggota I

Amarria Dila Sari, S.T., M.Eng.

Anggota II

Mengetahui

Ketua jurusan Teknik Industri
Universitas Islam Indonesia

Agusti Rochman S.T., M.Eng

HALAMAN PERSEMBAHAN



Teruntuk,

Allah SWT & Muhammad SAW

Almamaterku, Fakultas Teknik Industri UII

Ibu, Bapak, Kakak serta Sahabat - Sahabatku tercinta

MOTTO

أَشْهَدُ أَنْ لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ، أَشْهَدُو أَنَّ رَمَحَمَدًا سُولُ اللَّهِ

“Saya bersaksi bahwa tiada Tuhan yang berhak disembah selain Allah,
dan saya bersaksi bahwa Muhammad adalah utusan Allah.”

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾ ﴿٦﴾

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah
kesulitan itu ada kemudahan.”

QS. Al-Insyiroh:5-6

“love the life you live. live the life you love.”

Bob Marley

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kepada Allah SWT yang tak henti - hentinya memberikan segala kenikmatan dan rahmat kepada seluruh hamba-Nya. Shalawat serta salam kepada Nabi junjungan kita Muhammad SAW dan penerusnya yang telah membawa Islam kepada seluruh umat manusia. Dengan Rahmat dan Hidayah Allah SWT, tugas akhir yang berjudul “Analisis Perbaikan Target Gudang Menggunakan Pendekatan *Data Envelopment Analisis* (DEA)” dapat terselesaikan dengan baik. Adapun tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi Strata-1 pada jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyelesaian penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi – tingginya kepada pihak – pihak yang telah memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung, oleh sebab itu dengan penuh rasa syukur penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Imam Djati Widodo, M.Eng. Sc., Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Yuli Agusti Rochman ST., M. Eng Selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Dr. Ir. Elisa Kusri M.T. yang selalu membimbing, memberikan solusi, saran, dan masukkan dalam penyelesaian skripsi.
4. Kedua orang tua Suroso dan Emi nuryani serta kakak Gandhang Dieska Rosandy tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, dan kasih sayang selama ini.
5. Keluarga dan sahabat Ridho Tryatma, Eko Wahyudi, Awwaludin Al Rosyid dan Muhammad Wahyudi.
6. Terima kasih mas Faisal atas bantuan urusan Administrasi
7. Karyawan PG. Madukismo khususnya departemen Pergudangan.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat khususnya di dunia ilmu pengetahuan bagi seluruh pihak. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini banyak ditemui kekurangan, sehingga dengan kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.

Wassalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Yogyakarta, 13 Agustus

2016

Weby Mareta Rosandy

ABSTRAK

Kompetensi bisnis yang semakin tajam, serta perkembangan komunikasi dan transportasi, memotivasi pelaku usaha untuk mengelola lebih mengefisienkan pergudangannya. Semua aktifitas *warehousing* harus dapat menciptakan *output* level yang tinggi kepada semua *customer* tetapi dengan *input* pengelolaan yang seminimum mungkin. Maka perlu diefisienkan variabel-variabel di dalam gudang. Dalam penelitian ini menggunakan perbandingan antara gudang bahan makanan yang salah satunya adalah PT. Madukismo DMU (*Decision Making Unit*) 1 (gudang produksi gula pasir) untuk data aktualnya dan 2 gudang lainnya adalah dari UD. Sinar barokah DMU (*Decision Making Unit*) 2 (gudang produksi gula pasir) dan UD. Putra Lestari DMU (*Decision Making Unit*) 3 (gudang produksi tepung tapioka) . Peneliti menggunakan metode DEA untuk memperbaiki target gudang dan melihat DMU yang efisien dan yang tidak efisien dengan dasar perhitungan KPI Frazelle. Penelitian di PT Madu Kismo dilakukan dari tanggal 9 Juni sampai 9 Juli 2016. Dari hasil analisa, berdasarkan penelitian menggunakan CRS (*Constant Return of Scale*) *primal* yang menjadi DMU yang tidak efisien adalah DMU 1 dengan nilai efisienrelatif 0.7030000. Perbaikan target menggunakan metode CRS (*Constant Return of Scale*) *dual* dan VRS (*Variabel Return of Scale*). Perbaikan target didapatkan dari model VRS (*Variabel Return of Scale*) dengan perubahan target perbaikan, *storage* untuk utilitas dari 8% menjadi 5.82% dan target perbaikan untuk *order picking* dari 10 unit/menit menjadi 7.38 unit/menit.

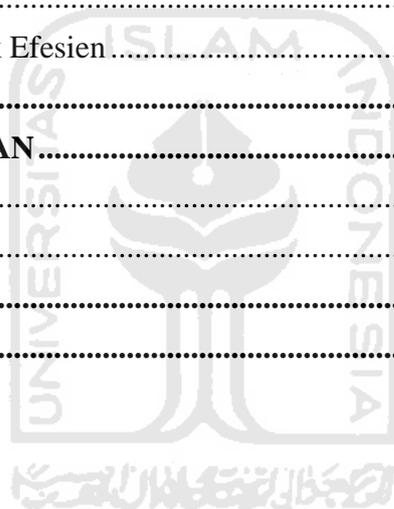
Kata Kunci : KPI, DEA, DMU, CRS primal, CRS dual, VRS dan Perbaikan Target

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	Error! Bookmark not defined.
SURAT KETERANGAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II.....	7
KAJIAN LITERATUR	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Landasan Teori	10
2.2.1 Gudang	10
2.2.2 Aktivitas Gudang.....	11
2.2.3 Tujuan Gudang	13
2.2.4 Program Linear	13
2.2.5 Pengukuran Efisiensi Relatif	15
2.2.6 KPI (<i>Key Performance Indicator</i>)	17
2.2.7 <i>Geometric mean</i>	18
2.2.8 <i>Data Envelopment Analisis (DEA)</i>	19
2.2.9 Model Matematis CCR-Primal.....	25

2.2.10 Model Matematis CCR-Dual.....	26
2.2.11 Model Matematis VRS	27
2.2.12 <i>Scale Efficiency</i>	28
BAB III.....	30
METODE PENELITIAN.....	30
3.1 Pendekatan Penelitian	30
3.2 Alur Penelitian	31
3.3 Lokasi Penelitian.....	35
3.4 Jenis Dan Metode Pengumpulan Data	35
3.5 Pengolahan Data	35
3.5.1 Identifikasi Decision Making Unit (DMU)	36
3.5.2 Identifikasi dan Pengelompokan Atribut yang Berpengaruh	36
3.5.3 Model Matematis.....	37
3.5.4 <i>Software</i> LINDO	39
3.6 Analisis Sensitivitas.....	42
BAB IV.....	44
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	44
4.1 Pengumpulan Data.....	44
4.1.1 Profil Perusahaan dan UKM.....	44
4.1.2 Identifikasi Variabel dan <i>Input-Output</i>	46
4.1.3 Perhitungan KPI Frezelle 3 DMU	47
4.1.4 Data kuisisioner AHP 3 DMU Terpilih	48
4.1.5 Perhitungan Geomatrik Mean.....	56
4.1.6 Pembobotan Matriks AHP.....	58
4.1.7 Pemilihan Data <i>input</i> dan <i>output</i>	60
4.1.8 Data <i>input</i> dan <i>output</i> yang Digunakan	62
4.2 Pengolahan Data	62
4.2.1 Constant Return of Scale (CRS) <i>Primal</i>	62
4.2.2 <i>Constant Return of Scale (CRS) Dual</i>	66
4.2.3 <i>Variabel Return of Scale (VRS)</i>	70
4.2.4 <i>Scale Efficiency (SE)</i>	74
4.2.5 <i>Peer Group (PG)</i>	75
4.2.6 Perbaikan Target.....	76
4.2.7 Analisis Sensitivitas.....	79
BAB V	83
PEMBAHASAN	83

5.1 Perhitungan KPI Frazelle.....	83
5.2 Kuisisioner AHP.....	83
5.3 Perhitungan Goematrik Mean dan Pembobotan Matriks.....	84
5.4 Pemilihan <i>Input</i> dan <i>Output</i>	84
5.5 <i>Constan Return to Scale (CRS) Primal</i>	84
5.5.1 <i>Technical Efficiency (CRS) Primal DMU 1</i>	85
5.5.2 <i>Technical Efficiency (CRS) Primal DMU 2</i>	85
5.5.3 <i>Technical Efficiency (CRS) Primal DMU 3</i>	86
5.6 <i>Constant Return of Scale (CRS) Dual</i>	86
5.7 <i>Variabel Return of Scale (VRS)</i>	86
5.8 <i>Scale Effeciency (SE)</i>	87
5.9 <i>Peer Group</i>	87
5.10 Perbaikan Target.....	88
5.11 Solusi DMU yang Tidak Efesien.....	88
BAB VI	90
KESIMPULAN DAN SARAN	90
6.1 Kesimpulan.....	90
6.2 Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN	94



DAFTAR TABEL

Table 2.1 Perhitungan KPI Frazelle (2002) untuk pergudangan	18
Tabel 4.1 Variabel <i>input</i> dan <i>output</i>	46
Table 4.2 Hasil perhitungan KPI 3 DMU	46
Table 4.3 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Receiving DMU 1.....	47
Table 4.4 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Putaway DMU 1	48
Tabel 4.5 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Storage DMU 1.....	48
Table 4.6 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Order picking DMU 1	49
Table 4.7 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Shipping DMU 1	49
Table 4.8 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Receiving DMU 2.....	50
Table 4.9 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Put away DMU 2.....	50
Table 4.10 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Storage DMU 2.....	51
Table 4.11 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Order picking DMU 2	51
Table 4.12 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Shipping DMU 2	52
Table 4.13 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Receiving DMU 3.....	52
Table 4.14 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Put away DMU 3	53
Table 4.15 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Storage DMU 3.....	53
Table 4.16 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Order picking DMU 3	54
Table 4.17 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Shipping DMU 3	54
Tabel 4.18 Hasil perhitungan geometrik mean ke 3 DMU.....	56
Table 4.19 Pembobotan receiving 3 DMU	57
Table 4.20 Pembobotan put away 3 DMU	57
Table 4.21 Pembobotan storage 3 DMU	57
Table 4.22 Pembobotan order picking 3 DMU.....	58
Table 4.23 Pembobotan shipping 3 DMU	58
Table 4.24 Pengelompokan dari hasil pembobotan matriks	58
Tabel 4.25 Variabel data DMU 1.....	59
Tabel 4.26 Variabel data DMU 2.....	59
Tabel 4.27 Variabel data DMU 3.....	60
Tabel 4.28 Rekapitulasi data <i>input</i> dan <i>output</i>	60
Tabel 4.29 Data <i>input</i> dan <i>output</i> DMU	61
Tabel 4.30 Efisiensi DMU CRS	64
Tabel 4.31 Nilai bobot dan bobot rata-rata per variable	64
Tabel 4.32 Nilai z, TE dan <i>slack variable</i> model CRS <i>dual</i>	69
Tabel 4.33 Nilai z, TE dan <i>slack variable</i> model VRS.....	73
Tabel 4.34 Nilai (TE) <i>dual</i> , (TE) <i>dual</i> , dan <i>Scale Efficiency</i> (SE).....	74
Tabel 4.35 Tabel <i>Proximity Matrix</i>	75
Table 4.36 <i>Slack Variabel</i>	75
Tabel 4.37 Perbaikan target DMU 1	77
Tabel 4.38 Presentase perbaikan target model CRS <i>dual</i> dan VRS pada DMU 1	78

Tabel 4.39 *Dual price* dan kontribusi terhadap z CRS *dual*..... 78
Tabel 4.40 *Dual price* dan kontribusi terhadap z model VRS..... 79



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fungsi aliran aktivitas gudang (Tomkins, 1996)	11
Gambar 2.2 Grafik awal efisiensi	16
Gambar 2.3 Grafik peningkatan efisiensi dari suatu kondisi tertentu.....	17
Gambar 3.1 Alur penelitian	30
Gambar 4.1 Proses produksi madukismo	44



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gudang adalah Bangunan yang dipergunakan untuk menyimpan barang. Dalam pengertian adalah tempat penyimpanan dan bagian dari logistic dalam suatu aktifitas perusahaan sebagai media tempat penyimpanan asset produksi atau penjualan yang akan menjadi salah satu tempat pelayanan terhadap customer ataupun produksi. Dalam perusahaan tataletak sebuah gudang sangatlah di perhitungkan karena akan mempengaruhi jalur operasional sebuah perusahaan.

Tujuan dari sistem pergudangan adalah untuk mengurus dan menyimpan barang-barang yang siap untuk didistribusikan dan disalurkan. Melalui perancangan gudang yang baik dapat meminimalkan biaya pengadaan dan pengoperasian sebuah gudang serta tercapai kelancaran pada proses pendistribusian barang dari gudang ke konsumen. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kepuasan konsumen adalah harga produk yang murah, mutu produk yang tinggi dan waktu pengiriman yang tepat. Salah satu cara yang dapat dilakukan agar faktor tersebut dapat terpenuhi adalah melakukan perancangan tata letak gudang yang baik.

Fungsi dasar dari gudang adalah untuk menerima pesanan pelanggan, mengambil barang yang dibutuhkan, dan akhirnya mempersiapkan dan mengirimkan barang ke pelanggan. Ada banyak cara untuk mengatur operasi ini, tapi proses keseluruhan di sebagian gudang mengikuti fase umum sebagai berikut (Frazelle, 2002) :

1. *Receiving* proses pembongkaran, memeriksa kualitas dan kuantitas, dan membongkar atau repacking barang untuk penyimpanan.
2. *Put away* proses menentukan lokasi yang tepat untuk barang dan mentransfernya ke lokasi penyimpanan yang ditentukan untuk menunggu diambil ketika ada pesanan.
3. *Storage* merupakan aktivitas yang menempatkan barang dalam suatu tempat fisik ketika barang tersebut sedang menunggu untuk dikeluarkan dari gudang.
4. *Order picking* adalah proses mengambil barang dari lokasi penyimpanan dan membawanya untuk proses penyortir ataupun langsung ke daerah pengiriman.
5. *Shipping* memeriksa, pengepakan, palletizing dan memuat ke dalam carrier untuk pengiriman lebih lanjut.

Dari kegiatan ini, *receiving*, *put away* dan *storage* termasuk dalam proses *inbound* yang berarti bahwa mereka fokus pada aliran material yang masuk ke gudang. *order picking* dan *shipping*, di sisi lain, masuk dalam proses *outbound* dan fokus dengan aliran material yang keluar dari gudang.

Kompetensi bisnis yang semakin tajam, serta perkembangan komunikasi dan transportasi, memotivasi pelaku usaha untuk mengelola lebih mengefisienkan pergudangannya. Semua aktifitas warehousing harus dapat menciptakan *output* level yang tinggi kepada semua customer tetapi dengan *input* pengelolaan yang seminimum mungkin. Bagian gudang bertanggung jawab dalam menjaga serta mengatur keluar masuknya barang didalam gudang. Gudang terbagi menjadi 3 bagian yakni gudang bahan baku, gudang peralatan dan gudang produk jadi.. proses bisnis yang terjadi pada pergudangan terdiri dari proses penyimpanan (*receiving*), proses penempatan (*put away*), proses penyimpanan (*storage*), proses pengambilan (*order picking*) dan proses

pengiriman(*shipping*). Permasalahan yang timbul dalam pergudangan ini adalah efisiensi kinerja gudang dengan indicator proses bisnis yang ada didalam gudang.

Efisiensi dan efektifitas dari sebuah gudang akan menjadi suatu pelayanan yang baik jika system berjalan dengan baik. Beberapa perihal yang berkaitan dengan alur dan laju sebuah perusahaan dengan gudang di antara lain adalah penerimaan dan pengeluaran barang agar mudah mengidentifikasi, penempatan maksimal, pengontrolan biaya perawatan barang gudang, control identifikasi barang, efisiensi kebutuhan dan permintaan barang.

Untuk mengukur kinerja suatu gudang di sebuah perusahaan, indikator yang biasa digunakan adalah dari segi ekonomi, segi kualitas produk, atau dari segi pelayanannya, seperti menurut Fama (1978) nilai perusahaan akan tercermin dari harga sahamnya. Selama ini penilaian mengenai kinerja perusahaan telah banyak dibahas, namun jarang sekali yang menilai berdasarkan tingkat efisiensinya. Di lain pihak, pemahaman akan kinerja efisiensi distribusi perusahaan mutlak diperlukan dalam situasi persaingan industri yang semakin ketat.

Efisiensi merupakan salah satu parameter kinerja yang menggambarkan kinerja secara keseluruhan dari suatu organisasi. Dalam jurnalnya Septiani (2015) menyatakan bahwa perbandingan terbaik antara input (masukan) dan output (hasil), antara keuntungan dengan biaya (antara hasil pelaksanaan dengan sumber yang digunakan), seperti halnya juga hasil optimal yang dicapai dengan penggunaan sumber yang terbatas. Kemampuan menghasilkan *output* yang maksimal dengan *input* yang ada merupakan ukuran kinerja yang diharapkan. Dengan diidentifikasikannya alokasi *input* dan *output*, dapat dianalisis lebih jauh untuk melihat penyebab ketidakefisienan (Astoeti Wahjoe Widiarti, 2015).

Beberapa penelitian serupa dengan metode yang sama DEA yang telah dilakukan adalah di daerah malang yang meneliti tentang “Analisis Efisiensi Distribusi Produk dengan Metode Data Envelopment Analysis (DEA) Studi Kasus pada UD Sabar Jaya Malang ” yang diteliti oleh Maharani, Shintya Agustin, Wike Dania, Prima

Effendi yang bertujuan mencari daerah efisiensi distribusi dan inefisien, dan memberikan strategi perbaikan untuk daerah inefisien(Maharani, 2009).

Berdasarkan permasalahan di atas peneliti ingin meneliti tentang tingkat efisiensi antar beberapa gudang terpilih menggunakan metode DEA. Diharapkan dengan penerapan perhitungan dengan metode DEA ini, akan diketahui tingkat efisiensi dari masing-masing gudang dari beberapa perusahaan.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan latar belakang masalah di atas, dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut :

1. Berapa tingkat efisiensi gudang dari setiap *Decision Making Unit* (DMU) ?
2. Bagaimana cara merumuskan target perbaikan perusahaan atau UD yang tidak efisien menjadi efisien ?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini fokus dan terarah, maka dibuatlah batasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di perusahaan PT. Madukismo (gudang produksi gula pasir) untuk data aktualnya dan 2 gudang lainnya adalah dari UD. Sinar barokah (gudang produksi gula pasir) dan UD. Putra Lestari (gudang produksi tepung tapioka)..
2. Pengukuran efisiensi yang dilakukan adalah pengukuran yang menyangkut beberapa *input* dan *output* pada gudang.
3. Data yang digunakan dalam penelitian hanya pada bulan 9 Juni sampai 9 Juli 2016
4. Alat analisis yang digunakan untuk efisiensi gudang adalah DEA.
5. Data yang di pakai adalah data yang di sediakan seutuhnya oleh perusahaan.

1.4 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui tingkat efisiensi dari sebuah gudang perusahaan
2. mengoptimalkan suatu kinerja input dan output terpilih dalam suatu gudang dengan metode DEA.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Bagi peneliti
Dapat mengaplikasikan ilmu perkuliahan secara nyata dengan kondisi lapangan yang ada terutama kaitannya dalam bidang distribusi
2. Bagi peneliti lain
Sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya, khususnya untuk penyelesaian kasus yang berkaitan dengan distribusi.
3. Bagi perusahaan
Sebagai bahan masukan dan informasi perusahaan untuk mengetahui tingkat efisiensi distribusi.

1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian ini dituangkan dalam suatu karya tulis ilmiah agar lebih sistematis dan dimengerti oleh pembaca. Sistematika penulisan karya tulis ilmiah adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan menguraikan secara singkat mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang di perlukan untuk memecahkan masalah penelitian. Di samping itu juga memuat uraian tentang hasil penelitian yang pernah di lakukan sebelumnya oleh peneliti lain yang ada hubungannya dengan penelitian yang sedang di lakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Mengandung uraian tentang kerangka dan bagan alir penelitian, teknik yang di lakukan, model yang di pakai, pembangunan dan pengembangan model, bahan atau materi, alat, tata cara penelitian dan data yang akan di kaji serta cara analisis yang akan di pakai.

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELITIAN

Pada sub bab ini berisi tentang data yang di peroleh selama penelitian dan bagaimana menganalisa data tersebut. Hasil pengolahan data di tampilkan baik dalam bentuk tabel maupun grafik. Yang di maksud dengan pengolahan data juga termasuk analisis yang di lakukan terhadap hasil yang di peroleh. Pada sub bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan di tulis pada sub bab V yaitu pembahasan hasil.

BAB V PEMBAHASAN

Melakukan pembahasan hasil yang di peroleh dalam penelitian, dan kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga dapat menghasilkan sebuah rekomendasi.

BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berisi tentang kesimpulan terhadap analisis yang di buat dan rekomendasi atau saran-saran atas hasil yang di capai dan permasalahan yang di temukan selama penelitian, sehingga perlu di lakukan rekomendasi untuk di kaji pada penelitian selanjutnya.

BAB II

KAJIAN LITERATUR

Dalam Bab ini akan dijelaskan mengenai kajian literatur berdasarkan penelitian terdahulu, landasan teori dan kesimpulan yang diambil dari hubungan antara kajian induktif dan kajian deduktif.

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang akan dilakukan mencakup penelitian terdahulu yang memiliki ruang lingkup kajian mengenai distribusi dan efisiensi.

A.S, Kiki Mega et al., (2014) dalam jurnalnya yang berjudul Analisis Efisiensi Distribusi Produk Menggunakan Metode Data Envelopment Analysis (DEA) (Studi Kasus Pada Koperasi “SAE” Pujon). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mengevaluasi tingkat efisiensi daerah distribusi pada Koperasi “SAE” Pujon menggunakan metode Data Envelopment Analysis (DEA), mengidentifikasi standar input-output yang mempengaruhi perubahan efisiensi dari suatu daerah distribusi dan menentukan strategi distribusi yang tepat bagi daerah distribusi yang tidak efisien dan strategi peningkatan efisiensi jika saluran distribusi telah efisien. Ada lima DMU yang digunakan dalam penelitian ini yaitu daerah distribusi produk DMU 1 Pujon, DMU 2 Batu, DMU 3 Malang, DMU 4 Jombang, DMU 5 Probolinggo dengan *input* : Jumlah

distributor, jumlah pengiriman, biaya promosi dan risiko dan *output* : penjualan dari distributor, pendapatan koperasi, laba koperasi. perbedaan dari penelitian ini adalah DMU yang diteliti, *input* dan *output*, dan perusahaan tempat penelitian ini dilaksanakan.

Umri et al., (2009) dalam jurnalnya yang berjudul Kinerja Efisiensi Biaya Dengan Metode *Data Envelopment Analysis*. Penelitian ini membahas tentang tingkat efisiensi di Perusahaan Perum Pegadaian Wilayah Bangkalan dari masing-masing kantor cabang dengan menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA). Dengan tujuan penelitian Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah: (1) menentukan tingkat efisiensi biaya di Perusahaan Perum Pegadaian wilayah Bangkalan, sehingga dapat mengetahui Perum Pegadaian yang efisien atau inefisien. (2) menganalisa tingkat efisiensi biaya pada setiap kantor cabang perum Pegadaian wilayah Bangkalan, sehingga dapat meningkatkan kinerja perusahaan. (3) Memberikan usulan perbaikan pada perusahaan Perum Pegadaian wilayah Bangkalan. Dengan Faktor Input terdiri dari Biaya Pegawai (X1, Rp), Biaya Umum Dan Administrasi (X2, Rp), Biaya Pemeliharaan Bangunan Kantor (X3, Rp) dan Biaya Pemeliharaan Kendaraan Dinas (X4, Rp). Faktor Output yang digunakan adalah Jumlah Pendapatan (Y1, Rp). Perbedaan dari penelitian ini adalah DMU yang diteliti, *input* dan *output*, dan perusahaan tempat penelitian ini dilaksanakan.

Susilowati dan Tinaprilia (2012) dalam jurnalnya yang berjudul Analisis Efisiensi Usaha Tani Tebu di Jawa Timur. Bahwa penelitian ini menganalisis tentang efisiensi usaha tani tebu dan menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi inefisienuasaha tani tebu. Data yang digunakan adalah data survei PATANAS (Panel Petani Nasional) oleh Pusat Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian di Kabupaten Malang dan Lumajang, Jawa Timur tahun 2009. Analisis menggunakan *stochastic frontier production function approach* dengan fungsi produksi *Stochastic Frontier Cobb Douglas* yang diolah menggunakan program Frontier 4.1 dengan hasil penelitian yang menunjukkan nilai indeks efisiensi teknis dikategorikan belum efisiensi dengan rata-rata efisiensi sebesar 0,672. Perbedaan dari penelitian ini adalah subjek yang diteliti, input dan output, metode, dan perusahaan tempat penelitian ini dilaksanakan.

Maharani et al., (2014) di dalam jurnalnya yang berjudul tentang Analisis Efisiensi Distribusi Produk dengan Metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) (Studi

Kasus pada UD Sabar Jaya Malang).dalam penelitian ini Membahas tentang tingkat efisiensi daerah distribusi produk serta menentukan strategi perbaikan yang cocok untuk meningkatkan efisiensi distribusi dengan subjek yang diteliti adalah faktor distribusi UD Sabar Jaya Malang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Data Envelopment Analysis* (DEA). DEA adalah metode non-parametrik yang didasarkan pada linear programming dan digunakan untuk mengukur efisiensi. Penelitian dilakukan di 5 daerah distribusi yaitu Batu, Sanan, Turen, Karanglo dan Gadang dengan variabel *input* Jumlah Distributor (unit); Jumlah Pengiriman (bungkus); Biaya Distribusi (rupiah) dan variabel *output* Penjualan dari Distributor (bungkus); Penerimaan (rupiah); Keuntungan dari Distributor (rupiah). Hasil penelitian menunjukkan bahwa daerah yang efisien adalah Batu, Sanan dan Gadang dengan nilai efisiensi sebesar 100%. Adapun daerah yang tidak efisien yaitu Turen dengan nilai efisiensi sebesar 83,3% dan Karanglo dengan nilai efisiensi sebesar 91,7%. Strategi untuk Turen dan Karanglo berdasarkan output potensi perbaikan yaitu dengan mengurangi jumlah distributor, mengurangi jumlah pengiriman dan mengurangi biaya distribusi. Analisis sensitivitas dalam DEA dilakukan dengan memperhatikan perubahan skor efisiensi pada suatu DMU.

Amin (2009) dalam skripsinya yang berjudul Penerapan Metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) Untuk Mengukur Efisiensi Kinerja Perbankan di Indonesia. Membahas tentang efisiensi relatif masing-masing bank dengan masing-masing bank (DMU) adalah bank BNI, bank BRI, bank Mandiri, bank BCA, dan bank Bukopin yang terdaftar di Bursa Efek Jakarta (BEJ). Analisis efisiensi yang dilakukan dititikberatkan pada efisiensi berdasarkan data laporan keuangan kelima Bank tersebut selama tiga tahun, yaitu tahun 2006, 2007, dan 2008. Dengan variabel *input* terdiri atas Aktiva tetap; Beban bunga; Beban operasional lainnya; dan Beban pajak. Kemudian variabel *output* terdiri atas Pendapatan bunga dan Pendapatan operasioanl lainnya. Dalam skripsi ini peneliti berhasil menemukan nilai efisiensi relatif masing-masing Bank. Perbedaan tingkat efisiensi relatif diantara Bank yang telah efisien diketahui melalui ranking yang diperoleh dari hasil perhitungan Super-Efisiensi.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Gudang

Gudang adalah fasilitas khusus yang bersifat tetap, yang dirancang untuk mencapai target tingkat pelayanan dengan total biaya yang paling rendah. Gudang dibutuhkan dalam proses koordinasi penyaluran barang, yang muncul sebagai akibat kurang seimbang proses penawaran dan permintaan. Kurang seimbang antara proses permintaan dan penawaran mendorongnya munculnya persediaan (*inventory*), persediaan membutuhkan ruang sebagai tempat penyimpanan sementara yang disebut sebagai gudang (Nurseha, 2015).

Dalam jurnalnya (Nurseha, 2015) definisi gudang adalah bagian dari system logistic perusahaan yang menyimpan produk-produk (*raw material, parts, goods-in-process, finished goods*) pada dan diantara titik sumber (*point-of-origin*) dan titik konsumsi (*point-of-cimsumtion*), dan menyediakan informasi kepada manajemen mengenai status, kondisi, dan disposisi dari item-item yng disimpan.

Fungsi dasar dari gudang adalah untuk menerima pesanan pelanggan, mengambil barang yang dibutuhkan, dan akhirnya mempersiapkan dan mengirimkan barang ke pelanggan. Ada banyak cara untuk mengatur operasi ini, tapi proses keseluruhan di sebagian gudang mengikuti fase umum sebagai berikut (Frazelle, 2002) :

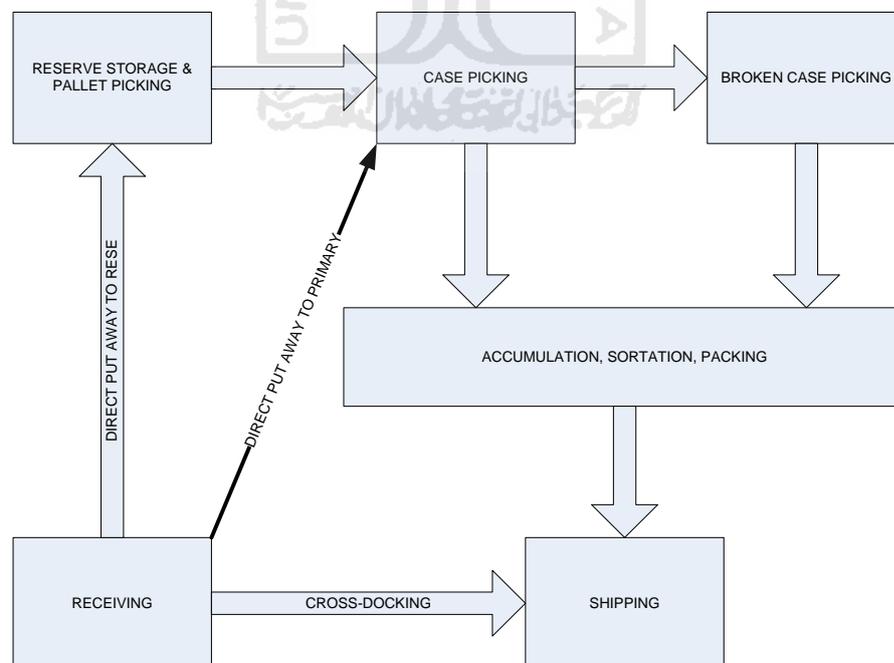
1. *Receiving* proses pembongkaran, memeriksa kualitas dan kuantitas, dan membongkar atau repacking barang untuk penyimpanan.
2. *Put away* proses menentukan lokasi yang tepat untuk barang dan mentransfernya kelokasi penyimpanan yang ditentukan untuk menunggu diambil ketika ada pesanan.
3. *Storage* merupakan aktivitas yang menempatkan barang dalam suatu tempat fisik ketika barang tersebut sedang menunggu untuk dikeluarkan dari gudang.

4. *Order picking* adalah proses mengambil barang dari lokasi penyimpanan dan membawanya untuk proses menyortir ataupun langsung ke daerah pengiriman.
5. *Shipping* memeriksa, pengepakan, palletizing dan memuat ke dalam carrier untuk pengiriman lebih lanjut.

2.2.2 Aktivitas Gudang

Aktivitas yang mendominasi di gudang lebih banyak pada kegiatan mencari, mengambil, menyiapkan, sampai menyerahkan barang yang diminta (*order picking*), maka layout gudang perlu dibuat untuk memotret kelancaran seluruh kegiatan tersebut. Pada dasarnya desain layout gudang merupakan pengaturan tata letak yang mengikuti system operasi gudang (*order-picking-system*) yang telah ditetapkan. Mula mula diperlukan penetapan dimana posisi setiap kegiatan (penerimaan, pengambilan, penyimpanan, pemeriksaan, pemeriksaan dan pengirim) serta diperhatikan pula ketertarikan antar pihak pihak tersebut.

Dalam jurnalnya (Tomkins, 1996) secara umum fungsi-fungsi dan aliran dari aktivitas gudang menurut adalah sebagai berikut :



Gambar 2.1 Fungsi aliran aktivitas gudang (Tomkins, 1996)

Pada gambar 2.1 diatas adalah gambaran umum untuk aktifitas di dalam gudang. Dalam kegiatan awal *receiving* yang ada di gambar diatas adalah penerimaan barang di dalam gudang kemudian untuk *direct put away* adalah untuk di tempatkan di dalam tempat atau rak penyimpanan. Untuk *case picking* dan *broken case picking* adalah pengambilan barang untuk siap di kirim kecuali untuk barang yang rusak dan untuk *accumulation, sortation packing* adalah untuk mengecek barang yang siap dikirim. Dan yang terakhir untuk *shipping* adalah untuk pengiriman barang yang sudah siap ada di gudang (Tomkins, 1996).

Aktivitas Dasar Fungsi dasar dari gudang adalah untuk menerima pesanan pelanggan, mengambil barang yang dibutuhkan, dan akhirnya mempersiapkan dan mengirimkan barang ke pelanggan. Ada banyak cara untuk mengatur operasi ini, tapi proses keseluruhan di sebagian gudang mengikuti fase umum sebagai berikut (Frazelle, 2002) :

1. *Receiving* proses pembongkaran, memeriksa kualitas dan kuantitas, dan membongkar atau repacking barang untuk penyimpanan.
2. *Put away* proses menentukan lokasi yang tepat untuk barang dan mentransfernya ke lokasi penyimpanan yang ditentukan untuk menunggu diambil ketika ada pesanan.
3. *Storage* merupakan aktivitas yang menempatkan barang dalam suatu tempat fisik ketika barang tersebut sedang menunggu untuk dikeluarkan dari gudang.
4. *Order picking* adalah proses mengambil barang dari lokasi penyimpanan dan membawanya untuk proses menyortir ataupun langsung ke daerah pengiriman.
5. *Shipping* memeriksa, pengepakan, palletizing dan memuat ke dalam carrier untuk pengiriman lebih lanjut.

Aktivitas Tambahan *Prepackaging*, yaitu aktivitas ini dilakukan apabila barang yang diterima dalam satuan bulk besar hendak disimpan dengan kemasan yang lebih kecil agar sesuai dengan kebutuhan dan keinginan perusahaan atau konsumen (Nurseha, 2015).

2.2.3 Tujuan Gudang

Tujuan dari adanya tempat penyimpanan dan fungsi dari pergudangan secara umum adalah memaksimalkan penggunaan sumber-sumber yang ada disamping memaksimalkan pelayanan terhadap pelanggan dengan sumber yang terbatas. Sumber daya gudang dan pergudangan adalah ruangan, peralatan dan personil. Pelanggan membutuhkan gudang dan fungsi pergudangan untuk dapat memperoleh barang yang diinginkan secara tepat dan dalam kondisi yang baik. Maka dalam perancangan gudang dan system pergudangan diperlukan untuk hal-hal berikut ini (Purnomo, 2004):

- 1) Memaksimalkan penggunaan ruang.
- 2) Memaksimalkan menggunakan peralatan.
- 3) Memaksimalkan penggunaan tenaga kerja.
- 4) Memaksimalkan kemudahan dalam penerimaan seluruh material dan penerimaan barang.

2.2.4 Program Linear

Linear programming merupakan metode matematik dalam mengalokasikan sumber daya yang terbatas untuk mencapai suatu tujuan seperti memaksimumkan keuntungan dan meminimumkan biaya. Terdapat dua pemrograman linear, yaitu model pemrograman maksimum (maksimasi) dan model pemrograman minimum (minimasi).

1. Model pemrograman linear maksimum

- a. Variabel keputusan :

$$x_1, x_2, \dots, x_n$$

- b. Fungsi tujuan maksimum

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

- c. Dengan pembatasan-pembatasan

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2$$

$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + \dots + a_{3n}x_n \leq b_3$$

$$\dots\dots\dots$$

$$a_{m1}x_1 + m_{12}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m$$

Dimana $x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$

2. Model pemrograman linear minimum

a. Variabel keputusan :

$$x_1, x_2, \dots, x_n$$

b. Fungsi tujuan maksimum

$$Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

c. Dengan pembatasan-pembatasan

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \geq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \geq b_2$$

$$a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + \dots + a_{3n}x_n \geq b_3$$

$$\dots\dots\dots$$

$$a_{m1}x_1 + m_{12}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \geq b_m$$

Dimana $x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$

Untuk merumuskan suatu masalah kedalam bentuk model pemrograman linear, harus dipenuhi syarat-syarat berikut :

1. Tujuan masalah tersebut harus jelas dan tegas.
2. Harus ada sesuatu atau beberapa alternative perbandingannya adalah kombinasi jumlah produksi dan keuntungan yang diperoleh.
3. Adanya sumber daya yang terbatas.
4. Bisa dilakukan perumusan kuantitatif.
5. Fungsi tujuan dan kendala harus dapat dirumuskan secara kuantitatif.
6. Adanya keterkaitan peubah.
7. Adanya hubungan keterkaitan antara peubah-peubah yang membentuk fungsi tujuan dan kendala.

2.2.5 Pengukuran Efisiensi Relatif

Efisiensi berhubungan dengan seberapa baik kita menggunakan sumber daya yang ada untuk mendapatkan suatu hasil. Secara matematis efisiensi merupakan rasio antara output dan input. Namun perhitungan efisiensi di atas masih belum cukup untuk perhitungan efisiensi suatu organisasi atau perusahaan, yang pada kenyataannya tidak hanya melibatkan satu macam input dan menghasilkan satu macam output saja. Suatu organisasi atau perusahaan sebenarnya berhubungan dengan bermacam-macam sumber daya baik input maupun output yang berbeda. Kenyataan seperti di atas menyebabkan kondisi ideal, yaitu suatu kondisi dimana nilai efisiensi 1 atau 100% sangat sulit untuk dicapai. Sehingga pengukuran efisiensi untuk perusahaan yang sejenis dapat dilakukan secara relatif. Perusahaan sejenis berarti perusahaan yang memiliki jenis input dan output yang sama. Sangat tidak mungkin dilakukan pengukuran efisiensi relatif antara pabrik es dengan pabrik baja, yang jelas-jelas jenis input dan outputnya sangat berbeda. Metode yang dapat diterapkan untuk pemecahan masalah pengukuran efisiensi ini adalah menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA).

Konsep Dasar Pengukuran efisiensi Cara pengukuran yang digunakan dalam metode DEA adalah dengan membandingkan antara output yang dihasilkan dengan input yang ada.

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{output}}{\text{input}} \quad (1)$$

Nilai efisiensi suatu unit berkisar antara 0 sampai dengan 1 DMU dikatakan efisien jika :

Dari segi orientasi output

1. Efisiensi naik jika *output* naik saat *input* tetap
2. Efisiensi naik jika *output* naik saat *input* tetap

Dari segi orientasi input

1. Input tetap saat output naik
2. Input turun saat output tetap

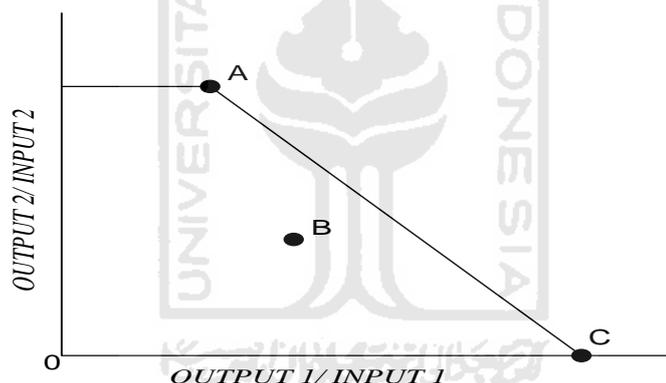
Ada dua macam kasus yang mungkin timbul dalam penyelesaian dengan metode DEA, yaitu :

1. Single input dan single output
2. Multiple input dan multiple output

Analisis Garis Frontier Garis frontier adalah suatu garis permukaan yang dihubungkan oleh titik-titik terluar dari suatu analisis grafik yang merupakan kondisi sangat efisien yang dapat dicapai. Bagian yang ditunjukkan oleh garis tersebut disebut Efficient Frontier (permukaan efisien).

Analisa grafik dan garis frontier dalam DEA :

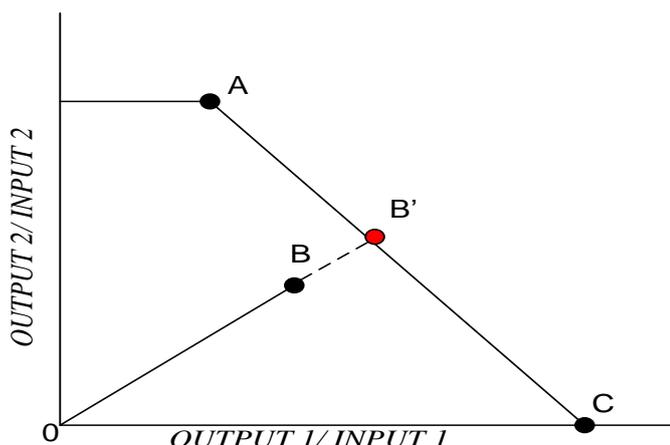
1. Grafik awal antara $\left(\frac{\text{output 1}}{\text{input 1}}\right)$ dengan $\left(\frac{\text{output 2}}{\text{input 2}}\right)$



Gambar 2.2 Grafik awal efisiensi

Pada gambar 2.1 dapat dilihat bahwa efisiensi maksimum akan tercapai di sepanjang garis yang melewati titik A dan C. Dalam hal ini kondisi berada pada garis frontier. Sementara itu titik B kurang efisien dibandingkan dengan efisiensi maksimum titik A dan titik C. Semua kondisi yang berada di dalam garis frontier dikatakan sebagai kondisi yang tidak efisien, karena garis frontier dihubungkan oleh titik-titik terluar dari suatu analisis grafik yang merupakan kondisi sangat efisien yang dapat dicapai.

2. Grafik yang menunjukkan peningkatan DMU B sampai ke garis frontier.



Gambar 2.3 Grafik peningkatan efisiensi dari suatu kondisi tertentu.

Pada gambar 2.3 diatas dapat dilihat bahwa titik B dapat diubah menjadi titik yang lebih efisien dengan cara menarik garis dari pangkal O (0,0) yang melalui titik kondisi B menuju ke garis frontier. Selanjutnya dapat dicari nilai output 1 / input 1 (efisiensi 1) dan output 2 / input 2 (efisiensi 2) yang menjadi lebih efisien (kondisi B') dari pada keadaan awal (kondisi B). Dengan demikian dapat dihitung berapa nilai output dan input yang harus dicapai agar suatu kondisi yang tidak efisien menjadi kondisi yang efisien.

2.2.6 KPI (Key Performance Indicator)

Pengukuran kinerja merupakan prinsip mendasar dari manajemen . Pengukuran kinerja penting karena mengidentifikasi kesenjangan kinerja antara kinerja saat ini dan yang diinginkan dan memberikan indikasi kemajuan menutup kesenjangan . berhati-hatinya dipilih indikator kinerja utama mengidentifikasi dengan tepat di mana untuk mengambil tindakan untuk meningkatkan kinerja. Al Weber & Ron Thomas (2005).

Key Performance Indicator (KPI) atau disebut juga sebagai *Key Success Indicator (KSI)* adalah satu set ukuran kuantitatif yang digunakan perusahaan atau industri untuk mengukur atau membandingkan kinerja dalam hal memenuhi tujuan strategis dan operasional mereka. KPI bervariasi antar perusahaan atau industri, tergantung pada prioritas atau kriteria kinerja.

Dalam buku yang ditulis oleh Edward Frazelle (2002) yang berjudul “*World-Class Warehousing and Material Handling*” Edward Frazelle mengklasifikasikan faktor faktor yang mempengaruhi gudang kedalam sebuah table yang bias dilihat dibawah ini.

Table 2.1 Perhitungan KPI Frazelle (2002) untuk pergudangan

	<i>Financial</i>	<i>Productivity</i>	<i>Utilization</i>	<i>Quality</i>	<i>Cycle time</i>
Receivng	<i>cost/line</i>	<i>receipts/man-hour</i>	<i>% dock receiving utilization</i>	<i>% of correct receipt</i>	<i>processing time / receipt</i>
Put away	<i>cost/line</i>	<i>put away/man-hour</i>	<i>% utilization of put away labor & equipment</i>	<i>% of perfect put away</i>	<i>cycle time/ put away</i>
Storage	<i>cost/item</i>	<i>inventory/area</i>	<i>% location wherehose</i>	<i>% of accurate record</i>	<i>inventory days on hand</i>
Order picking	<i>cost/line</i>	<i>line picked/man-hour</i>	<i>% utilization of picking labor & equipment</i>	<i>% of correct picked line</i>	<i>pick cycle time (per order)</i>
Shipping	<i>cost/order</i>	<i>order shipped/man-hour</i>	<i>% dock shipping utilization</i>	<i>% of perfect order</i>	<i>cycle time/ order</i>

1. *Financial* atau Keuangan dapat didefinisikan sebagai suatu seni dan ilmu pengetahuan dari pengolahan uang
1. Produktivitas adalah “keinginan (*the will*) dan upaya (*effort*) manusia untuk selalu meningkatkan kualitas kehidupan dan penghidupan di segala bidang”.
2. Utilitas adalah jumlah dari kesenangan atau kepuasan relatif (*gratifikasi*) yang dicapai.
3. Kualitas adalah totalitas fasilitas dan karakteristik dari produk atau jasa yang memenuhi kebutuhan, tersurat maupun tersirat.
4. Waktu siklus adalah diamana waktu yang dibutuhkan untuk suatu proses dari awal sampai akhir proses.

2.2.7 Geomatic mean

Geomatic mean digunakan untuk merata-ratakan tingkat perubahan, yang dinyatakan kedalam rumus :

$$g = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot \dots \cdot x_n} \quad (2)$$

Sebuah rata-rata geometrik sering digunakan ketika membandingkan item yang berbeda – beda untuk menemukan sosok jasa tunggal untuk item ini . Penggunaan rata-rata geometrik menormalkan rentang yang rata-rata, sehingga tidak ada rentang mendominasi pembobotan, dan persentase perubahan tertentu dalam salah satu properti memiliki efek yang sama pada rata-rata geometrik.

2.2.8 *Data Envelopment Analysis (DEA)*

DEA adalah suatu model pemrograman matematis yang digunakan untuk menghitung efisiensi relatif suatu unit dibandingkan dengan unit-unit lain menggunakan berbagai macam *input* dan *output* yang sejenis. DEA dapat juga digunakan untuk melakukan proses benchmarking. DEA adalah analisis pemrograman linier yang berbasis pada pengukuran tingkat performansi suatu efisiensi dari suatu organisasi menggunakan DMU. Yang dimaksud dengan DMU adalah suatu sumber daya dapat berupa sekolah, Bank, rumah sakit, universitas, dan lain-lain. DMU ini dapat digunakan untuk mengetahui seberapa efisien suatu DMU digunakan dengan pemanfaatan peralatan yang ada untuk dapat menghasilkan output yang maksimum (Charnes et al.1978).

Kebanyakan input dari suatu organisasi berupa data yang sulit untuk diukur performansi efisiensinya. Akan tetapi akan lebih mudah mengukurnya dari segi profit tahunan ataupun stok barang dalam organisasi tersebut. Suatu input dan output dari suatu organisasi dapat bervariasi jumlah dan jenisnya. Hal ini dapat diatasi dengan cara menentukan rasio dari perbandingan total output dengan total input. Efisiensi yang ditentukan dengan metode DEA adalah suatu nilai yang relatif dan bukan merupakan suatu nilai mutlak yang dapat dicapai oleh suatu organisasi. DMU yang memiliki performansi paling baik dapat diberi skor 100% dan DMU lain yang performansinya berada dibawahnya memiliki skor yang bervariasi yaitu antara 0%- 100% sesuai perbandingannya dengan DMU yang terbaik. Istilah-istilah yang digunakan pada DEA ialah :

1. *Input*
Sesuatu yang dibutuhkan untuk kemudian diolah dan menjadi suatu produk yang bernilai
2. *Output*
Sesuatu yang dapat dihasilkan dari sejumlah input yang tersedia
3. Unit
Sesuatu yang dinilai dan dibandingkan antara input dan output sehingga diperoleh nilai efisiensi relatifnya
4. Efisiensi Relatif
Efisiensi suatu unit bila dibandingkan dengan unit-unit lain yang memiliki input dan output dengan jenis yang sama dalam treatment tertentu
5. Bobot
Pemberian nilai untuk suatu faktor yang memberikan makna bahwa faktor tersebut mempengaruhi efisiensi sebesar nilai bobotnya.
6. *Decision Making Unit* (DMU) adalah unit yang akan diukur tingkat efisiensinya.
7. *Slack Variabel* adalah variabel yang berfungsi untuk menampung sisa kapasitas atau kapasitas yang tidak digunakan pada kendala yang berupa pembatas.
8. *Input oriented measure* (pengukuran berorientasi *input*) adalah pengidentifikasian ketidakefisienan melalui adanya kemungkinan untuk mengurangi *input* tanpa merubah *output*.
9. *Output oriented measure* (pengukuran berorientasi *output*) adalah pengidentifikasian ketidakefisienan melalui adanya kemungkinan untuk menambah *output* tanpa merubah *input*.
10. *Constant return scale* (CRS) yaitu terdapat hubungan yang linear antara *input* dan *output*, setiap penambahan sebuah *input* akan menghasilkan pertambahan *output* yang proposional dan konstan. Ini juga berarti dalam skala berapapun unit beroperasi, efisiensi tidak akan berubah.
11. *Variabel return to scale* (VRS), merupakan kebalikan dari CRS, yaitu tidak terdapat hubungan linear antara *input* dan *output*. Setiap penambahan *input* tidak menghasilkan *output* yang proposional, sehingga efisiensinya bisa saja naik ataupun turun

12. *Technical efficiency* (efisiensi teknik) adalah kemampuan sebuah unit untuk menghasilkan *output* semaksimal mungkin dari sejumlah *input* yang digunakan.
13. *Scale efficiency* (skala efisien) adalah indeks efisiensi yang memandang bahwa unit DMU tidak bejalan optimal dalam skala produksi dan dapat meminimalisir kesalahan perhitungan efisiensi teknis dari model CRS dan VRS akibat DMU yang tidak bejalan dalam kondisi yang optimal.

Metode DEA merupakan metode paling baik yang bisa digunakan. DEA adalah teknik berbasis program linier untuk mengukur efisiensi unit organisasi yang dinamakan *Decision Making Units* (DMU). Dengan metode ini, DMU dibandingkan secara langsung dengan sesamanya (homogen), juga input dan output dapat memiliki satuan pengukuran yang berbeda. Adapun kelebihan lain dari metode DEA adalah dapat menangani *multiple inputs* dan *multiple outputs*, tidak perlu mengetahui hubungan antara input dan outputnya, dapat digunakan dengan data input dan output yang berbeda unit, serta hal yang diperbandingkan dapat terlihat secara langsung dari output olahan yang dihasilkan.

Data Envelopment Analysis (DEA) diperkenalkan oleh Charnes, Cooper, dan Rhodes. Metode ini merupakan salah satu alat bantu evaluasi untuk meneliti kinerja dari suatu aktifitas dalam sebuah unit entitas. Mengemukakan DEA adalah sebuah teknik pemrograman matematis yang digunakan untuk mengevaluasi efisiensi relative dari suatu kumpulan unit-unit pembuat keputusan (*decision making unit/DMU*) dalam mengelola sumber daya (input) dengan jenis yang sama sehingga menjadi hasil (output) dengan jenis yang sama pula, dimana hubungan bentuk fungsi dari input ke output diketahui. Kemudian menurut Sitompul (2004), DEA adalah alat evaluasi atas aktivitas proses disuatu sistem atau unit kerja. Evaluasi yang dilakukan adalah evaluasi komparatif atau relative antara satu unit dengan unit yang lain pada satu organisasi. Pengukuran secara relative ini menghasilkan dua atau lebih unit kerja yang memiliki efisiensi 100% yang dijadikan tolok ukur bagi unit kerja lain untuk menentukan langkah-langkah perbaikan. Dari pernyataan-pertanyaan tersebut dapat disimpulkan bahwa metode DEA ini digunakan untuk mengevaluasi kinerja suatu unit yang mana dengan menggunakan analisa ini dapat diketahui unit mana dan faktor apa yang harus ditingkatkan dalam unit tersebut.

Kelebihan dan Kelemahan DEA Setiap metode analisa pasti memiliki kelebihan maupun kekurangan begitu pula dengan metode DEA ini.

Kelebihan teknik evaluasi ini adalah :

1. Dapat menangani multipler inputs dan multiple outputs
2. Tidak perlu mengetahui hubungan antara input dan outputnya
3. Dapat digunakan dengan data input dan output yang berbeda unit
4. Hal yang diperbandingkan dapat terlihat secara langsung dari output olahan yang dihasilkan.

Sedangkan kelemahan dari analisa DEA ini adalah :

1. Untuk mengukur tingkat kesalahan dipengaruhi oleh tingkat signifikansi
2. Dalam DEA tidak mengukur tingkat efisiensi mutlak
3. Uji statistik yang digunakan harus secara manual (not applicable)

Secara prinsip metode DEA ini menganut pendekatan non parametric yang berbasis program linier (Linier Programming). Beberapa software yang dapat digunakan untuk analisis DEA adalah *Banxia Frontier Analysis (BFA)*, *Warwick for data envelopment analysis (WDEA)*, LINDO, dan lain sebagainya.

DEA bila diartikan secara bebas berarti analisa data terbungkus. Disebut demikian karena bila hasil dari perhitungan efisiensi telah didapatkan, dan kemudian diplot dalam suatu grafik dan nilai-nilai yang terluar dihubungkan, maka akan melingkupi atau membungkus nilai-nilai tertentu. Nilai-nilai yang terbungkus inilah yang masih harus ditingkatkan efisiensinya dengan mencari penyebab yang mungkin ditimbulkan oleh input atau output DMU. Dalam mengevaluasi dengan metode DEA, perlu diperhatikan :

1. Kebutuhan nilai input dan output untuk masing-masing DMU
2. DMU memiliki proses yang sama, yaitu dengan menggunakan jenis input dan jenis output yang sama
3. Mendefinisikan nilai efisiensi relatif masing-masing DMU melalui rasio antara penjumlahan bobot output dengan penjumlahan bobot input
4. Nilai efisiensi berkisar antara 0 dan 1

5. Nilai bobot yang diperoleh dari hasil pemrograman dapat digunakan untuk memaksimalkan nilai efisiensi relatif.

Penggunaan model matematis dalam metode DEA memiliki kekhususan bila dibandingkan dengan penggunaan model matematis lain. Dalam hal ini model matematis DEA digunakan untuk mengevaluasi dan menganalisa unit organisasi atau DMU berdasarkan data dan kinerja pada masa lalu untuk perencanaan pada masa yang akan datang. Dua model matematis yang digunakan ialah :

1. Model Matematis DEA-CCR Primal

adalah model utama yang dipakai untuk menghitung nilai efisiensi tiap unit DMU. Dalam DEA, efisiensi (ep) sebuah DMU didefinisikan sebagai rasio antara jumlah output yang diboboti dengan jumlah input yang diboboti, yang merupakan suatu perluasan alami konsep efisiensi.

2. Model Matematis DEA-CCR Dual

adalah model pendukung untuk menghitung nilai efisiensi relatif suatu DMU dan mengetahui DMU yang dijadikan acuan untuk meningkatkan nilai efisiensi DMU yang tidak efisien.

Setiap DMU memerlukan satu model program linier diatas, dimana model program linier untuk masing-masing DMU pada dasarnya sama. Suatu DMU dikatakan efisien secara relatif bila efisiensi bernilai 1 (nilai efisiensi sebesar 100%). Sebaliknya nilai efisiensi kurang dari 1, maka DMU tersebut dianggap tidak efisien.

Bila dalam rumus efisiensi (*output* dibagi *input*) nilai efisiensi diperoleh dari hasil pembagian antara nilai output dengan nilai input, maka perbaikan nilai efisiensi dapat dilakukan dengan cara:

1. Nilai output ditingkatkan, sementara nilai input tetap.
2. Ketika nilai output tetap, maka nilai input diturunkan.
3. Pada saat nilai output meningkat, secara bersamaan nilai input diturunkan.

Pada metode DEA perbaikan nilai efisiensi lebih mengarah pada peningkatan nilai output sedangkan nilai input tetap.

Model matematis yang diperkenalkan dengan tujuan untuk menentukan efisiensi relatif untuk tiap DMU ke-p, dirumuskan sebagai :

$$e_p = \frac{\sum_{i=1}^s O_{ip} \cdot Y_i}{\sum_{j=1}^t I_{jp} \cdot X_j} \quad (3)$$

dengan syarat bahwa efisiensi semua DMU adalah :

$$0 \leq \frac{\left(\sum_{i=1}^s O_{jk} \cdot Y_i \right)}{\left(\sum_{j=1}^t I_{jk} \cdot X_j \right)} \leq 1 \quad \text{untuk } k = 1, \dots, n$$

$$Y_i, \dots, Y_s \geq 0$$

$$X_j, \dots, X_t \geq 0$$

Dalam hal ini :

e_p adalah efisiensi untuk DMU ke-p

s adalah jumlah pengukuran output,

t adalah jumlah pengukuran input,

n adalah jumlah DMU yang dievaluasi,

O_{ik} adalah nilai output pada pengukuran output ke-i ($i = 1, \dots, s$) untuk DMU ke-k ($k = 1, \dots, n$)

I_{jk} adalah nilai input pada pengukuran input ke-j ($j = 1, \dots, t$) untuk DMU ke-k ($k = 1, \dots, n$)

Y_i adalah bobot output per-unit pada pengukuran output ke-i ($i = 1, \dots, s$),

X_j adalah bobot input per-unit pada pengukuran input ke-j ($j = 1, \dots, t$)

2.2.9 Model Matematis CCR-Primal

Yaitu model utama yang dipakai untuk menghitung nilai efisiensi relatif setiap DMU. Model ini mencari nilai efisiensi relatif dengan membandingkan nilai efisiensi dari setiap DMU lainnya. Dengan konsep *output* yang dihasilkan tidak mungkin melebihi *input*, maka diasumsikan apabila efisiensi DMU dalam kondisi optimal, selisih antara *output* dan *input* adalah 0 dan nilai efisiensinya adalah 1.

Bentuk linear programming untuk lebih memudahkan dalam perhitungan, menjadi :

Fungsi tujuan

$$\text{Maksimumkan } e_p = \sum_{i=1}^s v_{kp} \cdot Y_k \quad (4)$$

Kendala

1. $\sum_{j=1}^m u_{jp} \cdot X_j = 1$
2. $(\sum_{k=1}^s v_{ki} Y_k) - (\sum_{j=1}^m u_{jk} X_j) \leq 0$ untuk $k = 1, \dots, n$
3. $Y_{ki}, X_{ji} \geq 0$

Keterangan :

e_p = nilai efisiensi

P = DMU yang dihitung nilai efisiensinya

K = output ke - k, $k = 1$

J = input ke - j, $j = 1$

I = DMU yang terlibat, $i = 1$

y_k = variabel yang mewakili output ke - k

x_j = variabel yang mewakili input ke - j

v_{ki} = nilai output yang di dapat dari hasil observasi, konstanta untuk output k dari DMU ke - i

u_{ji} = nilai input yang di dapat dari hasil observasi, konstanta untuk input k dari DMU ke - i.

2.2.10 Model Matematis CCR-Dual

Yaitu model pendukung untuk menghitung nilai efisiensi relatif suatu DMU dan mengetahui DMU mana yang dijadikan acuan untuk meningkatkan efisiensi DMU yang tidak efisien. Model ini menghitung nilai efisiensi dengan membandingkan nilai optimal tiap variabel dalam mencapai fungsi tujuan. Bentuk dari linear programming DEA-CCR Primal diatas, dapat dibawa kedalam bentuk DEA-CCR Dual, model dualnya sebagai berikut (Moses, 2008) :

Fungsi tujuan

$$\text{Minimumkan } e_p = \Theta - \epsilon \sum_{k=1}^s s_k^+ - \epsilon \sum_{j=1}^m s_j^- \quad (5)$$

Kendala

1. $\sum_{i=1}^n v_{ki} \cdot \lambda_r - s_k^+ = v_{kp}$
2. $\sum_{i=1}^n u_{ji} \cdot \lambda_r - \Theta u_{jp} + s_j^- = 0$
3. $\lambda_r, s_k^+, s_j^- \geq 0$

Keterangan :

p = DMU yang akan dihitung nilai efisiensi relatifnya

s_k^+ = variabel *slack output* – k

s_j^- = variabel *slack input* – j

k = *Output* ke – k , $k = 1, \dots, s$

j = *input* ke – j , $j = 1, \dots, m$

v_k = konstanta untuk output k , yaitu nilai output yang didapat dari data hasil observasi.

u_j = konstanta untuk input j , yaitu nilai input yang didapat dari data hasil observasi.

ϵ = konstanta yang nilainya merupakan angka positif kecil antara 0 hingga 1

Θ = nilai efisiensi

λ_r = aktivitas level ke r untuk *input* dan *output* dari masing-masing DMU

Bobot yang diperoleh dari hasil dual dapat digunakan untuk meningkatkan DMU yang tidak efisien menjadi efisien (100%).

2.2.11 Model Matematis VRS

Model *Variabel Return to Scale* (VRS) Asumsi Constant Return to Scale hanya tepat ketika semua unit dioperasikan pada skala optimal. Namun, karena kompetisi yang tidak sempurna, keterbatasan dana dan lain-lain, mungkin menyebabkan unit tidak beroperasi secara optimal. Untuk mengatasi masalah ini, model DEA dengan *Variable Return to Scale* (VRS) telah dikembangkan dimana variabel technical efficiency yang dipengaruhi oleh *scale efficiency* pada model CRS akibat ada unit yang tidak beroperasi secara optimal dapat diatasi. Hal ini dilakukan dengan menambah konstrain konveksitas $\sum_i \lambda_i = 1$.

Fungsi tujuan

$$\text{Minimumkan } e_p = \Theta - \epsilon \sum_{k=1}^s s_k^+ - \epsilon \sum_{j=1}^m s_j^- \quad (6)$$

Kendala

1. $\sum_{i=1}^n v_{ki} \cdot \lambda_r - s_k^+ = v_{kp}$
2. $\sum_{i=1}^n u_{ji} \cdot \lambda_r - \Theta u_{jp} + s_j^- = 0$
3. $\sum_{r=1}^n \lambda_r = 1$
4. $\lambda_r, s_k^+, s_j^- \geq 0$

Keterangan :

p = DMU yang akan dihitung nilai efisiensi relatifnya

s_k^+ = variabel *slack output* - k

s_j^- = variabel *slack input* - j

k = Output ke – k, $k = 1, \dots, s$

j = input ke – j, $j = 1, \dots, m$

v_k = konstanta untuk output k, yaitu nilai output yang didapat dari data hasil observasi.

u_j = konstanta untuk input j, yaitu nilai input yang didapat dari data hasil observasi.

ϵ = konstanta yang nilainya merupakan angka positif kecil antara 0 hingga 1

Θ = nilai efisiensi

λ_r = aktivitas level ke – r untuk *input* dan *output* dari masing-masing DMU

$r = 1, \dots, n$

2.2.12 Scale Efficiency

Scale efisien. Adalah Sebuah unit dikatakan skala efisien bila ukuran operasinya optimal, sehingga setiap perubahan pada TE akan membuat unit kurang efisien . Nilai untuk efisiensi skala diperoleh dengan membagi TE- dual dengan efisiensi teknis (TE-vrs). $TE\text{-vrs} > SE$ maka menunjukkan perubahan efisiensi DMU yang dipengaruhi oleh efisiensi teknis murni (TE-vrs), sedangkan $TE\text{-vrs} < SE$ maka akan menunjukkan perubahan efisiensi DMU yang dipengaruhi oleh perkembangan SE.

$$SE (\text{Scale Efficiency}) = \left(\frac{TE (\text{technical efficiency CRS})}{TE (\text{technical efficiency VRS})} \right) \quad (7)$$

Efisiensi skala didapat dengan membagi antara *Technical Efficiency CRS* dengan *Technical Efficiency VRS*.

BAB III

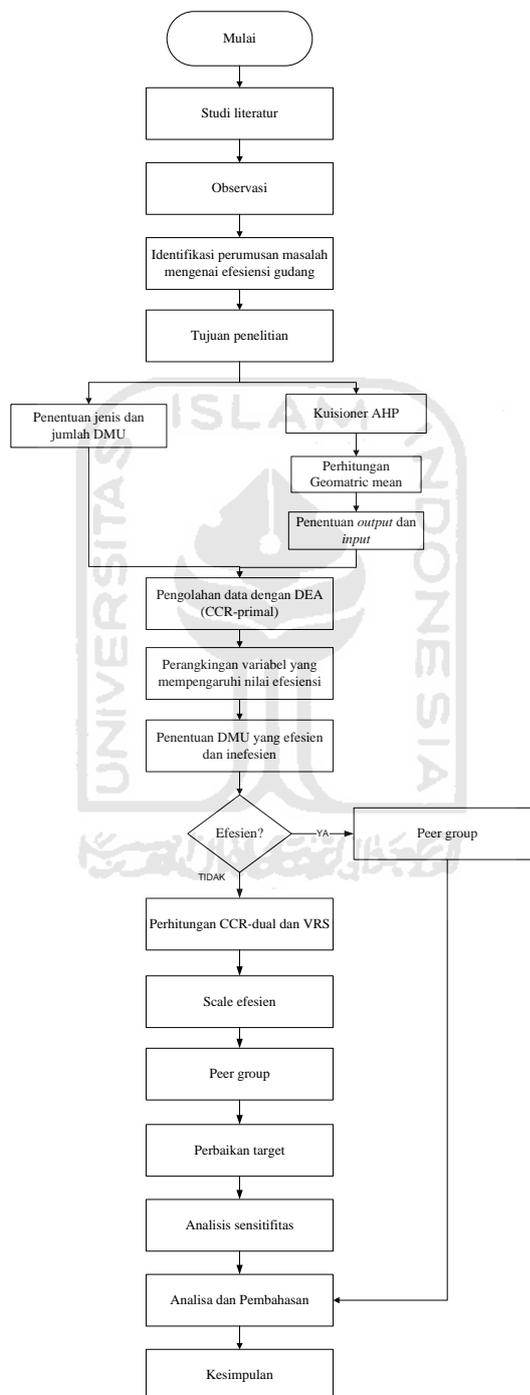
METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan analisis data yang disesuaikan dengan pola penelitian dan variabel yang diteliti. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah model Data Envelopment Analisis (DEA) yang dioperasikan melalui software LIMDO 6.1. DEA adalah sebuah metode optimasi program matematika yang dipergunakan untuk mengukur efisiensi teknis suatu unit kegiatan ekonomi (UKE) dan membandingkan secara relatif terhadap UKE lain (Charnes, et.al (1978), Banker, et.al (1984) dalam Rica Amanda, 2010). unit kegiatan ekonomi (UKE) adalah suatu unit yang dibandingkan untuk perhitungan DEA dimana dalam DEA biasa disebut dengan decision making unit (DMU). Dalam metode DEA dibutuhkan variabel-variabel perbandingan DMU, yang meliputi input dan output terpilih yang memiliki variabel – variabel yang sama antar DMU. Model matematis yang digunakan dalam penelitian ini adalah model CCR-primal, model CCR-dual dan model matematis VRS. Model matematis CCR-primal adalah model utama yang dipakai untuk menghitung nilai efisiensi tiap unit DMU. Model CCR-dual adalah model pendukung untuk menghitung nilai efisiensi relatif suatu DMU dan mengetahui DMU yang dijadikan acuan untuk meningkatkan nilai efisiensi DMU yang tidak efisien. Sedangkan model matematis VRS adalah model yang digunakan untuk melihat apakah efisiensi DMU dipengaruhi efisiensi teknis atau dipengaruhi faktor dari luar. Model VRS merupakan penyempurnaan

dari model matematis CCR-dual dengan memberi batasan konveksitas $\sum_i \lambda_i = 1$. Model matematis tersebut digunakan untuk mengetahui DMU yang efisien dan yang tidak efisien serta untuk mencari perbaikan target.

3.2 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Alur penelitian

Penjelasan dari langkah-langkah pemecahan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mulai Langkah ini merupakan studi pengenalan gudang yang menjadi tempat penelitian. Dengan survey di gudang, diharapkan dapat diketahui permasalahan yang ada pada fakultas.
2. Studi kepustakaan Pada langkah ini pengeksploitasian pemikiran teoritis dilakukan untuk membantu proses identifikasi pada observasi pendahuluan. Studi literatur dilakukan untuk mencari alternatif-alternatif cara penyelesaian terhadap permasalahan yang ditemukan pada observasi pendahuluan dengan metode yang tepat. Literatur dapat bersumber dari buku, jurnal penelitian, teks book ataupun dari penelitian yang dilakukan sebelumnya.
3. Observasi. Pada langkah ini dilakukan observasi terhadap kondisi nyata system yang akan diteliti untuk memperoleh gambaran yang jelas mengenai permasalahan yang akan dibahas nantinya.
4. Perumusan Masalah Perumusan masalah disusun berdasarkan latar belakang dari masalah yang ada dan kemudian ditentukan metode yang tepat dalam penyelesaian permasalahan.
5. Tujuan Penelitian Langkah selanjutnya setelah merumuskan masalah adalah menentukan tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian yaitu mengikuti tingkat efisiensi dan memberikan rencana perbaikan bagi DMU yang inefisien.
6. Penentuan jenis dan jumlah DMU. Pemilihan *Decision Making Unit* (DMU) *Decision Making Unit* (DMU) adalah unit-unit yang akan diukur dan dianalisa efisiensinya. Unit-unit yang diukur haruslah homogen satu sama lain. Arti homogen disini adalah :
 - a. Mempunyai tugas dan tujuan yang sama.
 - b. Harus berada pada kondisi yang sama.
 - c. Karakteristik faktor-faktor (baik input maupun output) haruslah identik, kecuali untuk perbedaan intensitas dan besarnya.
 - d. Menyelenggarakan tata buku penggudangan.

DMU yang diukur adalah gudang-gudang penyimpanan yang berjumlah 3 gudang.

7. Kuisisioner AHP yang disebarakan ke 3 DMU terpilih
8. Perhitungan geometrik mean untuk menentukan prioritas pertanyaan di kuisisioner AHP untuk di masukan di perhitungan bobot AHP.
9. Pengelompokan input dan output Setelah diadakan pengamatan langsung dan pembelajaran lebih lanjut maka telah ditentukan variabel input dan output masing-masing DMU. Adapun pengelompokkan variabel input dan output adalah sebagai berikut :
 - a. Variabel input yaitu suatu variabel yang dianggap oleh peneliti lebih baik jika variabel tersebut dapat diminimumkan.
 - b. Variabel output yaitu suatu variabel yang dianggap oleh peneliti lebih baik jika variabel tersebut dapat dimaksimumkan.
10. Pengolahan data dengan DEA. Setelah didapatkan input dan output maka pengolahan data dilakukan untuk mengetahui nilai efisiensi tiap DMU menggunakan model matematis CCR-primal
11. Perangkingan variabel yang mempengaruhi nilai efisiensi. Dalam Perangkingan variabel dihitung untuk mengetahui nilai bobot rata-rata setiap DMU untuk mengetahui variabel mana yang mempengaruhi nilai tiap DMU.
12. Penentuan DMU yang Efisien dan Inefisien Setelah dilakukan perhitungan efisiensi relatif dengan menggunakan model DEA CCR CRS Primal yang dilakukan pada software LINDO 6.1 akan diketahui DMU-DMU yang dianggap efisien maupun kurang efisien dengan mengacu pada hasil perhitungan nilai efisiensi relatif model matematis DEA CCR CRS dimana penentuannya berdasarkan ketentuan sebagai berikut :
 - a. Jika efisiensi relatif (hk) = 1 maka DMU tersebut dinyatakan efisien.
 - b. Jika efisiensi relatif (hk) < 1 maka DMU tersebut dinyatakan tidak efisien.
13. Penentuan Peer Group. Peer Group merupakan pengelompokkan unit yang efisien dengan unit yang tidak efisien, sehingga dapat ditentukan arahan perbaikan bagi unit yang tidak efisien.
14. Perhitungan CCR-dual dan VRS. Dalam langkah ini DMU yang tidak efisien akan dihitung untuk mencari *slack variabel*-nya, setelah mendapatkan

slack variabel maka biasa didapatkan *technical efficiency*-nya untuk langkah selanjutnya mencari *scale efficiency*.

15. Scale efisien. Adalah Sebuah unit dikatakan skala efisien bila ukuran operasinya optimal, sehingga setiap perubahan pada TE akan membuat unit kurang efisien . Nilai untuk efisiensi skala diperoleh dengan membagi TE-dual dengan efisiensi teknis (TE-vrs). $TE-vrs > SE$ maka menunjukkan perubahan efisiensi DMU yang dipengaruhi oleh efisiensi teknis murni (TE-vrs), sedangkan $TE-vrs < SE$ maka akan menunjukkan perubahan efisiensi DMU yang dipengaruhi oleh perkembangan SE.
16. Strategi Perbaikan DMU Strategi perbaikan dilakukan agar DMU yang tidak efisien menjadi efisien. Strategi ini dilakukan dengan penetapan target input-output dan analisa sensitivitas. Penetapan target perbaikan input-output dapat dicapai melalui perhitungan *slack variabel*. Sedangkan untuk analisa sensitivitas dilakukan dengan menggunakan *dual price*.
17. Analisis sensitivitas. Analisis sensitivitas merupakan analisis yang dilakukan untuk mengetahui akibat dari perubahan parameter-parameter produksi terhadap perubahan kinerja sistem produksi dalam menghasilkan keuntungan. Analisis sensitivitas ditunjuk untuk melihat perubahan peningkatan efisiensi yang terjadi setelah dilakukan perbaikan target. Analisis ini menggunakan nilai *dual price* yang ada di hasil LINDO 6.1 sebagai acuan perbaikan, karena suatu fungsi pembatas akan mengikat fungsi tujuan jika memiliki nilai tersebut.
18. Analisa dan Pembahasan Pada tahap ini dilakukan pembahasan mengenai hasil pengolahan data yang telah dilakukan beserta pengembangan analisa berdasarkan informasi yang diperoleh. Hasil yang diperoleh kemudian divalidasi dan dianalisa. Validasi hasil menggunakan perbedaan absolute antara nilai target dan nilai actual. Sedangkan analisa hasil merupakan analisa dari model yang digunakan dalam pemecahan masalah.
19. Kesimpulan .Kesimpulan berisikan tentang ringkasan ulang mengenai hal-hal yang penting yang menjadi tujuan dari penelitian yang dilakukan. Selain itu juga memberikan saran-saran demi penyempurna.
20. Selesai.

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian tugas akhir ini dilaksanakan di salah satu perusahaan gula di Yogyakarta yaitu PT Madu Kismo.

Secara administrasi, lokasi usaha dan atau kegiatan PT. Madu Kismo terletak di Tirtonimolo, Kecamatan Kasihan, Kabupaten Bantul, Propinsi Yogyakarta.

Telepon : 0274377049

Kabag. SDM & Umum : Retna Isharsriyani

3.4 Jenis Dan Metode Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data primer merupakan data penelitian yang diperoleh secara langsung dari sumber di lapangan. Pengambilan data - data primer dalam penelitian ini diambil melalui :

- a. Wawancara yaitu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan tanya jawab secara langsung kepada obyek penelitian
- b. Observasi yaitu pengumpulan data dengan pengamatan secara langsung terhadap data – data yang relevan dengan masalah yang diteliti.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh secara tidak langsung atau melalui perantara. Data ini berfungsi sebagai penunjang data - data primer yang akan diambil dalam penelitian ini. Data ini bisa diperoleh dari keterangan narasumber atau dari literatur yang lain.

3.5 Pengolahan Data

Proses pengolahan data dalam penelitian ini mengambil beberapa langkah hingga mendapat nilai efisienrelative masing-masing gudang yang kemudian akan digunakan untuk menentukan perbaikan target.

3.5.1 Identifikasi Decision Making Unit (DMU)

Decision Making Unit adalah organisasi atau unit yang akan diteliti. Unit ini bias berupa unit non komersial maupun unit komersial contoh : sekolah, bank, perusahaan, universitas dan lain-lain (*Steering Commite for the Review of Common Wealth/State Service Province*, 1997). Pada penelitian ini pengukuran efesieni dilakukan pada 4 gudang perusahaan dan UKM dibidang makanan atau bahan yang dikonsumsi. Adapun DMU tersebut antara lain :

DMUp = DMU yang akan diukur nilai efisiensinya

DMU_{i=1} = PT. Madukismo (gudang produksi gula pasir)

DMU_{i=2} = UD. Sinar barokah (gudang produksi gula pasir)

DMU_{i=3} = UD. Putra Lestari (gudang produksi tepung tapioka)

3.5.2 Identifikasi dan Pengelompokan Atribut yang Berpengaruh

Sebelum dilakukan pengambilan data dan pengukuran, dilakukan penentuan atribut-atribut (*input* dan *output*) yang berpengaruh terhadap efisiensi DMU yang akan dihitung. Identifikasi ini dilakukan dengan cara menentukan atribut berpengaruh terlebih dahulu, kemudian dilakukan *sharing* dengan pihak pemilik UKM/perusahaan, sehingga didapatkan atribut yang akan digunakan dalam penelitian. Atribut-atribut *input* dan *output* yang akan digunakan input ke- n dalam penelitian ini dilambangkan dengan X_j , dimana $j = 1,2,3,..$. Berikut input yang digunakan :

X_1 = *Receiving*

X_2 = *Putaway*

X_3 = *Storage*

X_4 = *Order picking*

output ke- n dalam penelitian ini dilambangkan dengan Y_k , dimana $k = 1,2,3$. Berikut output yang digunakan :

$Y_1 = Shipping$

3.5.3 Model Matematis

Persamaan umum untuk efisiensi relative adalah rasio antara output dan input. Metode DEA yang digunakan menggunakan program linear untuk mengukur efisiensi relative model CRS primal adalah :

$$\text{Efesin relative Max } Z_p = v_{1p} \cdot y_1 + v_{2p} \cdot y_2 \quad (8)$$

Subject to

- a. $u_{1p} \cdot x_1 + u_{2p} \cdot x_2 + u_{3p} \cdot x_3 + u_{4p} \cdot x_4 + u_{5p} \cdot x_5 = 1$
- b. $v_{1i} \cdot y_1 + v_{2i} \cdot y_2 - u_{1p} \cdot x_1 - u_{2p} \cdot x_2 - u_{3p} \cdot x_3 - u_{4p} \cdot x_4 - u_{5p} \cdot x_5 \leq 0$ (DMU 1)
- c. $v_{1i} \cdot y_1 + v_{2i} \cdot y_2 - u_{1p} \cdot x_1 - u_{2p} \cdot x_2 - u_{3p} \cdot x_3 - u_{4p} \cdot x_4 - u_{5p} \cdot x_5 \leq 0$ (DMU 2)
- d. $v_{1i} \cdot y_1 + v_{2i} \cdot y_2 - u_{1p} \cdot x_1 - u_{2p} \cdot x_2 - u_{3p} \cdot x_3 - u_{4p} \cdot x_4 - u_{5p} \cdot x_5 \leq 0$ (DMU 3)
- e. $v_{1i} \cdot y_1 + v_{2i} \cdot y_2 - u_{1p} \cdot x_1 - u_{2p} \cdot x_2 - u_{3p} \cdot x_3 - u_{4p} \cdot x_4 - u_{5p} \cdot x_5 \leq 0$ (DMU 4)
- f. $v_{1i} \cdot y_1 + v_{2i} \cdot y_2 - u_{1p} \cdot x_1 - u_{2p} \cdot x_2 - u_{3p} \cdot x_3 - u_{4p} \cdot x_4 - u_{5p} \cdot x_5 \leq 0$ (DMU 5)
- g. $y_1, y_2 \geq 0$
- h. $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \geq 0$

Keterangan :

- z = fungsi tujuan.
- i = 1,2,3,4,5. Untuk DMU yang menjadi pembatas/ pembanding, misal DMU 1 maka $i = 1$, DMU 2 maka $i = 2$, DMU 3 maka $i = 3$ dan seterusnya.
- p = 1,2,3. Untuk DMU yang dihitung nilai efisienrelatifnya.
- v_1 = konstata untuk *output* 1, yaitu data
- u_1 = konstata untuk *output* 1, yaitu data
- u_2 = konstata untuk *output* 2, yaitu data
- u_3 = konstata untuk *output* 3, yaitu data
- y_1 = variabel *output* 1
- x_1 = variabel *input* 1
- x_2 = variabel *input* 2
- x_3 = variabel *input* 3

x_4 = variabel *input* 4

Model matematis diatas dilakukan terhadap setiap DMU dengan menggunakan *software* LINDO 6.1, sehingga diketahui efisiensi relatif masing-masing DMU dan DMU mana yang efisien maupun yang tidak efisien. Berikut ini model CRS dual yang digunakan :

$$\text{Min } z = \Theta - \epsilon s_1^+ - \epsilon s_2^+ - \epsilon s_1^- - \epsilon s_2^- - \epsilon s_3^- - \epsilon s_4^- - \epsilon s_5^- \quad (9)$$

Subject to

1. $v_{11} \cdot \lambda_1 + v_{12} \cdot \lambda_2 + v_{13} \cdot \lambda_3 + v_{14} \cdot \lambda_4 + v_{15} \cdot \lambda_5 - s_1^+ = v_{1p}$ (OUTPUT)
2. $v_{21} \cdot \lambda_1 + v_{22} \cdot \lambda_2 + v_{23} \cdot \lambda_3 + v_{24} \cdot \lambda_4 + v_{25} \cdot \lambda_5 - s_2^+ = v_{2p}$ (OUTPUT)
3. $u_{11} \cdot \lambda_1 + u_{12} \cdot \lambda_2 + u_{13} \cdot \lambda_3 + u_{14} \cdot \lambda_4 + u_{15} \cdot \lambda_5 - u_{1p} \cdot \Theta + s_1^- = 0$ (INPUT)
4. $u_{21} \cdot \lambda_1 + u_{22} \cdot \lambda_2 + u_{23} \cdot \lambda_3 + u_{24} \cdot \lambda_4 + u_{25} \cdot \lambda_5 - u_{2p} \cdot \Theta + s_2^- = 0$ (INPUT)
5. $u_{31} \cdot \lambda_1 + u_{32} \cdot \lambda_2 + u_{33} \cdot \lambda_3 + u_{34} \cdot \lambda_4 + u_{35} \cdot \lambda_5 - u_{3p} \cdot \Theta + s_3^- = 0$ (INPUT)
6. $u_{41} \cdot \lambda_1 + u_{42} \cdot \lambda_2 + u_{43} \cdot \lambda_3 + u_{44} \cdot \lambda_4 + u_{45} \cdot \lambda_5 - u_{4p} \cdot \Theta + s_4^- = 0$ (INPUT)
7. $u_{51} \cdot \lambda_1 + u_{52} \cdot \lambda_2 + u_{53} \cdot \lambda_3 + u_{54} \cdot \lambda_4 + u_{55} \cdot \lambda_5 - u_{5p} \cdot \Theta + s_5^- = 0$ (INPUT)
8. $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5 \geq 0$
9. $s_1^+, s_2^+ \geq 0$
10. $s_1^-, s_2^-, s_3^-, s_4^-, s_5^- \geq 0$

Keterangan :

- p = 1,2,3. Untuk DMU yang dihitung nilai efisiensi relatifnya.
- v_{ki} = konstanta untuk *output* – k, dari DMU - i
- u_{ji} = konstanta untuk *output* – j, dari DMU - i
- λ_r = aktivitas level ke – r untuk *input* dan *output* dari masing- masing DMU
- s_k^+ = variable untuk *slack output* - k
- s_j^- = variable untuk *salck input* – j
- Θ = nilai efisien
- ϵ = konstanta yang nilainya merupakan angka kecil antara 0 sampai 1

Sama seperti model CCR (CRS), perhitungan model di atas dilakukan terhadap masing-masing DMU. Pada model matematis VRS formulasi matematisnya seperti

model CRS dual tetapi ada perbedaan diantara dua model tersebut yaitu pada batasan VRS menambahkan fungsi *convexity constrain* (batasan konveksitas) dimana batasan itu diasumsikan bahwa semua unit berada pada kondisi optimal . Berikut batasan konveksitasnya :

$$\sum_i \lambda_i = 1 \rightarrow \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 = 1 \quad (10)$$

Model VRS diperoleh dengan menambahkan batasan konveksitas sigma lambda (λ) = 1 pada model CRS dual, yang berarti bahwa setiap unit gabungan merupakan sebuah kombinasi konveks dari unit refrensinya.

Penggunaan model DEA-CRS pada DMU yang tidak dapat beroperasi secara optimal, menyebabkan *Technical Efficiency* (SE). DMU yang efisienakan memiliki nilai $TE = 1$, karena TE didapat dari membandingkan tingkat efisiensi sempurna 1 dengan nilai efisiensi teknis murni, maka efisiensi skala (*scale effeciency*) dapat dihitung dengan persamaan :

$$SE (Scale Efficiency) = \left(\frac{TE (technical efficiency CRS)}{TE (technical efficiency VRS)} \right) \quad (11)$$

Hasil perhitungan yang menunjukkan $TE_{vrs} > SE$ menunjukkan perubahan efisiensi DMU yang dipengaruhi oleh efisiensi teknis (TE_{vrs}) sedangkan $TE_{vrs} < SE$ menunjukkan perubahan efisiensi DMU yang dipengaruhi oleh perkembangan SE. DMU yang tidak efisienakan diperbaiki dengan menentukan *peer group*. *Peer group* dibentuk untk menentukan arah perbaikan bagi DMU yang tidak efisien dengan melihat jarak terdekat kemiripan antara DMU yang tidak efisien dengan DMU yang efisien. Metode yng digunakan adalah *Herarchial Cluster Analysis* menggunakan *software* SPSS dengan melihat jarak *Euclidean* (kemiripan karakteristik dalam pencapaian nilai TE dan spesifikasi penggunaan *input-output*).

3.5.4 Software LINDO

Lindo (*Linier Interactive Discrete Optimizer*) adalah *software* yang dapat digunakan untuk mencari solusi dari masalah program linier. Dengan menggunakan *software* ini

memungkinkan perhitungan masalah program linier dengan n variabel. Prinsip kerja utama Lindo adalah memasukan data, menyelesaikan, serta menaksirkan kebenaran dan kelayakan data berdasarkan penyelesaiannya. Perhitungan yang digunakan pada Lindo pada dasarnya menggunakan metode simplek. Untuk menentukan nilai optimal dengan menggunakan lindo diperlukan beberapa tahapan yaitu :

1. Menentukan model matematika berdasarkan data riil;
2. Menentukan formulasi program untuk Lindo;
3. Membaca hasil report yang dihasilkan oleh Lindo.

Perintah yang biasa digunakan untuk menjalankan program Lindo adalah :

1. MAX → digunakan untuk memulai data dalam masalah maksimasi
2. MIN → digunakan untuk memulai data dalam masalah minimasi
3. END → digunakan untuk mengakhiri data
4. GO → digunakan untuk pemecahan dan penyelesaian masalah
5. LOOK → digunakan untuk mencetak bagian yang dipilih dari data yang ada.
6. GIN → digunakan untuk variabel keputusan agar bernilai bulat;
7. INTE → digunakan untuk menentukan solusi dari masalah biner;
8. INT → sama dengan inte;
9. SUB → digunakan untuk membatasi nilai maksimumnya;
10. SLB → digunakan untuk membatasi nilai minimumnya;
11. FREE → digunakan agar solusinya berupa bilangan real.

Kegunaan utama dari program Lindo adalah untuk mencari penyelesaian dari masalah linier dengan cepat dengan memasukan data yang berupa rumusan dalam bentuk linier. Lindo memberikan banyak manfaat dan kemudahan dalam memecahkan masalah optimasi dan minimasi. Berikut ini adalah formulasi dalam menghitung persoalan program linear CRS dan VRS dalam LINDO 6.1 :

1. Model CCR Primal

$$\begin{aligned} & \text{MAX} \quad V1P.Y1 + V2P.Y2 \\ & \text{SUBJECT TO} \end{aligned}$$

- 1) $U_{1p}.X_1 + U_{2p}.X_2 + U_{3p}.X_3 + U_{4p}.X_4 + U_{5p}.X_5 = 1$
- 2) $V_{11}.Y_1 + V_{21}.Y_2 - U_{11}.X_1 - U_{21}.X_2 - U_{31}.X_3 - U_{41}.X_4 - U_{51}.X_5 \leq 0$
- 3) $V_{12}.Y_1 + V_{22}.Y_2 - U_{12}.X_1 - U_{22}.X_2 - U_{32}.X_3 - U_{42}.X_4 - U_{52}.X_5 \leq 0$
- 4) $V_{13}.Y_1 + V_{23}.Y_2 - U_{13}.X_1 - U_{23}.X_2 - U_{33}.X_3 - U_{43}.X_4 - U_{53}.X_5 \leq 0$
- 5) $V_{14}.Y_1 + V_{24}.Y_2 - U_{14}.X_1 - U_{24}.X_2 - U_{34}.X_3 - U_{44}.X_4 - U_{54}.X_5 \leq 0$
- 6) $V_{15}.Y_1 + V_{25}.Y_2 - U_{15}.X_1 - U_{25}.X_2 - U_{35}.X_3 - U_{45}.X_4 - U_{55}.X_5 \leq 0$

END

Keterangan :

$p = 1,2,3,4,5$ mewakili DMU yang dihitung nilai efisiensi relatifnya

2. Model CCR Dual

MIN $Z - 0.0000I_1 - 0.0000I_2 - 0.0000I_3 - 0.0000I_4$

SUBJECT TO

- 1) $V_{11}.P_1 + V_{12}.P_2 + V_{13}.P_3 + V_{14}.P_4 + V_{15}.P_5 - O_1 = V_{1p}$
- 2) $U_{11}.P_1 + U_{12}.P_2 + U_{13}.P_3 + U_{14}.P_4 + U_{15}.P_5 - U_{1p}.Z + I_1 = 0$
- 3) $U_{21}.P_1 + U_{22}.P_2 + U_{23}.P_3 + U_{24}.P_4 + U_{25}.P_5 - U_{2p}.Z + I_2 = 0$
- 4) $U_{31}.P_1 + U_{32}.P_2 + U_{33}.P_3 + U_{34}.P_4 + U_{35}.P_5 - U_{3p}.Z + I_3 = 0$
- 5) $U_{41}.P_1 + U_{42}.P_2 + U_{43}.P_3 + U_{44}.P_4 + U_{45}.P_5 - U_{4p}.Z + I_4 = 0$

END

Keterangan :

v_{ki} = konstanta ke - k, untuk *slack output* dari DMU - i

u_{ji} = konstanta ke - j, untuk *slack input* dari DMU - i

z = pengganti lambang Θ dalam formulasi CCR dual dalam LINDO 6.1

P_r = pengganti lambang λ dalam formulasi CCR dual dalam LINDO 6.1

O_k = pengganti lamabang *slack output* (s_k^+) dalam formulasi CCR dual

dalam

LINDO 6.1, $k = 1,2,3$.

I_j = pengganti lamabang *slack input* (s_k^-) dalam formulasi CCR dual dalam

LINDO 6.1, $j = 1,2,3$.

0.000 = adalah niali positif kecil anantara 0 - 1 dilambangkan (ϵ)

3. Model VRS

MIN Z – 0.0001O1 - 0.0001O2 - 0.0001I1 - 0.0001I2 - 0.0001I3 - 0.0001I4 –
0.0001I5

SUBJECT TO

- 1) $V_{11}.P1 + V_{12}.P2 + V_{13}.P3 + V_{14}.P4 + V_{15}.P5 - O1 = V_{1P}$
- 2) $U_{11}.P1 + U_{12}.P2 + U_{13}.P3 + U_{14}.P4 + U_{15}.P5 - U_{1P}.Z + I1 = 0$
- 3) $U_{21}.P1 + U_{22}.P2 + U_{23}.P3 + U_{24}.P4 + U_{25}.P5 - U_{2P}.Z + I2 = 0$
- 4) $U_{31}.P1 + U_{32}.P2 + U_{33}.P3 + U_{34}.P4 + U_{35}.P5 - U_{3P}.Z + I3 = 0$
- 5) $U_{41}.P1 + U_{42}.P2 + U_{43}.P3 + U_{44}.P4 + U_{45}.P5 - U_{4P}.Z + I4 = 0$
- 6) $P1 + P2 + P3 = 1$

END

Keterangan :

v_{ki} = konstanta ke – k, untuk *slack output* dari DMU - i

u_{ji} = konstanta ke – j, untuk *slack input* dari DMU – i

z = pengganti lambang Θ dalam formulasi VRS dalam LINDO 6.1

P_r = pengganti lambang λ dalam formulasi VRS dalam LINDO 6.1

O_k = pengganti lamabang *slack output* (s_k^+) dalam formulasi VRS dalam LINDO 6.1, $k = 1,2,3$.

I_j = pengganti lamabang *slack input* (s_k^-) dalam formulasi VRS dalam LINDO 6.1, $j = 1,2,3$.

0.000 = adalah niali positif kecil antara 0 – 1 dilambangkan (€)

3.6 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui kontribusi solusi penetapan target pada efisiensi yang dihasilkan oleh metode DEA sebagai efek dari perubahan pada nilai variable tertentu. Analisis sensitivitas digunakan mengeahui seberapa besar pengaruh perubahan nilai efisiensi pada DMU yang tidak efisien setelah dilakukan perhitungan

perbaikan efisiensi, sehingga diketahui seberapa besar pengaruh perubahan nilai *variable* pada nilai efisiensi.

Analisis sensitivitas digunakan untuk mengetahui seberapa besar kontribusi peningkatan atau penurunan dari target perbaikan (perubahan nilai *variable*) yang telah dilakukan terhadap peningkatan efisiensi relative, sehingga bias diketahui perbedaan nilai efisiensi sebelum dilakukan perubahan target dan sesudah perubahan target. Analisa ini menggunakan nilai *dual price* sebagai acuan, dikarenakan suatu fungsi pembatas akan mengikat fungsi tujuan jika memiliki nilai *dual price*. Perubahan nilai variabel akan memberikan kontribusi sebesar nilai *dual price*-nya pada peningkatan atau penurunan efisiensi relative bagi DMU yang bersangkutan.



BAB IV

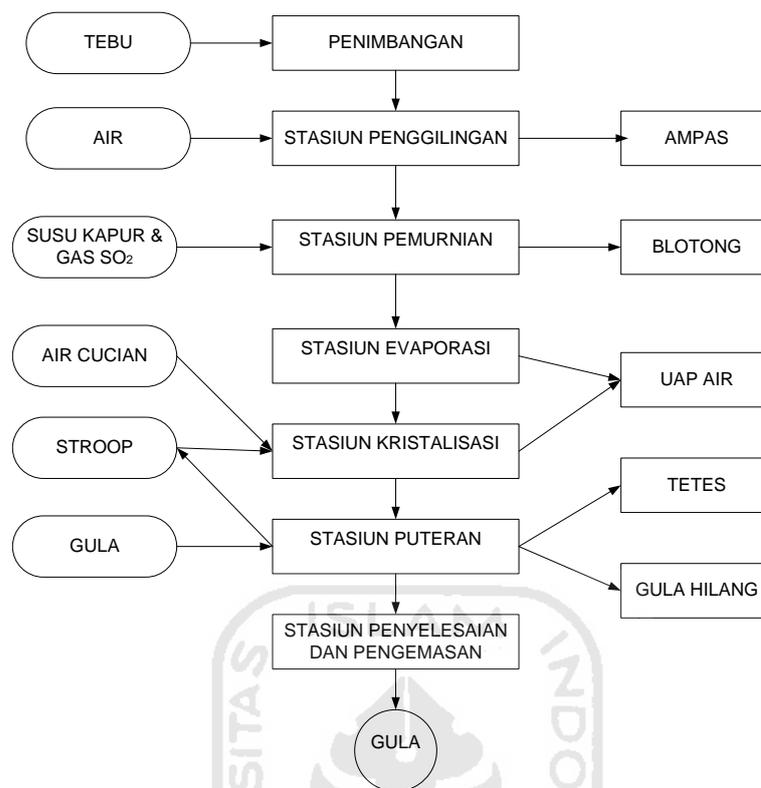
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil Perusahaan dan UKM

Pengumpulan data gudang dilakukan berdasarkan observasi pada UKM dan perusahaan di daerah Yogyakarta serta dari bank data penelitian terdahulu yang menyangkut tentang pergudangan bahan yang dikonsumsi. Dari UKM dan perusahaan yang diteliti tersebut bergerak di bidang makanan atau bahan yang bisa dikonsumsi. Salah satu UKM yang diteliti adalah PK. Laksana yang bergerak di bidang produksi krupuk. Pabrik krupuk laksana terletak di daerah Paten Rt 05 Rw 05 Tridadi, Sleman Yogyakarta dan salah satu perusahaan yang diteliti adalah PT. Madu Kismo yang terletak di Padokan Tirtonirmolo Kasihan Bantul Yogyakarta dimana perusahaan ini bergerak dibidang produksi gula.

Proses produksi gula di Pt. Madukismo dibagi menjadi beberapa tahapan. Tahapan – tahapan itu merupakan penggilingan, pemurnian, penguapan/ evaporasi, pemasakan/ kristalisasi, puteran, dan penyelesaian. Pada proses produksi di PG. Madukismo ini, masing – masing tahapan lebih dikenal dengan stasiun. Proses produksi dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4.1 **Proses Produksi Madukismo**

Gambar 4.1 menjelaskan pada awal proses tebu di timbang terlebih dahulu kemudian masuk stasiun penggilingan dimana di tahap ini tebu digiling dan ditambah air, untuk bahan yang tidak di pakai menjadi ampas (batang tebu sisa). Untuk di stasiun pemurnian nira (air tebu) di reaksikan dengan susu kapur dan di beri gas SO_2 . Setelah itu masuk stasiun evaporasi untuk menghilangkan kadar air kemudian masuk proses selanjutnya proses kristalisasi.

Nira kental dari sari stasiun penguapan ini diuapkan lagi dalam suatu panvakum, yaitu tempat dimana nira pekat hasil penguapan dipanaskan terus-menerus sampai mencapai kondisi lewat jenuh, sehingga timbul kristal gula. Pemisahan kristal dilakukan dengan menggunakan saringan yang bekerjadengan gaya memutar (sentrifugal). Alat ini bertugas memisahkan gula agarmenjadi butiran-butiran kecil. Dalam stasiun puteran air tebu sudah menjadi gula untuk siap dikemas untuk di kirim.

4.1.2 Identifikasi Variabel dan *Input-Output*

Sebelum menentukan variable *input* dan *output* ada beberapa langkah yang dilakukan. Yang pertama dihitung KPI setiap DMU terpilih menggunakan table perhitungan Frazelle. Yang kedua yaitu menyebar kuisisioner kepada ke tiga DMU PT Madu Kismo, UD Putra Lestari dan UD Sinar Barokah terkait variable gudang yang akan dihitung seperti (*receiving, putaway, storage, order picking, shipping*) untuk. Kemudian langkah ketiga adalah perhitungan menggunakan geomean untuk menentukan angka prioritas yang akan di masukan kedalam matrik pembobotan AHP. Setelah dapat nilai pembobotan matrik akan ditentukan mana yang akan masuk ke dalam variable *input* dan *output* dari table perhitungan KPI Frezzle.

Dalam metode DEA, dibutuhkan variable-variabel yang akan menjadi *input* dan *output* untuk mengolah data. Variable ditentukan melalui observasi dan wawancara dengan orang yang ahli dalam gudang PT. Madu Kismo. Serta *input-output* terpilih dari bank data yang disamakan datanya dengan data yang di ambil dari lapangan, adapun beberapa variable yang digunakan antara lain :

1. *Receiving*

Receiving adalah kegiatan penerimaan barang kedalam gudang atau lapangan penumpukan. Jadi *Receiving* merupakan suatu kegiatan penerimaan barang untuk disimpan sementara di dalam gudang.

2. *Putaway*

Yaitu menempatkan barang-barang dalam lokasi penyimpanan. *Putaway* merupakan proses perpindahan fisik (barang) dari *receiving dock* (dok penerimaan) ke gudang penyimpanan. Aktivitas *putaway* bisa juga disebut sebagai *storing, keeping, transfer*.

3. *Storage*

Persediaan adalah sebagai suatu aktiva lancar yang meliputi barang – barang milik perusahaan dengan maksud untuk dijual dalam suatu periode usaha normal atau persediaan barang – barang yang masih dalam pekerjaan proses produksi

ataupun persediaan bahan baku yang menunggu penggunaannya dalam suatu proses produksi. Dalam jurnal penyimpanan (*storage*) merupakan bentuk fisik barang-barang yang disimpan sebelum ada permintaan.

4. *Order picking*

Didalam jurnal *order picking* merupakan aktivitas pengambilan barang dari gudang penyimpanan atau lokasi picking dan kemudian disiapkan untuk proses pengiriman.

5. *Shipping*

Shipping adalah aktivitas pengiriman barang meliputi proses pembuatan dokumen pengiriman, pemuatan barang ke truk dan peng-update-an data barang yang sudah dimuat truk.

Dari variable di atas, ditentukan variable yang menjadi *input* dan *output* DMU berdasarkan variable *independent* (variable yang berupa proses) dan *dependent* (variable yang merupakan hasil). Variable *input* dan *output* DMU yang digunakan ditampilkan pada table 4.1.

Tabel 4.1 Variabel *input* dan *output*

no	Variabel	Kategori
1	Receivng	<i>Input</i>
2	Put away	<i>Input</i>
3	Storage	<i>Input</i>
4	Order picking	<i>Input</i>
5	Shipping	<i>Output</i>

4.1.3 Perhitungan KPI Frezelle 3 DMU

Key Performance Indicator (KPI) atau disebut juga sebagai *Key Success Indicator (KSI)* adalah satu set ukuran kuantitatif yang digunakan perusahaan atau industri untuk mengukur atau membandingkan kinerja dalam hal memenuhi tujuan strategis dan operasional mereka. KPI bervariasi antar perusahaan atau industri, tergantung pada prioritas atau kriteria kinerja.

Dalam buku yang ditulis oleh Edward Frezelle (2002) yang berjudul “*World-Class Warehousing and Material Handling*” Edward Frezelle mengklasifikasikan faktor

faktor yang mempengaruhi gudang. Setelah melakukan perhitungan KPI tiap DMU terpilih dengan menggunakan acuan pada table 2.1 maka di dapatkan hasil KPI pada table 4.2 dibawah ini :

Table 4.2 Hasil perhitungan KPI 3 DMU

PT Madu Kismo					
	<i>FINANCIAL</i> (Rp) per line	<i>PRODUKTIVITY</i> unit/jam	<i>UTILIZATION</i> %	<i>QUALITY</i> %	<i>CYCLE TIME</i> unit/menit
<i>Receiving</i>	60000	250	86%	100%	10
<i>Putaway</i>	38250	392	24%	100%	20
<i>Storage</i>	136	32	8%	100%	24
<i>Order-Picking</i>	15000	1000	50%	100%	10
<i>Shipping</i>	708.33	212	86%	95%	20
UD Sinar Barokah					
<i>Receiving</i>	6000	50	86%	100%	10
<i>Putaway</i>	3000	100	75%	100%	10
<i>Storage</i>	25581	69	7%	100%	0
<i>Order-Picking</i>	4500	67	50%	100%	2
<i>Shipping</i>	150	40	86%	100%	10
UD Putra Lestari					
<i>Receiving</i>	3196	128	83%	100%	8
<i>Putaway</i>	1534	267	50%	100%	8
<i>Storage</i>	5625	200	3%	100%	3
<i>Order-Picking</i>	2975	138	38%	100%	22
<i>Shipping</i>	70	73	83%	100%	8

Pada table 4.2 di atas adalah hasil KPI dari setiap DMU terpilih dari perhitungan table Frezelle untuk pengukuran gudang.

4.1.4 Data kuisisioner AHP 3 DMU Terpilih

1. PT Madu Kismo

A. Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Receiving*

Table 4.3 dibawah ini adalah data kuisisioner untuk *receiving* pada perusahaan Madukismo dengan perbandingan berpasangan yang sub kriterianya adalah *financial*,

productivity, utilization, storage, order picking dan *shipping* berdasarkan table perhitungan KPI Frezelle.

Table 4.3 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Receiving* DMU 1

Skor	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Financial</i>					✓													<i>Productivity</i>
						✓												<i>Utilization</i>
								✓										<i>Quality</i>
									✓									<i>Cycle time</i>
<i>Productivity</i>					✓													<i>Utilization</i>
						✓												<i>Quality</i>
								✓										<i>Cycle time</i>
<i>Utilization</i>						✓												<i>Quality</i>
							✓											<i>Cycle time</i>
<i>Quality</i>							✓											<i>Cycle time</i>

B. Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Put away*

Table 4.4 dibawah ini adalah data kuisisioner untuk *putaway* pada perusahaan Madukismo dengan perbandingan berpasangan yang sub kriterianya adalah *financial, productivity, utilization, storage, order picking* dan *shipping* berdasarkan table perhitungan KPI Frezelle.

Table 4.4 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Putaway* DMU 1

Skor	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Financial</i>														✓				<i>Productivity</i>
							✓											<i>Utilization</i>
											✓							<i>Quality</i>
												✓						<i>Cycle time</i>
<i>Productivity</i>					✓													<i>Utilization</i>
						✓												<i>Quality</i>
											✓							<i>Cycle time</i>
<i>Utilization</i>											✓							<i>Quality</i>
							✓											<i>Cycle time</i>
<i>Quality</i>							✓											<i>Cycle time</i>

C. Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Storage*

Table 4.5 dibawah ini adalah data kuisioner untuk *storage* pada perusahaan Madukismo dengan perbandingan berpasangan yang sub kriterianya adalah *financial*, *productivity*, *utilization*, *storage*, *order picking* dan *shipping* berdasarkan table perhitungan KPI Frezelle.

Tabel 4.5 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Storage* DMU 1

Skor	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Financial</i>						✓						✓						<i>Productivity</i>
																		<i>Utilization</i>
						✓												<i>Quality</i>
							✓											<i>Cycle time</i>
<i>Productivity</i>																		<i>Utilization</i>
																		<i>Quality</i>
																		<i>Cycle time</i>
<i>Utilization</i>																		<i>Quality</i>
																		<i>Cycle time</i>
<i>Quality</i>																		<i>Cycle time</i>

D. Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Order Picking*

Table 4.6 dibawah ini adalah data kuisioner untuk *order picking* pada perusahaan Madukismo dengan perbandingan berpasangan yang sub kriterianya adalah *financial*, *productivity*, *utilization*, *storage*, *order picking* dan *shipping* berdasarkan table perhitungan KPI Frezelle.

Tabel 4.6 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Order picking* DMU 1

Skor	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Financial</i>							✓					✓						<i>Productivity</i>
																		<i>Utilization</i>
																		<i>Quality</i>
																		<i>Cycle time</i>
<i>Productivity</i>			✓															<i>Utilization</i>
																		<i>Quality</i>
																		<i>Cycle time</i>
<i>Utilization</i>																		<i>Quality</i>
																		<i>Cycle time</i>
<i>Quality</i>																		<i>Cycle time</i>

Skor	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Productivity					✓													Cycle time
Utilization						✓												Utilization
Quality																		Quality
																		Cycle time
																		Quality
																		Cycle time
																		Cycle time

D. Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Order Picking*

Table 4.11 dibawah ini adalah data kuisisioner untuk *order picking* pada UD. Sinar Barokah dengan perbandingan berpasangan yang sub kriterianya adalah *financial*, *productivity*, *utilization*, *storage*, *order picking* dan *shipping* berdasarkan table perhitungan KPI Frezelle.

Table 4.11 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Order picking* DMU 2

Skor	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Financial</i>																		<i>Productivity</i>
																		<i>Utilization</i>
																		<i>Quality</i>
																		<i>Cycle time</i>
<i>Productivity</i>																		<i>Utilization</i>
																		<i>Quality</i>
																		<i>Cycle time</i>
<i>Utilization</i>																		<i>Quality</i>
																		<i>Cycle time</i>
<i>Quality</i>																		<i>Cycle time</i>

E. Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Shipping*

Table 4.12 dibawah ini adalah data kuisisioner untuk *shipping* pada UD. Sinar Barokah dengan perbandingan berpasangan yang sub kriterianya adalah *financial*, *productivity*, *utilization*, *storage*, *order picking* dan *shipping* berdasarkan table perhitungan KPI Frezelle.

Table 4.12 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Shipping* DMU 2

Skor	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Financial</i>					✓													<i>Productivity</i>
							✓											<i>Utilization</i>
											✓							<i>Quality</i>
<i>Productivity</i>						✓												<i>Cycle time</i>
							✓											<i>Utilization</i>
																		<i>Quality</i>
<i>Utilization</i>																	✓	<i>Cycle time</i>
																		<i>Quality</i>
<i>Quality</i>																		<i>Cycle time</i>

3. UD. Putra Lestari

A. Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Receiving*

Table 4.13 dibawah ini adalah data kuisioner untuk *receiving* pada UD. Putra Lestari dengan perbandingan berpasangan yang sub kriterianya adalah *financial*, *productivity*, *utilization*, *storage*, *order picking* dan *shipping* berdasarkan table perhitungan KPI Frezelle.

Table 4.13 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Receiving* DMU 3

Skor	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Financial</i>							✓											<i>Productivity</i>
						✓												<i>Utilization</i>
								✓										<i>Quality</i>
<i>Productivity</i>							✓											<i>Cycle time</i>
						✓												<i>Utilization</i>
																		<i>Quality</i>
<i>Utilization</i>																		<i>Cycle time</i>
																		<i>Quality</i>
<i>Quality</i>																		<i>Cycle time</i>

B. Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Putaway*

Table 4.14 dibawah ini adalah data kuisioner untuk *putaway* pada UD. Sinar Barokah dengan perbandingan berpasangan yang sub kriterianya adalah *financial*, *productivity*,

utilization, storage, order picking dan *shipping* berdasarkan table perhitungan KPI Frezelle.

Table 4.14 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Put away* DMU 3

Skor	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Financial</i>								✓				✓						<i>Productivity</i>
											✓							<i>Utilization</i>
												✓						<i>Quality</i>
													✓					<i>Cycle time</i>
<i>Productivity</i>				✓				✓										<i>Utilization</i>
																		<i>Quality</i>
													✓					<i>Cycle time</i>
<i>Utilization</i>													✓					<i>Quality</i>
																		<i>Cycle time</i>
<i>Quality</i>					✓													<i>Cycle time</i>

C. Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Storage*

Table 4.15 dibawah ini adalah data kuisisioner untuk *storage* pada UD. Sinar Barokah dengan perbandingan berpasangan yang sub kriterianya adalah *financial, productivity, utilization, storage, order picking* dan *shipping* berdasarkan table perhitungan KPI Frezelle.

Table 4.15 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Storage* DMU 3

Skor	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Financial</i>						✓				✓								<i>Productivity</i>
								✓										<i>Utilization</i>
																		<i>Quality</i>
																		<i>Cycle time</i>
<i>Productivity</i>				✓				✓										<i>Utilization</i>
																		<i>Quality</i>
													✓					<i>Cycle time</i>
<i>Utilization</i>						✓												<i>Quality</i>
								✓										<i>Cycle time</i>
<i>Quality</i>								✓										<i>Cycle time</i>

D. Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Order Picking*

Table 4.16 dibawah ini adalah data kuisisioner untuk *order picking* pada UD. Sinar Barokah dengan perbandingan berpasangan yang sub kriterianya adalah *financial,*

productivity, utilization, storage, order picking dan *shipping* berdasarkan table perhitungan KPI Frezelle.

Table 4.16 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Order picking* DMU 3

Skor	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Financial</i>							✓					✓						<i>Productivity</i>
								✓										<i>Utilization</i>
									✓									<i>Quality</i>
																		<i>Cycle time</i>
<i>Productivity</i>						✓												<i>Utilization</i>
							✓											<i>Quality</i>
																		<i>Cycle time</i>
<i>Utilization</i>																		<i>Quality</i>
																		<i>Cycle time</i>
<i>Quality</i>																		<i>Cycle time</i>

E. Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Shipping*

Table 4.17 dibawah ini adalah data kuisioner untuk *shipping* pada UD. Sinar Barokah dengan perbandingan berpasangan yang sub kriterianya adalah *financial, productivity, utilization, storage, order picking* dan *shipping* berdasarkan table perhitungan KPI Frezelle.

Table 4.17 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria *Shipping* DMU 3

Skor	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Financial</i>		✓																<i>Productivity</i>
																		<i>Utilization</i>
																		<i>Quality</i>
																		<i>Cycle time</i>
<i>Productivity</i>						✓												<i>Utilization</i>
							✓											<i>Quality</i>
																		<i>Cycle time</i>
<i>Utilization</i>																		<i>Quality</i>
																		<i>Cycle time</i>
<i>Quality</i>																		<i>Cycle time</i>

4.1.5 Perhitungan Geomatrik Mean

Perhitungan geomatrik mean dilakukan untuk menentukan prioritas data yang akan masuk kedalam pembobotan matrik AHP yang akan digunakan sebagai data *input* dan

output dalam perhitungan DEA. Seperti contoh untuk menentukan prioritas data receiving financial perbandingan berpasangan ke 3 DMU yang akan dihitung maka hasil dari kuisisioner ke 3 DMU yang ada pada receiving financial dimasukan ke dalam rumus geometrik mean. Rumus yang digunakan adalah :

$$g = \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot \dots \cdot x_n} \quad (12)$$

keterangan :

- x_n : variable yang dihitung
 n : jumlah variable yang dihitung
 g : geometrik mean atau geomean

Pada tabel 4.18 menunjukkan hasil perhitungan geomean antar kuisisioner perbandingan berpasangan pada ke tiga DMU. Dengan menggunakan software Ms exel maka hasil geomean dapat ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.18 Hasil perhitungan geometrik mean ke 3 DMU

Receiving Financial	geomean	Put away Financial	geomean	Storage Financial	geomean	Order picking Financial	geomean	shipping Financial	geomean
Financial	1,00	Financial	1,00	Financial	1,00	Financial	1,00	Financial	1,00
Productivity	4,48	Productivity	4,93	Productivity	3,30	Productivity	3,30	Productivity	6,54
Utilization	4,00	Utilization	2,88	Utilization	3,42	Utilization	3,30	Utilization	2,62
Quality	2,29	Quality	3,30	Quality	2,52	Quality	3,17	Quality	2,62
Cycle time	2,29	Cycle time	4,31	Cycle time	4,22	Cycle time	4,16	Cycle time	3,63
Receiving Productivity	geomean	Put away Productivity	geomean	Storage Productivity	geomean	Order picking Productivity	geomean	shipping Productivity	geomean
Productivity	1,00	Productivity	1,00	Productivity	1,00	Productivity	1,00	Productivity	1,00
Utilization	4,64	Utilization	4,16	Utilization	4,31	Utilization	4,72	Utilization	3,30
Quality	3,63	Quality	5,65	Quality	2,62	Quality	4,31	Quality	3,00
Cycle time	3,11	Cycle time	3,91	Cycle time	3,30	Cycle time	3,00	Cycle time	3,56
Receiving Utilization	geomean	Put away Utilization	geomean	Storage Utilization	geomean	Order picking Utilization	geomean	shipping Utilization	geomean
Utilization	1,00	Utilization	1,00	Utilization	1,00	Utilization	1,00	Utilization	1,00
Quality	3,91	Quality	3,30	Quality	3,30	Quality	3,98	Quality	4,93
Cycle time	3,00	Cycle time	4,00	Cycle time	3,11	Cycle time	5,65	Cycle time	4,00
Receiving Quality	geomean	Put away Quality	geomean	Storage Quality	geomean	Order picking Quality	geomean	shipping Quality	geomean
Quality	1,00	Quality	1,00	Quality	1,00	Quality	1,00	Quality	1,00
Cycle time	3,30	Cycle time	3,91	Cycle time	3,63	Cycle time	4,00	Cycle time	4,48
Receiving Cycle Time	geomean	Put away Cycle Time	geomean	Storage Cycle Time	geomean	Order picking Cycle Time	geomean	shipping Cycle Time	geomean
Cycle time	1,00	Cycle time	1,00	Cycle time	1,00	Cycle time	1,00	Cycle time	1,00

Pada tabel di atas dapat dilihat hasil untuk geomean kriteria ke tiga DMU kepada masing masing sub kriteria. Hasil satu adalah konstata untuk matrik pembobotan dalam perhitungan AHP.

4.1.6 Pembobotan Matriks AHP

Pembobotan matriks AHP digunakan untuk menentukan data mana saja dari perhitungan KPI Frazelle yang akan di jadikan data perhitungan DEA. Setelah didapatkan geomen dari masing-masing sub kriteria maka langkah selanjutnya adalah menghitung pembobotan matriks untuk data *input* dan *output* dalam DEA. Berikut ini adalah hasil pembobotan matriks menggunakan software Ms exel dari masing masing variable *input* dan *output* :

Table 4.19 Pembobotan *receiving* 3 DMU

<i>Receiving</i>	<i>Financial</i>	<i>Productivity</i>	<i>Utilization</i>	<i>Quality</i>	<i>Cycle time</i>	<i>Eigen Vektor/ bobot</i>
<i>Financial</i>	1	4,48	4	2,29	2,29	0,383
<i>Productivity</i>	0,22	1	4,64	3,63	3,11	0,256
<i>Utilization</i>	0,25	0,22	1	3,91	3	0,165
<i>Quality</i>	0,44	0,28	0,26	1	3,3	0,121
<i>Cycle time</i>	0,44	0,32	0,33	0,30	1	0,075
jumlah	2,35	6,29	10,23	11,13	12,70	1,000

Pada table 4.19 bobot untuk masing masing sub kriteria dari kriteria *receiving* adalah 0,383 untuk *financial*; untuk *productivity* 0,256; untuk utilitas 0,165; untuk kualitas 0,121; untuk *cycle time* 0,075.

Table 4.20 Pembobotan *putaway* 3 DMU

<i>Put away</i>	<i>Financial</i>	<i>Productivity</i>	<i>Utilization</i>	<i>Quality</i>	<i>Cycle time</i>	<i>Eigen Vektor/ bobot</i>
<i>Financial</i>	1	0,20	2,88	0,30	0,23	0,096
<i>Productivity</i>	4,93	1	4,16	5,65	3,91	0,434
<i>Utilization</i>	0,35	0,24	1	0,30	4	0,138
<i>Quality</i>	3,30	0,18	3,30	1	0,26	0,147
<i>Cycle time</i>	4,31	0,26	0,25	3,91	1	0,185
jumlah	13,89	1,88	11,59	11,17	9,40	1,000

Pada table 4.20 bobot untuk masing masing sub kriteria dari kriteria put away adalah 0,093 untuk financial; untuk productivity 0,434; untuk utilitas 0,138; untuk kualitas 0,147; untuk cycle time 0,185.

. Table 4.21 Pembobotan *storage* 3 DMU

Storage	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle time	Eigen Vektor/ bobot
<i>Financial</i>	1	3,3	0,29	2,52	4,22	0,247
<i>Productivity</i>	0,30	1	4,31	2,62	0,3	0,233
<i>Utilization</i>	3,42	0,23	1	3,3	3,11	0,284
<i>Quality</i>	0,40	0,38	0,30	1	3,63	0,114
<i>Cycle time</i>	0,24	3,33	0,32	0,28	1	0,122
jumlah	5,36	8,25	6,23	9,72	12,26	1,000

Pada table 4.21 bobot untuk masing masing sub kriteria dari kriteria storage adalah 0,247 untuk financial; untuk productivity 0,233; untuk utilitas 0,284; untuk kualitas 0,114; untuk cycle time 0,122.

Table 4.22 Pembobotan *order picking* 3 DMU

Order picking	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle time	Eigen Vektor/ bobot
<i>Financial</i>	1	0,30	3,30	3,17	0,24	0,144
<i>Productivity</i>	3,30	1	4,72	4,31	0,33	0,266
<i>Utilization</i>	0,30	0,21	1	0,25	0,18	0,048
<i>Quality</i>	0,32	0,23	3,98	1	0,25	0,100
<i>Cycle time</i>	4,16	3,00	5,65	4,00	1	0,441
jumlah	9,08	4,75	18,65	12,73	2,00	1,000

Pada table 4.22 bobot untuk masing masing sub kriteria dari kriteria order picking adalah 0,144 untuk financial; untuk productivity 0,266; untuk utilitas 0,048; untuk kualitas 0,100; untuk cycle time 0,441.

Table 4.23 Pembobotan *shipping* 3 DMU

Shipping	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle time	Eigen Vektor/ bobot
<i>Financial</i>	1	6,54	2,62	0,38	3,63	0,285
<i>Productivity</i>	0,15	1	3,3	0,33	3,56	0,153
<i>Utilization</i>	0,38	0,30	1	0,202839757	4	0,106
<i>Quality</i>	2,62	3,00	4,93	1	4,48	0,401
<i>Cycle time</i>	0,28	0,28	0,25	0,22	1	0,054
jumlah	4,43	11,12	12,10	2,14	16,67	1,000

Pada table 4.23 bobot untuk masing masing sub kriteria dari kriteria shipping adalah 0,285 untuk financial; untuk productivity 0,153; untuk utilitas 0,106; untuk kualitas 0,401; untuk cycle time 0,054.

Setelah mendapatkan bobot dari masing masing kriteria kemudian bobot itu dijadikan dalam satu table untuk mengetahui prioritas di antara masing masing kriteria. Pada table 4.24 di bawah ini menunjukkan prioritas antara masing masing kriteria :

Table 4.24 Pengelompokan dari Hasil Pembobotan Matriks

	<i>Financial</i>	<i>Productivity</i>	<i>Utilization</i>	<i>Quality</i>	<i>Cycle time</i>
<i>Receiving</i>	0,383	0,256	0,165	0,121	0,075
<i>Putaway</i>	0,096	0,434	0,138	0,147	0,185
<i>Storage</i>	0,247	0,233	0,284	0,114	0,122
<i>Order picking</i>	0,144	0,266	0,048	0,100	0,441
<i>Shipping</i>	0,285	0,153	0,106	0,401	0,054

Dari table 4.23 di atas menunjukkan bahwa nilai pembobotan paling besar receiving adalah di finansial dengan angka 0,383 kemudian di bagian put away adalah produktifitas dengan nilai 0,432 untuk bagian storage adalah di utilitas dengan 0,284 setelah itu bagian order picking di cycle time dengan nilai 0,441 dan yang terakhir untuk bagian shipping terdapat di kualitas dengan nilai 0.401.

4.1.7 Pemilihan Data *input* dan *output*

Setelah didapat hasil pembobotan matriks AHP selanjutnya adalah pemilihan data *input* dan *output* dengan mengacu pada nilai pembobotan terbanyak dari setiap kriteria data yang dihitung dari pembobotan matriks yang sudah di hitung dengan geomean. Berikut data yang terpilih :

Tabel 4.25 Variabel data DMU 1

	KPI MADUKISMO				
	FINANCIAL(Rp)	PRODUKTIVITY UTILIZATION	QUALITY	CYCLE TIME	
RECEIVING	60000	250	86%	100%	10
PUTAWAY	38250	392	24%	100%	20
STORAGE	135,57	31,52	8%	100%	24
ORDER-PICKING	15000	1000	50%	100%	10
SHIPPING	708,33	211,76	86%	95%	20

Pada tabel 4.25 yang menjadi variable *input* adalah receiving (finansial) dengan nilai 60000 per line, putaway (produktifitas) dengan nilai 392.16 unit/jam, storage (utilitas) dengan nilai 8%, order picking (waktu siklus) dengan nilai 10 unit/menit. Kemudian untuk variable *output* adalah shipping (kualitas) dengan nilai 100%.

Tabel 4.26 Variabel data DMU 2

	KPI PUTRA LESTARI				
	FINANCIAL(Rp)	PRODUKTIVITY UTILIZATION	QUALITY	CYCLE TIME	
RECEIVING	3196	128	83%	100%	8
PUTAWAY	1534	267,0	50%	100%	8
STORAGE	5625	200	3%	100%	3
ORDER-PICKING	2975	138	38%	100%	22
SHIPPING	70	73	83%	100%	8

Pada tabel 4.26 yang menjadi variable *input* adalah receiving (finansial) dengan nilai 3196 per line, putaway (produktifitas) dengan nilai 267 unit/jam, storage (utilitas) dengan nilai 3%, order picking (waktu siklus) dengan nilai 22 unit/menit. Kemudian untuk variable *output* adalah shipping (kualitas) dengan nilai 100%.

Tabel 4.27 Variabel data DMU 3

	KPI SINAR BAROKAH				
	FINANCIAL(Rp)	PRODUKTIVITY UTILIZATION	QUALITY	CYCLE TIME	
RECEIVING	6000	50	86%	100%	10
PUTAWAY	3000	100	75%	100%	10
STORAGE	25581	69	7%	100%	0
ORDER-PICKING	4500	67	50%	100%	2
SHIPPING	150	40	85%	100%	10

Pada tabel 4.27 yang menjadi variable *input* adalah receiving (finansial) dengan nilai 6000 per line, putaway (produktifitas) dengan nilai 100 unit/jam, storage (utilitas) dengan nilai 7%, order picking (waktu siklus) dengan nilai 2 unit/menit. Kemudian untuk variable *output* adalah shipping (kualitas) dengan nilai 100%.

4.1.8 Data *input* dan *output* yang Digunakan

Data dalam penelitian ini adalah data yang didapatkan melalui kuisisioner AHP tentang kriteria terkait dengan tabel Frazlle kemudian perhitungan geomean untuk menentukan prioritas kriteria dengan sub kriteria antara 3 DMU selanjutnya perhitungan KPI untuk menentukan variable data yang dihitung. Rekapitulasi dari data *input* dan *output* untuk masing-masing DMU ditampilkan dalam tabel 4.27 di bawah ini.

Tabel 4.28 Rekapitulasi data *input* dan *output*

Kategori	Variabel	DMU 1	DMU 2	DMU 3
INPUT	<i>Receiving</i>	60000	3196	6000
INPUT	<i>Putaway</i>	392.16	267	100
INPUT	<i>Storage</i>	8	3	7
INPUT	<i>Order Picking</i>	10	22	2
OUTPUT	<i>Shipping</i>	95	100	100

Data yang digunakan adalah data dari setiap DMU terpilih yang sudah dihitung menggunakan pembobotan AHP dan geomean, sehingga didapatkan nilai prioritas untuk masing masing DMU yang akan digunakan dalam perhitungan selanjutnya.

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Constant Return of Scale (CRS) *Primal*

Penelitian ini melakukan penghitungan efisiensi relative dari 3 DMU dengan menggunakan data yang sudah dihitung dan dipilih menggunakan pembobotan AHP dan geomean. Data *input* dan *output* yang digunakan dalam penelitian ini meliputi 4 *input* dan 1 *output*. Data *input* DMU dilambangkan dengan X_i dan untuk data *output* dilambangkan Y_j sebagai ditampilkan dalam tabel 4.29.

Tabel 4.29 Data *input* dan *output* DMU

Variabel	DMU 1	DMU 2	DMU 3
X_i	u_{11} 60000	u_{12} 3196	u_{13} 6000

Variabel	DMU 1	DMU 2	DMU 3
X2	u_{21} 392	u_{22} 267	u_{23} 100
X3	u_{31} 8	u_{32} 3	u_{33} 7
X4	u_{41} 10	u_{42} 22	u_{43} 2
Y1	v_{11} 95	v_{12} 100	v_{13} 100

Keterangan tabel :

1. $X1$ = Receiving (per line)
2. $X2$ = Putaway (unit/jam)
3. $X3$ = Storage (%)
4. $X4$ = Order picking (unit/menit)
5. $Y1$ = Shipping (%)

Dengan menggunakan *software* LINDO 6.1 data tersebut di olah dalam bentuk program linier. Berikut adalah model yang digunakan dalam menghitung efisiensi relative CRS pada *software* LINDO 6.1.

$$\text{Rumus Effeciency relatif Max } Z_p = v1^p \cdot y1 \quad (13)$$

Subject to

1. $u1^p \cdot x1 + u2^p \cdot x2 + u3^p \cdot x3 + u4^p \cdot x4 = 1$
2. $v1^i \cdot y1 - u1^p \cdot x1 - u2^p \cdot x2 - u3^p \cdot x3 - u4^p \cdot x4 \leq 0$ (DMU 1)
3. $v1^i \cdot y1 - u1^p \cdot x1 - u2^p \cdot x2 - u3^p \cdot x3 - u4^p \cdot x4 \leq 0$ (DMU 2)
4. $v1^i \cdot y1 - u1^p \cdot x1 - u2^p \cdot x2 - u3^p \cdot x3 - u4^p \cdot x4 \leq 0$ (DMU 3)
5. $y1 \geq 0$
6. $x1, x2, x3, x4 \geq 0$

keterangan

- p = 1, 2, 3 (DMU yang dihitung nilai efisiensinya)
- i = 1, 2, 3, (DMU yg menjadi pembatas; misal DMU 1 maka $i = 1$, DMU 2 maka $i = 2$, DMU 3 maka $i = 3$.dst)

DMU 1*max* 95y1*subject to*

$$1. \quad 60000x_1 + 392x_2 + 8x_3 + 10x_4 = 1$$

(batasan 1, total nilai *input* DMU 1 =1)

$$2. \quad 95y_1 - 60000x_1 - 392x_2 - 8x_3 - 10x_4 \leq 0$$

(batasan 2 efisiensi DMU 1, selisih antara nilai *output* DMU 1 dan nilai *input* DMU1 ≤ 0)

$$3. \quad 100y_1 - 3196x_1 - 267x_2 - 3x_3 - 22x_4 \leq 0$$

(batasan 3 efisiensi DMU 2, selisih antara nilai *output* DMU 2 dan nilai *input* DMU 2 ≤ 0)

$$4. \quad 100y_1 - 6000x_1 - 100x_2 - 7x_3 - 2x_4 \leq 0$$

(batasan 4 efisiensi DMU 3, selisih antara nilai *output* DMU 3 dan nilai *input* DMU 3 ≤ 0)

End

DMU 2*max* 100y1*subject to*

$$1. \quad 3196x_1 + 267x_2 + 3x_3 + 22x_4 = 1$$

(batasan 1, total nilai *input* DMU 1 =1)

$$2. \quad 95y_1 - 60000x_1 - 392x_2 - 8x_3 - 10x_4 \leq 0$$

(batasan 2 efisiensi DMU 1, selisih antara nilai *output* DMU 1 dan nilai *input* DMU1 ≤ 0)

$$3. \quad 100y_1 - 3196x_1 - 267x_2 - 3x_3 - 22x_4 \leq 0$$

(batasan 3 efisiensi DMU 2, selisih antara nilai *output* DMU 2 dan nilai *input*

DMU 2 ≤ 0)

$$4. 100y_1 - 6000x_1 - 100x_2 - 7x_3 - 2x_4 \leq 0$$

(batasan 4 efisiensi DMU 3, selisih antara nilai *output* DMU 3 dan nilai *input*

DMU 3 ≤ 0)

End

DMU 3

max 100y₁

subject to

$$1. 6000x_1 + 100x_2 + 7x_3 + 2x_4 = 1$$

(batasan 1, total nilai *input* DMU 1 =1)

$$2. 95y_1 - 60000x_1 - 392x_2 - 8x_3 - 10x_4 \leq 0$$

(batasan 2 efisiensi DMU 1, selisih antara nilai *output* DMU 1 dan nilai *input*

DMU1 ≤ 0)

$$3. 100y_1 - 3196x_1 - 267x_2 - 3x_3 - 22x_4 \leq 0$$

(batasan 3 efisiensi DMU 2, selisih antara nilai *output* DMU 2 dan nilai *input*

DMU 2 ≤ 0)

$$4. 100y_1 - 6000x_1 - 100x_2 - 7x_3 - 2x_4 \leq 0$$

(batasan 4 efisiensi DMU 3, selisih antara nilai *output* DMU 3 dan nilai *input*

DMU 3 ≤ 0)

End

Setelah dilakukan pengolahan dengan menggunakan *software* LINDO 6.1, di dapatkan efisiensi CRS *Primal* masing-masing DMU yang ditampilkan dalam tabel 4.30.

Tabel 4.30 Efisiensi DMU CRS

No.	DMU	Efisiensi	Keterangan
1	DMU 1	0.7030000	inefisien
2	DMU 2	1	efisien
3	DMU 3	1	efisien

Perhitungan model CRS *Primal* menghasilkan DMU yang efisien dengan nilai efisien1 kecuali DMU 1 dengan nilai kurang dari 1 yaitu 0.7030000 . Perhitung model CRS juga menghasilkan nilai bobot rata-rata untuk masing-masing variable, sehingga dapat diketahui variable mana yang paling mempengaruhi nilai efisiensi. Nilai bobot dan bobot per variabel per DMU diberikan dalam tabel 4.31 dibawah ini.

Tabel 4.31 nilai bobot dan bobot rata-rata per variabel

Variabel	DMU 1	DMU 2	DMU 3	Bobot Rata-rata
Y1	0.007400	0.010000	0.010000	0.009133
X1	0.000000	0.000313	0.000159	0.000157
X2	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
X3	0.100000	0.000000	0.000000	0.033333
X4	0.020000	0.000000	0.022323	0.014108

Nilai bobot adalah nilai optimum variable keputusan dalam mencapai fungsi tujuan. Nilai bobot per variable dalam mencapai fungsi tujuan tiap DMU diperoleh dari hasil perhitungan model CRS *Primal* menggunakan *software* LINDO 6.1. hasil penjumlahan total bobot per variable dibagi dengan banyaknya DMU merupakan bobot rata-rata. Sebagai contoh variable X1, total bobot X1 pada semua DMU ($0.000000 + 0.000313 + 0.000159$) dibagi dengan banyaknya DMU (berarti dibagi 3) adalah 0.000157. nilai bobot rata-rata digunakan untuk merangking variable mana yang mempengaruhi kinerja gudang. Berdasarkan tabel diatas, urutan variable dari yang paling mempengaruhi adalah X3 (storage), X4 (order picking), Y1 (shipping) , X1 (receiving), X2 (putaway) yang memiliki nilai bobot rata-rata 0.000000 bukan berarti tidak memiliki pengaruh dalam efisiensi, pengaruh dari kedua variable ini tetap ada namun sangat kecil sekali.

4.2.2 Constant Return of Scale (CRS) Dual

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan model CRS *primal*, perlu dilakukan perhitungan dengan menggunakan model CRS *dual* agarselanjutnya bias dilakukan

perbaikan penetapan target berdasarkan hasil perhitungan CRS *dual*. Formulasi CRS *dual* yang digunakan (Moses, 2008) adalah :

Fungsi tujuan

$$\text{Minimumkan } e_p = \Theta - \epsilon \sum_{k=1}^s s_k^+ - \epsilon \sum_{j=1}^m s_j^-$$

Kendala

5. $\sum_{i=1}^n v_{ki} \cdot \lambda_r - s_k^+ = v_{kp}$
6. $\sum_{i=1}^n u_{ji} \cdot \lambda_r - \theta u_{jp} + s_j^- = 0$
7. $\lambda_r, s_k^+, s_j^- \geq 0$

Dengan menggunakan *software* LINDO 6.1 data tersebut di olah dalam bentuk program linier. Berikut ini rumus CRS *dual* menggunakan *software* LINDO 6.1.

Rumus :

$$\text{Effeciency relatif Min } Z_p = \Theta - \epsilon (o1) - \epsilon (i1) - \epsilon (i2) - \epsilon (i3) - \epsilon (i4) \quad (14)$$

Subject to

1. $v1^1 \cdot \lambda1 + v1^2 \cdot \lambda2 + v1^3 \cdot \lambda3 - o1 = v1^p$
2. $u1^1 \cdot \lambda1 + u1^2 \cdot \lambda2 + u1^3 \cdot \lambda3 - u1^p \Theta + i1 = 0$
3. $u2^1 \cdot \lambda1 + u2^2 \cdot \lambda2 + u2^3 \cdot \lambda3 - u2^p \Theta + i2 = 0$
4. $u3^1 \cdot \lambda1 + u3^2 \cdot \lambda2 + u3^3 \cdot \lambda3 - u3^p \Theta + i3 = 0$
5. $u4^1 \cdot \lambda1 + u4^2 \cdot \lambda2 + u4^3 \cdot \lambda3 - u4^p \Theta + i4 = 0$
6. $\lambda1, \lambda2, \lambda3 \geq 0$
7. $i1 \geq 0$
8. $o1, o2, o3, o4 \geq 0$

keterangan :

- p = 1,2,3 (DMU yang dihitung)
 λ = bobot level input/output masing masing DMU
 i = variabel slack input
 o = variabel slack output
 e = konstanta yang nilai nya merupakan angka terkecil 0 sampai 1
 Θ/z = nilai efisiensi

DMU 1

$$\min z - 0.000o - 0.000i1 - 0.000i2 - 0.000i3 - 0.000i4$$

subject to

1. $95p1 + 100p2 + 100p3 - o = 95$
 (batasan 1 *output margin*, yaitu jumlah nilai *output shipping* – *slack output shipping* = *output shipping* DMU 1)
 2. $60000p1 + 3196p2 + 6000p3 - 60000z + i1 = 0$
 (batasan 2 *input receiving*, yaitu jumlah nilai *input receiving* – efisiensi relative DMU 1 + *slack input receiving* = 0)
 3. $392p1 + 267p2 + 100p3 - 392z + i2 = 0$
 (batasan 3 *input put away*, yaitu jumlah nilai *input put away* – efisiensi relative DMU 1 + *slack input put away* = 0)
 4. $8p1 + 3p2 + 7p3 - 8z + i3 = 0$
 (batasan 4 *input storage*, yaitu jumlah nilai *input storage* – efisiensi relative DMU 1 + *slack input storage* = 0)
 5. $10p1 + 22p2 + 2p3 - 10z + i4 = 0$
 (batasan 5 *input order picking*, yaitu jumlah nilai *input order picking* – efisiensi relative DMU 1 + *slack input order picking* = 0)
- End

DMU 2

$$\min z - 0.000o - 0.000i1 - 0.000i2 - 0.000i3 - 0.000i4$$

subject to

1. $95p1 + 100p2 + 100p3 - o = 100$

(batasan 1 *output margin*, yaitu jumlah nilai *output shipping* – *slack output shipping* = *output shipping* DMU 2)

$$2. 60000p_1 + 3196p_2 + 6000p_3 - 3196z + i_1 = 0$$

(batasan 2 *input receiving*, yaitu jumlah nilai *input receiving* – efisiensi relative DMU 2 + *slack input receiving* = 0)

$$3. 392p_1 + 267p_2 + 100p_3 - 267z + i_2 = 0$$

(batasan 3 *input put away*, yaitu jumlah nilai *input put away* – efisiensi relative DMU 2 + *slack input put away* = 0)

$$4. 8p_1 + 3p_2 + 7p_3 - 3z + i_3 = 0$$

(batasan 4 *input storage*, yaitu jumlah nilai *input storage* – efisiensi relative DMU 2 + *slack input storage* = 0)

$$5. 10p_1 + 22p_2 + 2p_3 - 2z + i_4 = 0$$

(batasan 5 *input order picking*, yaitu jumlah nilai *input order picking* – efisiensi relative DMU 2 + *slack input order picking* = 0)

End

DMU 3

$$\min z - 0.000o - 0.000i_1 - 0.000i_2 - 0.000i_3 - 0.000i_4$$

subject to

$$1. 95p_1 + 100p_2 + 100p_3 - o = 100$$

(batasan 1 *output margin*, yaitu jumlah nilai *output shipping* – *slack output shipping* = *output shipping* DMU 3)

$$2. 60000p_1 + 3196p_2 + 6000p_3 - 6000z + i_1 = 0$$

(batasan 2 *input receiving*, yaitu jumlah nilai *input receiving* – efisiensi relative DMU 3 + *slack input receiving* = 0)

$$3. 392p_1 + 267p_2 + 100p_3 - 100z + i_2 = 0$$

(batasan 3 *input put away*, yaitu jumlah nilai *input put away* – efisiensi relative DMU 3 + *slack input put away* = 0)

$$4. 8p_1 + 3p_2 + 7p_3 - 7z + i_3 = 0$$

(batasan 4 *input storage*, yaitu jumlah nilai *input storage* – efisiensi relative DMU 3 + *slack input storage* = 0)

$$5. 10p_1 + 22p_2 + 2p_3 - 2z + i_4 = 0$$

(batasan 5 *input* order picking, yaitu jumlah nilai *input* order picking – efisiensi relative DMU 3 + *slack input* order picking = 0)

End

Hasil rekapitulasiperhitungan *software* LINDO 6.1 model CRS *dual* menghasilkan nilai *z*, TE, dan *slack variable* yang ditampilkan dalam tabel 4.32.

Tabel 4.32 Nilai *z*, TE dan *slack variable* model CRS *dual*

No	DMU	Z	Technical Effeciency (TE) <i>dual</i>	Slack Variabel
				So1 = 0.007400
				Si1 = 0.000000
1	DMU 1	0.7030000	1.422475107	Si2 = 0.000000
				Si3 = 0.100000
				Si4 = 0.020000
2	DMU 2	1	1	
3	DMU 3	1	1	

Pada tabel 4.32 nilai efisiensi CRS *dual* untuk DMU 2 dan DMU 3 adalah 1 yang menunjukkan bahwa DMU tersebut berada pada kondisi efisien. Sedangkan untuk DMU 1 nilai efisien nya sebesar 0.7030000 dan terdapat *slack* di variabelnya, untuk *slack output* yaitu Y (0.007400) dan untuk *slack input* X3 (0.100000) dan X4 (0.020000).

Untuk nilai TE DMU 2 dan DMU 3 adalah 1 karena nilai CRS *dual* yang dihasilkan adalah 1, karena untuk mencari nilai TE adalah $1/z$ ($1/1 = 1$). Sedangkan nilai TE untuk DMU 1 adalah $1/z$ ($1/0.7030000$) sama dengan 1.422475107.

4.2.3 Variabel Return of Scale (VRS)

Model VRS digunakan untuk melihat apakah efisiensi DMU dipengaruhi efisiensi teknis murni atau dipengaruhi factor lain diluar DMU. Model VRS merupakan penyempurnaan dari model CRS *dual* dengan memberi batasan konveksitas $\sum_i \lambda_i = 1$.

Fungsi tujuan

$$\text{Minimumkan } e_p = \Theta - \epsilon \sum_{k=1}^s s_k^+ - \epsilon \sum_{j=1}^m s_j^- \quad (15)$$

Kendala

8. $\sum_{i=1}^n v_{ki} \cdot \lambda_r - s_k^+ = v_{kp}$
9. $\sum_{i=1}^n u_{ji} \cdot \lambda_r - \theta u_{jp} + s_j^- = 0$
10. $\sum_{r=1}^n \lambda_r = 1$
11. $\lambda_r, s_k^+, s_j^- \geq 0$

Dengan menggunakan *software* LINDO 6.1 data tersebut di olah dalam bentuk program linier. Berikut ini rumus VRS menggunakan *software* LINDO 6.1.

Rumus :

Effeciency relatif Min $Z_p = \theta - \epsilon (o1) - \epsilon (i1) - \epsilon (i2) - \epsilon (i3) - \epsilon (i4)$

Subject to

1. $v_1^1 \cdot \lambda_1 + v_1^2 \cdot \lambda_2 + v_1^3 \cdot \lambda_3 - o_1 = v_1^p$
2. $u_1^1 \cdot \lambda_1 + u_1^2 \cdot \lambda_2 + u_1^3 \cdot \lambda_3 - u_1^p \theta + i_1 = 0$
3. $u_2^1 \cdot \lambda_1 + u_2^2 \cdot \lambda_2 + u_2^3 \cdot \lambda_3 - u_2^p \theta + i_2 = 0$
4. $u_3^1 \cdot \lambda_1 + u_3^2 \cdot \lambda_2 + u_3^3 \cdot \lambda_3 - u_3^p \theta + i_3 = 0$
5. $u_4^1 \cdot \lambda_1 + u_4^2 \cdot \lambda_2 + u_4^3 \cdot \lambda_3 - u_4^p \theta + i_4 = 0$
6. $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 1$
7. $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 \geq 0$
8. $i_1 \geq 0$
9. $o_1, o_2, o_3, o_4 \geq 0$

keterangan :

- p = 1,2,3 (DMU yang dihitung)
- λ = bobot level input/output masing masing DMU
- i = variabel slack input
- o = variabel slack output
- ϵ = konstanta yang nilai nya merupakan angka terkecil 0 sampai 1
- θ/z = nilai efisiensi

DMU 1

$$\min z - 0.000o - 0.000i1 - 0.000i2 - 0.000i3 - 0.000i4$$

subject to

$$1. 95p1 + 100p2 + 100p3 - o = 95$$

(batasan 1 *output margin*, yaitu jumlah nilai *output shipping* – *slack output shipping* = *output shipping* DMU 1)

$$2. 60000p1 + 3196p2 + 6000p3 - 60000z + i1 = 0$$

(batasan 2 *input receiving*, yaitu jumlah nilai *input receiving* – efisiensi relative DMU 1 + *slack input receiving* = 0)

$$3. 392p1 + 267p2 + 100p3 - 392z + i2 = 0$$

(batasan 3 *input put away*, yaitu jumlah nilai *input put away* – efisiensi relative DMU 1 + *slack input put away* = 0)

$$4. 8p1 + 3p2 + 7p3 - 8z + i3 = 0$$

(batasan 4 *input storage*, yaitu jumlah nilai *input storage* – efisiensi relative DMU 1 + *slack input storage* = 0)

$$5. 10p1 + 22p2 + 2p3 - 10z + i4 = 0$$

(batasan 5 *input order picking*, yaitu jumlah nilai *input order picking* – efisiensi relative DMU 1 + *slack input order picking* = 0)

$$6. \lambda1 + \lambda2 + \lambda3 = 1$$

(batasan 6, jumlah konveksitas level untuk *input* dan *output* dari masing-masing DMU = 1)

End

DMU 2

$$\min z - 0.000o - 0.000i1 - 0.000i2 - 0.000i3 - 0.000i4$$

subject to

$$1. 95p1 + 100p2 + 100p3 - o = 100$$

(batasan 1 *output margin*, yaitu jumlah nilai *output shipping* – *slack output shipping* = *output shipping* DMU 2)

$$2. 60000p1 + 3196p2 + 6000p3 - 3196z + i1 = 0$$

(batasan 2 *input receiving*, yaitu jumlah nilai *input receiving* – efisiensi relative DMU 2 + *slack input receiving* = 0)

3. $392p_1 + 267p_2 + 100p_3 - 267z + i_2 = 0$
(batasan 3 *input put away*, yaitu jumlah nilai *input put away* – efisiensi relative DMU 2 + *slack input put away* = 0)
 4. $8p_1 + 3p_2 + 7p_3 - 3z + i_3 = 0$
(batasan 4 *input storage*, yaitu jumlah nilai *input storage* – efisiensi relative DMU 2 + *slack input storage* = 0)
 5. $10p_1 + 22p_2 + 2p_3 - 22z + i_4 = 0$
(batasan 5 *input order picking*, yaitu jumlah nilai *input order picking* – efisiensi relative DMU 2 + *slack input order picking* = 0)
 6. $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 1$
(batasan 6, jumlah konveksitas level untuk *input* dan *output* dari masing-masing DMU = 1)
- End

DMU 3

$$\min z - 0.000o - 0.000i_1 - 0.000i_2 - 0.000i_3 - 0.000i_4$$

subject to

1. $95p_1 + 100p_2 + 100p_3 - o = 100$
(batasan 1 *output margin*, yaitu jumlah nilai *output shipping* – *slack output shipping* = *output shipping* DMU 3)
2. $60000p_1 + 3196p_2 + 6000p_3 - 6000z + i_1 = 0$
(batasan 2 *input receiving*, yaitu jumlah nilai *input receiving* – efisiensi relative DMU 3 + *slack input receiving* = 0)
3. $392p_1 + 267p_2 + 100p_3 - 100z + i_2 = 0$
(batasan 3 *input put away*, yaitu jumlah nilai *input put away* – efisiensi relative DMU 3 + *slack input put away* = 0)
4. $8p_1 + 3p_2 + 7p_3 - 7z + i_3 = 0$
(batasan 4 *input storage*, yaitu jumlah nilai *input storage* – efisiensi relative DMU 3 + *slack input storage* = 0)
5. $10p_1 + 22p_2 + 2p_3 - 2z + i_4 = 0$
(batasan 5 *input order picking*, yaitu jumlah nilai *input order picking* – efisiensi relative DMU 3 + *slack input order picking* = 0)
6. $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 = 1$

(batasan 6, jumlah konveksitas level untuk *input* dan *output* dari masing-masing DMU = 1)

End

Hasil perhitungan model VRS dengan menggunakan *software* LINDO 6.1 yang menghasilkan nilai z , TE, dan *slack variable* ditampilkan dalam tabel 4.33 di bawah ini.

Tabel 4.33 Nilai z , TE dan *slack variable* model VRS

No	DMU	Z	Technical Effeciency (TE)	
			VRS	Slack Variabel
				So1 = 0.000000
1	DMU 1	0.7400000	1.351351351	Si1 = 0.000000 Si2 = 0.000000 Si3 = 0.100000 Si4 = 0.020000
2	DMU 2	1	1	
3	DMU 3	1	1	

Pada tabel 4.33 untuk DMU 2 dan DMU 3 berada pada kondisi optimal yaitu 1 dengan melihat hasil dari nilai z nya. Sedangkan untuk DMU 1 dilihat dari hasil nilai z nya kurang optimal dengan nilai 0.7400000 dengan *slack variable* di X3 (order picking) = 0.100000 dan di X4 (shipping) = 0.020000. Nilai TE dari DMU 1 di dapatkan dari $1/z$ yaitu membagi bilangan optimal (1) dengan nilai z maka hasil TE di atas didapatkan $1/0.7400000 = 1.351351351$.

4.2.4 Scale Effeciency (SE)

Pada perhitungan CRS *dual* dan model VRS didapatkan nilai *Technical Effeciency* (TE) yang akan digunakan untuk mendapatkan nilai *Scale Effeciency* (SE). Sebuah unit dikatakan skala efisien bila ukuran operasi yang optimal sehingga setiap modifikasi pada ukurannya akan membuat unit kurang efisien. Nilai untuk *Scale Effeciency* (SE) diperoleh dengan membagi *Technical Effeciency* (TE) *dual* dengan *Technical Effeciency* (TE) VRS.

Nilai *Technical Efficiency* (TE) *dual*, *Technical Efficiency* (TE) *dual*, dan *Scale Efficiency* (SE) ditampilkan pada tabel 4.34 dibawah ini.

Tabel 4.34 Nilai (TE) *dual*, (TE) *dual*, dan *Scale Efficiency* (SE)

No	DMU	<i>Technical Efficiency</i> (TE) <i>dual</i>	<i>Technical Efficiency</i> (TE) VRS	<i>Scale Efficiency</i> (SE)	Keterangan
1	DMU 1	1.422475107	1.351351351	1.052631579	TE vrs > SE (maka dipengaruhi oleh perkembangan TE vrs)
2	DMU 2	1	1	1	TE vrs = SE
3	DMU 3	1	1	1	TE vrs = SE

Dari tabel di atas dapat dilihat nilai TE vrs dan SE masing-masing DMU. Apabila TE vrs > SE menunjukkan perubahan efisiensi DMU yang dipengaruhi oleh efisiensi teknis murni (TE vrs), sedangkan TE vrs < SE maka dipengaruhi oleh perkembangan SE. nilai SE akan menunjukkan apakah DMU beroperasi dengan optimal atau tidak, dikatakan optimal bila nilai TE vrs > SE dan tidak optimal bila nilai TE vrs < SE. Karena pada tabel 4.33 *Scale Efficiency* (SE) mendapat nilai 1 maka DMU 1 dipengaruhi oleh perkembangan TE vrs karena TE vrs > SE dan dikatakan optimal.

4.2.5 Peer Group (PG)

DMU yang tidak efisienakan diperbaiki tingkat efisiensinya mengacu pada efisiensi DMU lain yang efisiendengan membentuk *peer group*. *Peer group* dibentuk dengan *Hirarchial Cluster Analisis* menggunakan *software* SPSS 16.0, dengan melihat jarak *squared euclidean* terdekat antara DMU, maka bisa dijadikan acuan DMU yang tidak efisienuntuk melakukan perbaikan. Semakin kecil jarak *squared euclidean* antara dua DMU maka semakin mirip DMU tersebut. Tabel *proximity Matrix* ditampilkan dalam tabel 4.35.

Tabel 4.35 Tabel *Proximity Matrix*

<i>Case</i>	<i>Squared Euclidean Distance</i>		
	1: DMU 1	2: DMU 2	3: DMU 3
1: DMU 1	.000	3,23E+12	2,92E+12
2: DMU 2	3,23E+12	.000	7,89E+09
3: DMU 3	2,92E+12	7,89E+09	.000

Dari tabel 4.35 di atas dapat dilihat DMU yang memiliki kedekatan jarak terkecil adalah DMU 1 dengan DMU 3 yaitu sebesar 2.916E9 untuk kriteria DMU yang tidak efisien yaitu DMU 1.

4.2.6 Perbaikan Target

Terdapat satu dari tiga DMU yang tidak efisien pada model CRS *dual*, yaitu DMU 1 dan pada perhitungan model VRS ada yang tidak efisien yaitu pada DMU 1. Perbaikan target dilakukan dengan menggunakan metode *input-output oriented*, yaitu merubah nilai *input* (pengurangan) dan *output* (penambahan) untuk memperbaiki produktifitas pada DMU yang tidak efisien. Variabel yang mengalami *slack* dan besarnya nilai *slack* ditampilkandalam table 4.36 dibawah ini.

Table 4.36 *Slack Variabel*

Variabel	<i>Slack Variabel</i>
DMU 1 CRS <i>dual</i>	So1= 0.007400
	Si3 = 0.100000
	Si4 = 0.020000
DMU 1 VRS	Si3 = 0.100000
	Si4 = 0.020000

Variabel yang mengalami *slack* ada 3 pada model CRS *dual* yang dilihat dari hasil perhitungan *software* LINDO 6.1, yaitu So1= 0.007400 (*slack* pada *output* Y1 yang merupakan variable shipping), Si3 = 0.100000 (*slack* pada *input* X3 yang merupakan variable storage) dan Si4 = 0.020000 (*slack* pada *input* X4 yang merupakan variable order picking). Sedangkan variable yang mengalami *slack* pada model VRS ada 2 yaitu Si3 = 0.100000 (*slack* pada *input* X3 yang merupakan variable storage) dan Si4 = 0.020000 (*slack* pada *input* X4 yang merupakan variable order picking).

Perbaikan target untuk variable *input* didapatkan dengan mengurangi hasil perkalian efisiensi dan nilai actual dengan nilai *slack*-nya ($X = Z * X_{ij} - S_j$), sedangkan perbaikan target *output* adalah dengan menambah nilai actual dengan nilai *slack*-nya ($Y = Y_{ij} + S_o$).

a. Perbaikan target CRS *dual*

Perbaikan target pada CRS *dual* dilakukan pada variable-variabel yang memiliki nilai *slack* pada perhitungan model ini.

1. Perbaikan target shipping

$$\begin{aligned} &= Y_1 + S_{o1} \\ &= 95 + 0,007400 \\ &= 95,007400 \text{ \% (kualitas)} \end{aligned}$$

2. Perbaikan target storage

$$\begin{aligned} &= (Z_{CRS \text{ dual}} * X_3) - S_{i3} \\ &= (0,7400000 * 8) - 0,1000000 \\ &= 5,82 \text{ \% (utilitas)} \end{aligned}$$

3. Perbaikan target order picking

$$\begin{aligned} &= (Z_{CRS \text{ dual}} * X_4) - S_{i4} \\ &= (0,7400000 * 10) - 0,0200000 \\ &= 7,38 \text{ unit/menit (cycle time)} \end{aligned}$$

b. Perbaikan target VRS

Perbaikan target pada model VRS dilakukan pada variable-variabel yang memiliki nilai *slack* pada perhitungan model ini.

1. Perbaikan target storage VRS

$$\begin{aligned} &= (Z_{CRS \text{ dual}} * X_3) - S_{i3} \\ &= (0,7400000 * 8) - 0,1000000 \\ &= 5,82 \text{ \% (utilitas)} \end{aligned}$$

2. Perbaiki target order picking VRS

$$\begin{aligned}
 &= (Z_{CRS\ dual} * X4) - Si4 \\
 &= (0,7400000 * 10) - 0,020000 \\
 &= 7,38 \text{ unit/menit (cycle time)}
 \end{aligned}$$

Stelah dilakukan perhitunganga perbaikan target pada model *dual* dan VRS yang terdpat *slack*-nya maka didapatkan hasil dari tiap perbaikan targetnya. Rekapitulasi perhitungan perbaikan target ditampilkan dalam table 4.37.

Tabel 4.37 Perbaikan target DMU 1

Variabel	Simbol	Nilai Aktual	Target CRS dual	Target VRS
<i>Receiving financial</i> (line/rb)	X1	60000	60000	60000
<i>Putaway produktivitas</i> (unit/jam)	X2	392	392	392
<i>Storage utility</i> (%)	X3	8%	5,82 %	5,82 %
<i>Order Picking cycle time</i> (unit/menit)	X4	10	7,38	7,38
<i>Shipping Quality</i> (%)	Y	95%	95,0074%	95%

Dari tabel 4.37 dapat dilihat variable DMU 1 yang mengalami perbaikan target dari *slack* yang ada yang menunjukkan adanya perbedaan antara nilai aktual dengan variable yang mengalami perbaikan target. Dari perbedaan atau selisih inilah diketahui presentase perbaikan yang bias dicapai DMU dari nilai aktualnya. Untuk mencari peningkatan perbaikan target dengan cara membagi selisih aktual denagn nilai aktual kemudian dikali 100%. Presentase perbaikan target CRS *dual* dan VRS pada DMU 1 diberikan pada tabel 4.38.

Tabel 4.38 Presentase perbaikan target model CRS *dual* dan VRS pada DMU 1

Variabel	Nilai Aktual	Target CRS dual	Target VRS	Selisih aktual dan target dual	Selisih aktual dan target VRS	Peningkatan dual (%)	Peningkatan VRS (%)
<i>Receiving financial</i> (line/rb)	60000	60000	60000	0	0	0%	0%
<i>Putaway produktivitas</i> (unit/jam)	392	392	392	0	0	0%	0%
<i>Storage utility</i> (%)	8%	5,82 %	5,82 %	2,18	2,18	27,25%	27,25%
<i>Order Picking cycle time</i> (unit/menit)	10	7,38	7,38	2,62	2,62	26,20%	26,20%
<i>Shipping Quality</i> (%)	95%	95,0074%	95%	0,0074	0	0,0078%	0%

DMU 1 memiliki 2 solusi perbaikan target, yaitu CRS dual dan VRS, pada CRS *dual* peningkatan terjadi pada storage dengan presentase 27.25%, kemudian order picking

26.29% dan shipping 0.0078%. pada VRS peningkatan terjadi pada storage dengan presentase 27.25%, kemudian order picking 26.29%.

4.2.7 Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas ditujukan untuk melihat perubahan peningkatan efisiensi yang terjadi setelah dilakukan perbaikan target. Analisa ini menggunakan nilai *dual price* dari hasil perhitungan *software* LINDO 6.1 sebagai acuan perbaikan karena suatu fungsi pembatas akan meningkatkan fungsi tujuan jika memiliki nilai tersebut. Nilai *dual price* dan besarnya kontribusi perbaikan terhadap peningkatan efisiensi relative CRS *dual* ditampilkan dalam tabel 4.39.

Tabel 4.39 *Dual price* dan kontribusi terhadap z CRS *dual*

DMU	Variabel	<i>Dual price</i>	Peningkatan	Kontribusi terhadap z	Peningkatan z
DMU	X3	0.1000	2.18	0.2180	0.9210
1 CRS	X4	0.0200	2.62	0.0524	0.7554
<i>dual</i>	Y1	-0.0074	0.0074	-0.0001	0.7104
Efisienrelatif CRS <i>dual</i> DMU 1 = 0.7030000			Jumlah kontribusi terhadap z = 0.27034524		Efisiensi perbaikan = 0.97334524

Dari tabel diatas dapat dilihat peningkatan hasil efisiensi relatif CRS *dual* DMU 1 dari 0.740000 menjadi 1.01034521 setelah dilakukan perhitungan peningkatan efisiensi relatif. Dengan cara mengalikan nilai *dual price* dengan nilai peningkatan maka menghasilkan kontribusi perbaikan target terhadap peningkatan nilai efisiensi. Setelah menjumlahkan nilai kontribusi terhadap z maka hasil yang didapatkan adalah 0.27034524. Dengan menjumlahkan efisiensi relatif DMU 1 awal dengan jumlah kontribusi maka di dapatkan hasil efisiensi perbaikan $0.740000 + 0.27034524 = 1.01034524$. Nilai *dual price* dan besarnya kontribusi perbaikan terhadap peningkatan efisiensi relative CRS *dual* ditampilkan dalam tabel 4.40.

Tabel 4.40 *Dual price* dan kontribusi terhadap z model VRS

DMU	Variabel	<i>Dual price</i>	Peningkatan	Kontribusi terhadap z	Peningkatan z
DMU 1 model VRS	X3	0.1000	2.18	0.2180	0.9580
	X4	0.0200	2.62	0.0524	0.7924
Efisienrelatif CRS <i>dual</i> DMU 1 = 0.740000			Jumlah kontribusi terhadap z = 0.27040000		Efisiensi perbaikan = 1.01040000

Nilai *dual price* yang digunakan pada tabel 4.49 adalah nilai *dual price* yang terdapat pada hasil perhitungan model VRS karena tabel 4.49 menjelaskan mengenai analisis sensitivitas perbaikan target yang menggunakan model VRS. Dengan peningkatan yang ada, dapat dilihat besar kontribusi perbaikan target terhadap peningkatan efisiensi. Total kontribusi seluruh variable yang mengalami perbaikan adalah 0.27040000, sehingga meningkatkan nilai efisiensi relatifnya dari 0.740000 menjadi 1.01040000.

Pada tabel 4.48 dan tabel 4.49, terdapat *dual price* yang bernilai positif dan negative. X3 dan X4 pada model CRS *dual* serta X3 dan X4 pada model VRS bernilai positif, yang berarti setiap kenaikan 1 satuan pada variable tersebut akan meningkatkan efektifitas DMU 1 sebesar nilai *dual price*-nya. Sedangkan pada model CRS *dual* ada variable yang bernilai negatif yaitu pada variable Y1 yang berarti setiap kenaikan 1 satuan pada variable tersebut akan menurunkan tingkat efisiensi DMU yang berkaitan sebesar nilai *dual price*-nya.

Pada tabel 4.48 dan tabel 4.49 juga menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pada DMU yang tidak efisien mengalami peningkatan efektifitas setelah dilakukan perbaikan. Pada tabel 4.49 membuktikan bahwa perbaikan target mengacu pada model perhitungan VRS yang lebih efektif jika dibandingkan dengan model CRS *dual* biarpun sedikit.

DMU 1

Peningkatan nilai z = efisiensi relatif DMU 1 + total kontribusi peningkatan terhadap z

$$= 0.740000 + 0.27040000$$

$$= 1.01040000$$

Setelah melakukan perhitungan perbaikan maka model yang lebih efisien adalah model perhitungan VRS.



BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Perhitungan KPI Frazelle

Perhitungan KPI dengan tabel Frazelle digunakan untuk mencari nilai variable pada tiap DMU, sehingga memudahkan untuk mengelompokan variable terkait dalam perhitungan gudang. Variable gudang yang terkait pada tabel Frazelle adalah *receiving*, *putaway*, *storage*, *order picking* dan *shipping* dengan pembanding variable yaitu finansial, produktifitas, utilitas, kualitas dan waktu siklus. Dengan cara menghitung dengan rumus yang ada maka akan mendapat nilai KPI Frazelle yang akan menjadi nilai yang akan digunakan dalam menentukan *input* dan *output* pada metode DEA.

5.2 Kuisisioner AHP

Metode AHP digunakan untuk mengetahui perumusan strategi prioritas. Dengan menyebarkan kuisisioner dapat ditentukan mana prioritas yang akan dipakai dalam menentukan variable untuk perhitungan selanjutnya. Dalam penelitian ini kuisisioner di sebarakan kepada tenaga kerja ahli atau kepala gudang bersangkutan.

5.3 Perhitungan Geometrik Mean dan Pembobotan Matriks

Perhitungan geometrik mean digunakan untuk mengelompokkan prioritas dari ke tiga DMU kuisisioner AHP. Agar memudahkan untuk mengerucutkan prioritas dari ke tiga DMU yang ada pada perhitungan pembobotan matriks di AHP. Pada ke tiga DMU setelah dilakukan perhitungan geomean dan pembobotan matriks AHP didapatkan nilai prioritas untuk semua DMU yaitu *receiving* (finansial) dengan bobot matriks 0.383, untuk *putaway* (produktifitas) dengan bobot matriks 0.434, untuk *storage* (utilitas) dengan bobot matriks 0.284, untuk *order picking* (cycle time) dengan bobot matriks 0.441, untuk *shipping* (kualitas) dengan bobot matriks 0.401.

5.4 Pemilihan *Input* dan *Output*

Pemilihan *Input* dan *Output* dilakukan didasarkan pada perhitungan geomean yang sudah di hitung dengan pembobotan matriks AHP. Untuk data *input* dan *output* pada DMU 1 adalah data *input receiving* (finansial) Rp 60000 per line, *putaway* (produktifitas) 392.16 unit/jam, *storage* (utilitas) 8%, *order picking* (waktu siklus) 10 unit/menit dan untuk data *output* adalah *shipping* (kualitas) 100%. Untuk data *input* dan *output* pada DMU 2 adalah data *input receiving* (finansial) Rp 3196 per line, *putaway* (produktifitas) 267.00 unit/jam, *storage* (utilitas) 3%, *order picking* (waktu siklus) 22 unit/menit dan untuk data *output* adalah *shipping* (kualitas) 100%. Untuk data *input* dan *output* pada DMU 3 adalah data *input receiving* (finansial) Rp 6000 per line, *putaway* (produktifitas) 100 unit/jam, *storage* (utilitas) 7%, *order picking* (waktu siklus) 2 unit/menit dan untuk data *output* adalah *shipping* (kualitas) 100%.

5.5 *Constan Return to Scale (CRS) Primal*

CRS *primal* atau CCS *primal* digunakan untuk mengukur tingkat efisiensi masing – masing DMU yang menghasilkan nilai efisiensi relative masing – masing DMU. Dalam perhitungannya, efisiensi relative CRS *primal* didapatkan dengan cara membandingkan efisiensi DMU lainnya, yaitu menggunakan efisiensi DMU lain sebagai batasan dalam menghitung efisiensi relative DMU yang dihitung, sehingga dalam batasannya *input* dan *output* harus memiliki hubungan linear. Serta untuk menentukan nilai bobot rata-

rata yang digunakan untuk meranking variable mana yang mempengaruhi kinerja gudang. Urutan variable dari yang paling mempengaruhi adalah X3 (*storage*) dengan bobot rata-rata 0.033333, X4 (*order picking*) dengan bobot rata-rata 0.014108, Y1 (*shipping*) dengan bobot rata-rata 0.009133, X1 (*receiving*) dengan bobot rata-rata 0.000157, X2 (*putaway*) yang memiliki nilai bobot rata-rata 0.000000 bukan berarti tidak memiliki pengaruh dalam efisiensi, pengaruh dari kedua variable ini tetap ada namun sangat kecil sekali.

5.5.1 Technical Efficiency (CRS) Primal DMU 1

Nilai yang dihasilkan oleh DMU 1 yaitu nilai fungsi tujuan 0.7030000 yang berarti nilai efisiensi DMU 1 tidak efisien karena kurang dari nilai efisiensi yaitu 1. Variable keputusan yang ada pada DMU 1 adalah Y1 0.007400 artinya adalah nilai optimum variable Y1 dalam pencapaian fungsi tujuan adalah 0.007400. Efisiensi nilai optimal variable keputusan X3 adalah 0.100000 artinya adalah nilai optimum variable X3 dalam pencapaian fungsi tujuan adalah 0.100000. Efisiensi nilai optimal variable keputusan X4 adalah 0.020000 artinya adalah nilai optimum variable X4 dalam pencapaian fungsi tujuan adalah 0.020000. Variable keputusan yang bernilai 0 berarti pengaruhnya sangat kecil terhadap pencapaian fungsi tujuan. Nilai *reduce cost* untuk variable X1 bernilai 39157.078125, berarti variable X1 dapat ditingkat atau diturunkan sebesar 39157.078125 agar fungsi tujuan mencapai nilai maksimal. Nilai *reduce cost* untuk variable X2 bernilai 144.990005, berarti variable X2 dapat ditingkat atau diturunkan sebesar 144.990005 agar fungsi tujuan mencapai nilai maksimal. Sedangkan nilai *reduce cost* untuk variable Y1, X3, X4 bernilai 0 yang berarti variable keputusan positif.

5.5.2 Technical Efficiency (CRS) Primal DMU 2

Nilai yang dihasilkan oleh DMU 2 yaitu nilai fungsi tujuan 1.000000 yang berarti nilai efisiensi DMU 2 efisien karena nilai efisiensi yaitu 1. Variable keputusan yang ada pada DMU 2 adalah Y1 0.010000 artinya adalah nilai optimum variable Y1 dalam pencapaian fungsi tujuan adalah 0.010000. Efisiensi nilai optimal variable keputusan X1 adalah 0.000313 artinya adalah nilai optimum variable X1 dalam pencapaian fungsi

tujuan adalah 0.000313. Variable keputusan yang bernilai 0 berarti pengaruhnya sangat kecil terhadap pencapaian fungsi tujuan.. Sedangkan nilai *reduce cost* untuk variable bernilai 0 yang berarti variable keputusan positif.

5.5.3 Technical Efficiency (CRS) Primal DMU 3

Nilai yang dihasilkan oleh DMU 3 yaitu nilai fungsi tujuan 1.000000 yang berarti nilai efisiensi DMU 3 efisien karena nilai efisien yaitu 1. Variable keputusan yang ada pada DMU 3 adalah Y1 0.010000 artinya adalah nilai optimum variable Y1 dalam pencapaian fungsi tujuan adalah 0.010000. Efisiensi nilai optimal variable keputusan X1 adalah 0.000159 artinya adalah nilai optimum variable X1 dalam pencapaian fungsi tujuan adalah 0.000159. Efisiensi nilai optimal variable keputusan X4 adalah 0.022323 artinya adalah nilai optimum variable X4 dalam pencapaian fungsi tujuan adalah 0.022323. Variable keputusan yang bernilai 0 berarti pengaruhnya sangat kecil terhadap pencapaian fungsi tujuan.. Sedangkan nilai *reduce cost* untuk variable bernilai 0 yang berarti variable keputusan positif.

5.6 Constant Return of Scale (CRS) Dual

Dalam model ini tidak ada hubungan linear antara variabel *input* dan *output*.. nilai efisiensi model CRS *dual* untuk DMU 1 dan DMU 2 telah memiliki efisiensi yang optimal yaitu 1, yang artinya DMU 1 dan DMU 2 sudah berada dalam keadaan optimal dilihat dari efisiensi teknis. DMU 1 memiliki nilai efisiensi 0.7030000 yang berarti DMU 1 belum optimal dengan nilai *slack* $So_1 = 0.007400$, nilai *slack* Si_3 sebesar 0.100000 dan nilai *slack* Si_4 sebesar 0.020000. nilai *slack* pada model perhitungan *dual* digunakan untuk nilai perbaikan (penambahan/pengurangan) untuk mencapai fungsi tujuan yang optimal (perbaikan target).

5.7 Variabel Return of Scale (VRS)

Model VRS digunakan untuk melihat apakah efisiensi DMU dipengaruhi efisiensi teknis murni atau dipengaruhi faktor lain diluar DMU. Model VRS merupakan penyempurnaan dari model CRS *dual* dengan memberi batasan konveksitas $\sum_i \lambda_i = 1$,

yang menunjukkan pengukuran efisiensi teknis secara murni. Perhitungan VRS digunakan untuk meningkatkan keabsahan perhitungan CRS melalui *Scale Efficiency* (SE). Hal ini dilakukan untuk meminimumkan kesalahan pada perhitungan TEcrs yang disebabkan oleh DMU yang beroperasi tidak optimal karena ada faktor eksternal. DMU 2 dengan nilai efisiensi VRS sebesar 0.740000.

5.8 Scale Efficiency (SE)

Pada perhitungan CRS *dual* dan model VRS didapatkan nilai *Technical Efficiency* (TE) yang akan digunakan untuk mendapatkan nilai *Scale Efficiency* (SE). Sebuah unit dikatakan skala efisien bila ukuran operasi yang optimal sehingga setiap modifikasi pada ukurannya akan membuat unit kurang efisien. Nilai untuk *Scale Efficiency* (SE) diperoleh dengan membagi *Technical Efficiency* (TE) *dual* dengan *Technical Efficiency* (TE) VRS.

Hasil dari perhitungan menunjukkan bahwa DMU 1 memiliki TEcrs sebesar 1.422475107, TEvrs sebesar 1.351351351 dan SE sebesar 1.052631579 (TEvrs > SE) yang menunjukkan perubahan efisiensi DMU yang dipengaruhi oleh perkembangan TEvrs.

DMU 2 dan DMU 3 masing masing memiliki nilai TEcrs sebesar 1 dan TEvrs sebesar 1, karena efisiensi model CRS *dual* dan VRSnya telah memiliki nilai yang optimal, sehingga menghasilkan rasio antara TEcrs dan TEvrs sebesar 1 yang berarti nilai SE = 1, itu berarti efisiensi skala dan efisiensi teknis murninya seimbang (TEvrs = SE).

5.9 Peer Group

Peer group adalah satu atau lebih DMU yang digunakan sebagai acuan dalam perbaikan bagi DMU yang tidak efisien. Didapatkan dengan *Herarchical Cluster Analysis* menggunakan *software* SPSS 16.0, dengan melihat jarak *square euclidean* terdekat antar DMU, maka bisa dijadikan acuan DMU yang tidak efisien untuk melakukan perbaikan. Semakin kecil jarak *square euclidean* antara dua DMU maka semakin mirip DMU tersebut. DMU yang tidak efisien adalah DMU 1. Pada hasil perhitungan

menggunakan SPSS 16 untuk *peer group* jarak antara DMU 1 dengan DMU 2 adalah 3.227E9. kemudian untuk *peer group* jarak antara DMU 1 dengan DMU 3 adalah 2.916E9. Sehingga acuan *bench marking* DMU 2 untuk melakukan perbaikan adalah DMU 3 karena memiliki jarak *square euclidean* terkecil.

5.10 Perbaikan Target

Perbaikan target yang dilakukan pada DMU 1 yang tidak efisien adalah perbaikan target *input-output oriented*, yaitu merubah nilai *input* (pengurangan) dan *output* (penambahan). Perbaikan target untuk variable *input* didapatkan dengan mengurangi hasil perkalian efisiensi dan nilai actual dengan nilai *slack*-nya ($X = Z * X_{ij} - S_j$), sedangkan perbaikan target *output* adalah dengan menambah nilai actual dengan nilai *slack*-nya ($Y = Y_{ij} + S_o$). Perbaikan target dilakukan dengan menggunakan dua model, yaitu CRS *dual* dan model VRS.

Untuk perbaikan target DMU 1 pada model CRS *dual* variabel yang mengalami perbaikan target adalah shipping, storage, order picking. Pada target shipping (kualitas) mengalami perubahan biarpun sedikit meningkat dari 95% menjadi 95,0074%, kemudian pada target storage (utilitas) mengalami perubahan dari 8% menjadi 5,82% dan untuk target order picking (waktu siklus) mengalami perubahan dari 10 unit/menit menjadi 7,38 unit/menit.

Untuk perbaikan target DMU 1 pada model VRS variabel yang mengalami perbaikan target adalah storage, order picking. Pada target storage (utilitas) mengalami perubahan dari 8% menjadi 5,82% dan untuk target order picking (waktu siklus) mengalami perubahan dari 10 unit/menit menjadi 7,38 unit/menit. Pemilihan target perbaikan mengacu pada model VRS karena nilai efisiensi perbaikannya lebih besar dibandingkan CRS *dual*.

5.11 Solusi DMU yang Tidak Efisien

Seperti yang telah dijelaskan dalam perhitungan, pada DMU 1 karena mempunyai solusi target, pemilihan dilakukan dengan melihat nilai perbaikan efisiensi karena nilai efisiensi perbaikan model VRS lebih besar dibandingkan nilai perbaikan CRS *dual*

maka sebaiknya menggunakan model VRS dalam melakukan perbaikan target perusahaan. variabel yang tidak optimal dalam model VRS adalah variabel *input storage* (utilitas) yang nilai awalnya adalah 8% mengalami penurunan menjadi 5.82% dan variabel *input order picking* dari 10 unit/menit menjadi 7.38 unit/menit.

Storage adalah suatu tempat penyimpanan barang baik itu barang jadi maupun barang setengah jadi dalam kasus ini adalah barang jadi di gudang. Dan utilitas sendiri berarti jumlah dari kesenangan atau kepuasan relatif yang dicapai. Dengan jumlah ini, seseorang bisa menentukan meningkat atau menurunnya utilitas. Pengurangan yang dilakukan pada variabel *input storage* (utilitas) dalam hal ini adalah untuk mengefesienkan barang yang di simpan dengan luas area bangunan gudang, dikarenakan luas bangunan gudang yang ada lebih besar dibanding barang yang diproduksi, jika utilitas nya bertambah maka akan berefek negatif seperti jika luas gudang bertambah maka akan berpengaruh pada peletakan barang atau *putaway* semakin jauh, dan pengambilan barang akan semakin lambat, maka dari itu utilitas dari sebuah gudang sendiri atau mengurangi total penyimpanan barang untuk mengurangi produk jadi yang tidak terpakai dan memenuhi luas area. Dalam pergudangan pengambilan barang dengan cepat akan meningkatkan produktifitas kerja dan pengiriman barang akan tetapi dalam kasus ini pengambilan barang tersebut dilakukan dengan cara manual tanpa bantuan alat untuk mengangkat satu karung gula jadi jika para pekerja terlalu memaksakan diri akan berakibat fatal terhadap tubuhnya sendiri maka dari itu solusi variabel *input order picking* atau pengambilan barang berkurang dari 10 unit/menit menjadi 7.38 unit/menit dengan cara mengurangi total penyimpanan barang jadi dibuat model gudang *make to order* untuk menghindari barang jadi yang tidak terpakai.

Diharapkan dengan perubahan pada nilai variabel (*input*) tersebut perusahaan dapat memaksimalkan *output* dengan mengurangi sejumlah *input*. dengan demikian perusahaan dapat mengestimasi apa-apa yang merugikan perusahaan, sehingga dapat diminimalisir penyebab tersebut.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data analisis yang dilakukan, berikut kesimpulan yang didapat :

1. Nilai yang dihasilkan oleh DMU 1 yaitu nilai efisiensi relatif 0.7030000 untuk nilai DMU 2 adalah 1 dan DMU 3 nilai efisien nya 1.
2. Perbaiki target DMU 1 yang tidak efisien mengacu pada VRS untuk variabel yang belum optimal, Tindakan perbaikan yang bisa dilakukan adalah dengan menyediakan alat pendukung untuk *order picking* dan untuk *storage* bisa dengan menata tempat peletakan barang produksi dari menumpuk tinggi keatas menjadi lebar kesamping. Target perbaikan yang didapat untuk *storage* untuk utilitas dari 8% menjadi 5.82% dan target perbaikan untuk *order picking* dari 10 unit/menit menjadi 7.38 unit/menit.

6.2 Saran

Berikut ini saran yang diberikan peneliti :

1. Diharap kan untuk penelitian lebih lanjut dilakukan pengambilan data yang seragam produksinya, sehingga dapat dilihat data efisiensi yang lebih berpengaruh
2. Penyediaan alat untuk pengambilan barang berat, karena akan membahayakan jika pengambilan dilakukan secara manual akan berdampak pada kesehatan sang pengambil dan juga efektifitas penyimpanan barang yang akan masuk kedalam gedung penyimpanan.



DAFTAR PUSTAKA

- A, Weber, and Thomas R. "Key Performance Indicator Measuring and Managing the Maintenance Function." (Ivara Corporation) 2005.
- A.S, Kiki Mega, Retno Astuti, and Ika Astari Dewi. "Analisis Efisiensi Distribusi Produk Menggunakan Metode Data Envelopment Analysis (DEA) (Studi Kasus Pada Koperasi "SAE" Pujon)." (Universitas Brawijaya) 2008.
- Amin, Muhammad. *Penerapan Metode Data Envelopment Analysis (Dea) Untuk Mengukur Efisiensi Kinerja Perbankan Di Indonesia*. Medan: Universitas Sumatera Utara, 2009.
- Frazelle, E.H. *World Class Warehousing and Material Handling, International Edition*. Singapore: McGraw-Hill, 2002.
- H.M, Akbar Utama, Achmad Bahauddin, and Putro Ferro Ferdinant. "Pengukuran Efisiensi Produksi Dengan Metode DEA (Data Envelopment Analysis) Di Divisi Wire Rod Mill PT.XYZ." (Universitas Sultan Ageng Titayasa) 2011.
- Hardiningsih, Panca. "Determinan Nilai Perusahaan." (Universitas STIKUBANK) 2009.
- Indrawati, Yuli. "Analisis Efisiensi Bank Umum di Indonesia Periode 2004-2007: Aplikasi metode Data Envelopment Analysis (DEA)." (Universitas Indonesia) 2009.
- Iriani. "Pengukuran Efisiensi Kerja dengan Pendekatan Data Envelopment Analysis." (Universitas Veteran Jawa Timur) 2010.
- Maharani, Shintya, Wike Agustin Prima Dania, and Mas'ud Effendi. "Analisis Efisiensi Distribusi Produk dengan Metode Data Envelopment Analysis (DEA)." (Universitas Brawijaya) 2014.
- Musfiroh, Tadkiroatun. "Multiple Intelligences dan Implikasinya dalam Pendidikan Yogyakarta." (Universitas Negeri Yogyakarta) 2010.
- Nugraha, Bhava Wahyu. "Analisis Efisiensi Perbankan Menggunakan Metode Non Parametrik Data Envelopment Analysis (DEA)." (Universitas Negeri Surabaya) 2013.

- Nurseha, Muhammad Sigit Alimudin. *Analisis Perbandingan Layout Gudang Saat Ini Dengan Usulan Dan Menghitung Ongkos Material Handling (Studi Kasus Pada Pt.Pg Rajawali I Jatitujuh)*. Bandung: Universitas Widyatama, 2015.
- Pradipta, Zuris Ika, Ishardita Pambudi Tama, and Rahmi Yuniarti. "Analisis Tingkat Efisiensi Pusat Kesehatan Masyarakat (Puskesmas) Dengan Metode Data Envelopment Analysis (DEA) (Studi Kasus: Puskesmas Kota Surabaya)." (Universitas Brawijaya) 2013.
- Purnomo, Hari. *Perencanaan dan Perancangan Fasilitas Edisi ke – 1*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2004.
- Rosyidi, Cucuk Nur. "Model Penentuan Nilai Target Functional Requirement Berbasis Utilitas." (Universitas Kristen Petra) 2012.
- Septiani, Nahdhiyah. *Pengaruh Karakteristik Bank Dan Karakteristik Pasar Terhadap Nilai Perusahaan Dengan Menggunakan Metode Tobin's Q*. Bandung: Universitas Islam Bandung, 2015.
- Singgih, Moses L., and Viki Chandra. "Pengukuran Efisiensi Jasa Pelayanan Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (Spbu) dengan Metode Data Envelopment Analysis (DEA)." (Institut Teknologi Sepuluh November) 2008.
- Susilowati, Sri Hery, and Netti Tina Aprillia. "Analisis Efisiensi Usaha Tani Tebu di Jawa Timur." (Institut Pertanian Bogor) 2012.
- Tomkins. *Facilities Planning*. New York: sons Inc, 1996.
- Umri, Nazmil, Rachmad Hidayat, and Issa Dyah Utami. "Kinerja Efisiensi Biaya Dengan Metode Data Envelopment Analysis (DEA)." (Universitas Turnojoyo) 2009.
- Widiarti, Astoeti Wahjoe, Siregar Hermanto, and Andati Trias . "The Determinants of Bank's Efficiency In Indonesia." (Institut Pertanian Bogor) 2015.

LAMPIRAN

PENGAMBILAN DATA MADUKISMO

DATA	Jumlah	Satuan
Total Pengiriman barang	54000	unit/bulan
Total Pengambilan barang	120000	unit/bulan
Total Penerimaan barang	60000	unit/bulan
Total Penempatan barang	100000	unit/bulan
Total penyimpanan barang	100000	unit/bulan
Total jam pengiriman	255	jam/bulan
Total jam Pengambilan	120	jam/bulan
Total jam penerimaan	240	jam/bulan
Total jam penempatan	255	jam/bulan
Total jam penyimpanan	360	jam/bulan
Total jam tenaga kerja tambahan penempatan	60	jam/bulan
Total jam tenaga kerja tambahan pengambilan	60	jam/bulan
Barang awal	108000	unit
Barang akhir	108000	unit
Luas area (117.5x27)	3172.5	m ²
Luas area (117.5x27x20)	63450	m ³
Total biaya penyimpanan	13557235	per bulan
Biaya tenaga kerja	4,500,000	per bulan
	150000	per hari
	18750	per jam
Total pengiriman pesanan		pesanan
Kapasitas kedaraan distribusi	700	unit
Kapasitas kirim bak truk	600	unit
kapasitas 1 line	100	unit

- Dalam prakteknya jumlah barang transaksi di dalam gudang tidak selalu sama dikarenakan banyak barang yang ada di gudang di delay atau bisa juga karena ada penumpukan barang (inventory) di sebabkan ada masalah administrasi atau juga ada masalah teknis. Maka dari itu data yang ada di dalam penelitian berbeda beda.
- Untuk data total waktu merupakan data asumsi dari pt madukismo dan hasil tanya jawab dengan ketua gudang di ot tersebut. Di karenakan untuk data waktu di gudang madukismo tidak di bukukan maka dari itu peneliti hanya mendapat data tersebut.

Hasil KPI PT Madu Kismo

	KPI frezelle	hasil perhitungan KPI	satuan
1	receiving financial	60000	per line
2	receiving productivity	250	unit/jam
3	receiving utilization	86%	
4	receiving quality	100%	
5	receiving cycle time	10	menit
6	putaway financial	38250	per line
7	putaway productivity	392	unit/jam
8	putaway utilization	24%	
9	putaway quality	100%	
10	putaway cycle time	20	menit
11	storage financial	136	per line
12	storage productivity	32	unit/m2
13	storage utilization	8%	
14	storage quality	100%	
15	storage cycle time	24	jam
16	order-picking financial	15000	per line
17	order-picking productivity	1000	unit/jam
18	order-picking utilization	50%	
19	order-picking quality	100%	
20	order-picking cycle time	10	unit/menit
21	shipping financial	708.33333	per line
22	shipping productivity	212	unit/jam
23	shipping utilization	86%	
24	shipping quality	100%	
25	shipping cycle time	20	menit

Hasil KPI 3 DMU

PT Madu Kismo					
	FINANCIAL(Rp)	PRODUKTIVITY	UTILIZATION	QUALITY	CYCLE TIME
	per line	unit/jam	%	%	unit/menit
RECEIVING	60000	250	86%	100%	10
PUTAWAY	38250	392	24%	100%	20
STORAGE	136	32	8%	100%	24
ORDER-PICKING	15000	1000	50%	100%	10
SHIPPING	708.33	212	86%	97%	20
UD Sinar Barokah (bank data)					
RECEIVING	6000	50	86%	100%	10
PUTAWAY	3000	100	75%	100%	10
STORAGE	25581	69	7%	100%	0
ORDER-PICKING	4500	67	50%	100%	2
SHIPPING	150	40	86%	100%	10
UD Putra Lestari (bank data)					
RECEIVING	3196	128	83%	100%	8
PUTAWAY	1534	267	50%	100%	8
STORAGE	5625	200	3%	100%	3
ORDER-PICKING	2975	138	38%	100%	22
SHIPPING	70	73	83%	100%	8

D. Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Order Picking

Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria

skor	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Financial												✓						Productivity
							✓											Utilization
						✓												Quality
											✓							Cycle time
Productivity					✓													Utilization
						✓												Quality
											✓							Cycle time
Utilization																✓		Quality
														✓				Cycle time
Quality												✓						Cycle time

E. Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria Shipping

Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria

skor	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Financial					✓													Productivity
							✓											Utilization
												✓						Quality
							✓											Cycle time
Productivity							✓											Utilization
											✓							Quality
						✓												Cycle time
Utilization														✓				Quality
							✓											Cycle time
Quality				✓														Cycle time

Geomatrik Mean

Geomatrik Mean Receiving

Receiving Financial	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial	1	1	1	1
Productivity	5	3	6	4.48
Utilization	4	4	4	4
Quality	2	2	3	2.29
Cycle time	2	3	2	2.29

Receiving Productivity	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial				
Productivity	1	1	1	1.00
Utilization	5	4	5	4.64
Quality	4	3	4	3.63
Cycle time	2	5	3	3.11

Receiving Utilization	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial				
Productivity				
Utilization	1	1	1	1
Quality	4	3.00	5	3.91
Cycle time	3	3	3	3.00

Receiving Quality	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial				
Productivity				
Utilization				
Quality	1	1	1	1.00
Cycle time	3	3	4	3.30

Receiving Cycle Time	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial				
Productivity				

Utilization				
Quality				
Cycle time	1	1	1	1.00

Geomatrik Mean Put away

Put away Financial	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial	1	1	1	1
Productivity	6	4	5	4.93
Utilization	3	2	4	2.88
Quality	3.00	3.00	4	3.30
Cycle time	4	4	5	4.31

Put away Productivity	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial				
Productivity	1	1	1	1.00
Utilization	6	4	3	4.16
Quality	5	6	6	5.65
Cycle time	4.00	5.00	3	3.91

Put away Utilization	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial				
Productivity				
Utilization	1	1	1	1
Quality	3	3	4	3.30
Cycle time	4	4	4	4.00

Put away Quality	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial				
Productivity				
Utilization				
Quality	1	1	1	1.00
Cycle time	4	5	3.00	3.91

Put away Cycle Time	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean

Financial				
Productivity				
Utilization				
Quality				
Cycle time	1	1	1	1.00

Geometrik Mean Storage

Storage Financial	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial	1	1	1	1
Productivity	3	4	3	3.30
Utilization	4	2	5	3.42
Quality	4	2	2	2.52
Cycle time	5	3	5	4.22

Storage Productivity	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial				
Productivity	1	1	1	1.00
Utilization	4	5	4	4.31
Quality	3	3	2	2.62
Cycle time	3.00	4	3.00	3.30

Storage Utilization	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial				
Productivity				
Utilization	1	1	1	1
Quality	3	4	3	3.30
Cycle time	2	3	5	3.11

Storage Quality	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial				
Productivity				
Utilization				
Quality	1	1	1	1.00
Cycle time	3	4	4	3.63

Storage Cycle Time	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial				
Productivity				
Utilization				
Quality				
Cycle time	1	1	1	1.00

Geomatrik Mean Order Picking

Order picking Financial	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial	1	1	1	1
Productivity	3	3	4	3.30
Utilization	3	3	4	3.30
Quality	4	2	4	3.17
Cycle time	4	6	3	4.16

Order picking Productivity	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial				
Productivity	1	1	1	1.00
Utilization	7	3	5	4.72
Quality	4	4	5	4.31
Cycle time	3	3	3	3.00

Order picking Utilization	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial				
Productivity				
Utilization	1	1	1	1
Quality	3	3.00	7	3.98
Cycle time	6	5	6	5.65

Order picking Quality	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial				
Productivity				
Utilization				

Quality	1	1	1	1.00
Cycle time	4	4	4	4.00

Order picking Cycle Time	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial				
Productivity				
Utilization				
Quality				
Cycle time	1	1	1	1.00

Geometrik Mean Shipping

shipping Financial	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial	1	1	1	1
Productivity	7	8	5	6.54
Utilization	3	2	3	2.62
Quality	3	2	3	2.62
Cycle time	4	3	4	3.63

shipping Productivity	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial				
Productivity	1	1	1	1.00
Utilization	3	4	3	3.30
Quality	3	3	3	3.00
Cycle time	3	3	5	3.56

shipping Utilization	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial				
Productivity				
Utilization	1	1	1	1
Quality	5	4.00	6	4.93
Cycle time	4	4	4	4.00

shipping Quality	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial				

Productivity				
Utilization				
Quality	1	1	1	1.00
Cycle time	5	3	6	4.48

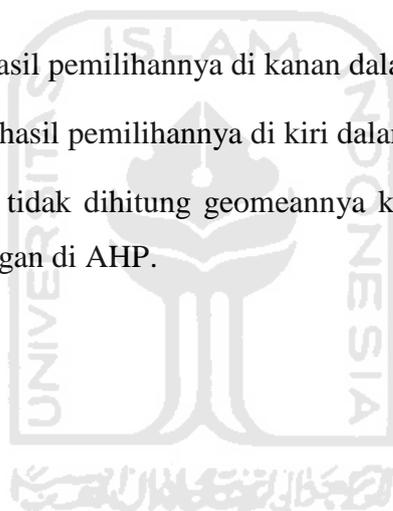
shipping Cycle Time	PT. Madukismo	UD. Putra Lestari	UD. Sinar Barokah	geomean
Financial				
Productivity				
Utilization				
Quality				
Cycle time	1	1	1	1.00

Keterangan :

Tabel yang berwarna pink = hasil pemilihannya di kanan dalam kuisisioner AHP

Tabel yang berwarna putih = hasil pemilihannya di kiri dalam kuisisioner AHP

Tabel yang berwarna biru = tidak dihitung geomeannya karena perhitungan geomean untuk perbandingan berpasangan di AHP.



Matriks Pembobot

AHP receiving

receiving	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle time	Eigen Vektor/ bobot
Financial	1	4.48	4	2.29	2.29	0.383
Productivity	0.22	1	4.64	3.63	3.11	0.256
Utilization	0.25	0.22	1	3.91	3	0.165
Quality	0.44	0.28	0.26	1	3.3	0.121
Cycle time	0.44	0.32	0.33	0.30	1	0.075
jumlah	2.35	6.29	10.23	11.13	12.70	1.000

AHP put away

put away	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle time	Eigen Vektor/ bobot
Financial	1	0.20	2.88	0.30	0.23	0.096
Productivity	4.93	1	4.16	5.65	3.91	0.434
Utilization	0.35	0.24	1	0.30	4	0.138
Quality	3.30	0.18	3.30	1	0.26	0.147
Cycle time	4.31	0.26	0.25	3.91	1	0.185
jumlah	13.89	1.88	11.59	11.17	9.40	1.000

AHP storage

storage	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle time	Eigen Vektor/ bobot
Financial	1	3.3	0.29	2.52	4.22	0.247
Productivity	0.30	1	4.31	2.62	0.3	0.233
Utilization	3.42	0.23	1	3.3	3.11	0.284
Quality	0.40	0.38	0.30	1	3.63	0.114
Cycle time	0.24	3.33	0.32	0.28	1	0.122
jumlah	5.36	8.25	6.23	9.72	12.26	1.000

AHP order picking

order picking	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle time	Eigen Vektor/ bobot

Financial	1	0.30	3.30	3.17	0.24	0.144
Productivity	3.30	1	4.72	4.31	0.33	0.266
Utilization	0.30	0.21	1	0.25	0.18	0.048
Quality	0.32	0.23	3.98	1	0.25	0.100
Cycle time	4.16	3.00	5.65	4.00	1	0.441
jumlah	9.08	4.75	18.65	12.73	2.00	1.000

AHP shipping

shipping	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle time	Eigen Vektor/ bobot
Financial	1	6.54	2.62	0.38	3.63	0.285
Productivity	0.15	1	3.3	0.33	3.56	0.153
Utilization	0.38	0.30	1	0.202839757	4	0.106
Quality	2.62	3.00	4.93	1	4.48	0.401
Cycle time	0.28	0.28	0.25	0.22	1	0.054
jumlah	4.43	11.12	12.10	2.14	16.67	1.000

Prioritas Pembobotan AHP setelah perhitungan Geomean

	Financial	Productivity	Utilization	Quality	Cycle time
receiving	0.383	0.256	0.165	0.121	0.075
putaway	0.096	0.434	0.138	0.147	0.185
storage	0.247	0.233	0.284	0.114	0.122
order picking	0.144	0.266	0.048	0.100	0.441
shipping	0.285	0.153	0.106	0.401	0.054

Output LINDO 6.1

CRS Primal

DMU 1

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.7030000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.007400	0.000000
X1	0.000000	37199.226562
X2	0.000000	137.740494
X3	0.100000	0.000000
X4	0.020000	0.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.703000
3)	0.260000	0.000000
4)	0.000000	0.256500
5)	0.000000	0.693500

NO. ITERATIONS= 1

DMU 2

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.010000	0.000000
X1	0.000313	0.000000
X2	0.000000	0.000000
X3	0.000000	0.000000
X4	0.000000	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	17.823467	0.000000
4)	0.000000	1.000000
5)	0.877347	0.000000

NO. ITERATIONS= 2

DMU 3

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 3

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Y1	0.010000	0.000000
X1	0.000159	0.000000
X2	0.000000	0.000000
X3	0.000000	0.000000
X4	0.022323	0.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	1.000000
3)	8.826766	0.000000
4)	0.000000	0.000000
5)	0.000000	1.000000

NO. ITERATIONS= 3

CRS Dual

DMU 1

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 0

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.7030000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Z	0.703000	0.000000
O	0.000000	0.007400
I1	37199.226562	0.000000
I2	137.740494	0.000000
I3	0.000000	0.100000
I4	0.000000	0.020000
P1	0.000000	0.297000
P2	0.256500	0.000000
P3	0.693500	0.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.007400
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	0.000000
5)	0.000000	0.100000
6)	0.000000	0.020000

NO. ITERATIONS= 0

DMU 2

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Z	1.000000	0.000000
O	0.000000	0.010000
I1	0.000000	0.000000
I2	0.000000	0.002549
I3	0.000000	0.106437
I4	0.000000	0.000000
P1	0.000000	0.900860
P2	1.000000	0.000000
P3	0.000000	0.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.010000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	0.002549
5)	0.000000	0.106437
6)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 2

DMU 3

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Z	1.000000	0.000000
O	0.000000	0.010000
I1	0.000000	0.000000
I2	0.000000	0.010000
I3	0.000000	0.000000
I4	0.000000	0.000000
P1	0.000000	2.970000
P2	0.000000	1.670000
P3	1.000000	0.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	-0.010000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	0.010000
5)	0.000000	0.000000
6)	0.000000	0.000000

NO. ITERATIONS= 1

VRS

DMU 1

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 0.7400000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Z	0.740000	0.000000
O	5.000000	0.000000
I1	39157.078125	0.000000
I2	144.990005	0.000000
I3	0.000000	0.100000
I4	0.000000	0.020000
P1	0.000000	0.260000
P2	0.270000	0.000000
P3	0.730000	0.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	0.000000
5)	0.000000	0.100000
6)	0.000000	0.020000
7)	0.000000	-0.740000

NO. ITERATIONS= 1

DMU 2

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 2

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Z	1.000000	0.000000
O	0.000000	0.000000
I1	0.000000	0.000000
I2	0.000000	0.000000
I3	0.000000	0.135135
I4	0.000000	0.027027
P1	0.000000	0.351351
P2	1.000000	0.000000
P3	0.000000	0.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	0.000000
5)	0.000000	0.135135
6)	0.000000	0.027027
7)	0.000000	-1.000000

NO. ITERATIONS= 2

DMU 3

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 1

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 1.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
Z	1.000000	0.000000
O	0.000000	0.000000
I1	0.000000	0.000000
I2	0.000000	0.000000
I3	0.000000	0.000000
I4	0.000000	0.500000
P1	0.000000	4.000000
P2	0.000000	10.000000
P3	1.000000	0.000000
ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	0.000000
5)	0.000000	0.000000
6)	0.000000	0.500000
7)	0.000000	-1.000000

NO. ITERATIONS= 1

Peer Group

Proximity Matrix

Case	Squared Euclidean Distance		
	1: DMU 1	2: DMU 2	3: DMU 3
1: DMU 1	.000	3.227E9	2.916E9
2: DMU 2	3.227E9	.000	7.891E6
3: DMU 3	2.916E9	7.891E6	.000

Proximity Matrix

Case	Squared Euclidean Distance		
	1: DMU 1	2: DMU 2	3: DMU 3
1: DMU 1	.000	3.227E9	2.916E9
2: DMU 2	3.227E9	.000	7.891E6
3: DMU 3	2.916E9	7.891E6	.000

This is a dissimilarity matrix



